

Министерство образования и науки Российской Федерации
Вологодский государственный университет

**МАТЕРИАЛЫ
МЕЖРЕГИОНАЛЬНОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
X ЕЖЕГОДНОЙ НАУЧНОЙ СЕССИИ
АСПИРАНТОВ И МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ**

Том II

Вологда
2016

УДК 001 (06)

ББК 72.5

М 34

Утверждено редакционно-издательским советом ВоГУ

Редакционная коллегия:

Синицын А.А., проректор по НРиИР, председатель

Казакова И.С., канд. техн. наук, доцент

Кулаков А.А., канд. техн. наук

Мезенева Е.А., канд. техн. наук, доцент

Рувинова Л.Г., д-р биол. наук, профессор

Воропай Л.М., канд. хим. наук, доцент

Белова Ю.Н., доцент, канд. биол. наук

Телина Н.В., начальник отдела НИРСиА

Прахова А.М., специалист по УМР ОНИРСиА

М 34 **Материалы межрегиональной научной конференции X Ежегодной научной сессии аспирантов и молодых ученых : в 4 т. / М-во образ. и науки РФ ; Вологод. гос. ун-т. – Вологда : ВоГУ, 2016. – Т. 2. – 404 с. : ил.**

ISBN 978–5–87851–713–3

ISBN 978–5–87851–715–7 (т. 2)

В сборнике представлены результаты научных исследований молодых ученых, аспирантов, магистрантов, студентов старших курсов вузов Вологодской области и других регионов Российской Федерации по проблемам строительства, экологии и природопользования, биологического разнообразия и его сохранения.

УДК 001 (06)

ББК 72.5

ISBN 978–5–87851–715–7 (т. 2)

ISBN 978–5–87851–713–3

© ФГБОУ ВО «Вологодский

государственный университет, 2016

Уважаемые коллеги!

Развитие молодёжной науки в настоящее время является одним из профильных векторов деятельности в научной среде. Молодёжная наука во многом определяет будущее инновационного региона.

Инновация экономики предполагает подготовку кадров по новым направлениям развития техники и технологии, экономики и управления, а также формирование специалистов, обладающих инновационными способностями, т.е. умением вырабатывать инновации самостоятельно, в процессе трудовой деятельности, находить новое в опыте других и использовать его в своей организации.

В современной ситуации востребованы люди, способные быстро адаптироваться к новым технологическим, производственным реалиям, своевременно улавливать перспективные направления научно-технического прогресса, изменения на внутреннем, региональном, мировом рынках. Сегодняшняя молодёжь – это первое поколение в новой истории, живущее в условиях не глобальной конфронтации, а интеграции мирового сообщества; поколение, располагающее улучшенным доступом к знаниям, опыту, технологиям и ресурсам.

Студенты, аспиранты, молодые учёные являются носителями мощного интеллектуального потенциала, особых способностей к творчеству. Известно, что в молодости человек легко приобретает знания, навыки и умения, наиболее расположен к творческой деятельности, максимально работоспособен. Поэтому именно с научно-исследовательской деятельностью студентов и аспирантов, прежде всего, связан прогресс современной науки, особенно естественных и технических наук.

Х юбилейная ежегодная научная сессия аспирантов и молодых учёных – достойный пример качественной подготовки студентов и аспирантов, увлечённых исследованиями, поиском истины, готовых продемонстрировать результаты своего научного труда. Целью ежегодных научных сессий является активизация научно-исследовательской работы молодых учёных, аспирантов и студентов, сохранение и развитие талантов, выявление перспективных научных кадров, использование их интеллектуального потенциала для решения актуальных научных проблем, способствующих социально-экономическому развитию регионов и в первую очередь Вологодской области.

Благодаря организации и проведению различных научных мероприятий Вологодский государственный университет стал центром притяжения молодых талантов, примером поддержки и развития современной науки!

***Л.И. Соколов, ректор ВоГУ,
доктор технических наук, профессор***

Секция «АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СТРОИТЕЛЬСТВА,
БЕЗОПАСНОСТИ И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ ЗДАНИЙ
И СООРУЖЕНИЙ»

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДИК РАСЧЕТА ПОПЕРЕЧНОЙ
РАМЫ МАНСАРДНОГО ЭТАЖА ИЗ ХОЛОДНОГНУТЫХ
ОЦИНКОВАННЫХ ТЕРМОПРОФИЛЕЙ

Е.И. Белкина

*Научный руководитель И.С. Казакова, канд. техн. наук, доцент
Вологодский государственный университет
г. Вологда*

Самым простым и эффективным техническим решением при реконструкции зданий является надстройка мансардных этажей. Главным преимуществом мансардных этажей является возможность в короткие сроки и с минимальными затратами увеличить плотности заселения в сформировавшейся городской застройке.

В качестве строительных материалов для несущих конструкций мансарды могут быть использованы дерево, металлы, сборный и монолитный бетон, а также комбинации указанных материалов. Но в последние годы повысился интерес к надстройке мансард именно благодаря внедрению экономичной и практичной технологии строительства на основе легких стальных тонкостенных конструкций, собранных из холодногнутого оцинкованного термопрофиля.

Основной проблемой для применения данной технологии на территории Российской Федерации является отсутствие действующих норм проектирования. В России существуют государственные нормативы (СНиП, СП) только для металлоконструкций толщиной от 4 мм. В Европе конструкции такого типа регламентируются нормами **DIN** и Еврокодами. [1]

Одним из вариантов решения проблемы является создание **СП** на основе **Еврокода** EN-1993-1-3 «Стальные конструкции. Общие правила: Дополнительные правила для холодноформованных тонкостенных элементов и профилированного листа». [2] Такую инициативу выдвинул Российский союз поставщиков металлопродукции, и в 2006 году был издан проект свода правил «Конструкции стальные тонкостенные из холодногнутого оцинкованных профилей и гофрированных листов. Правила проектирования»[3], который до сих пор не введен в действие.

В данной работе производится сравнительный анализ методик расчета поперечной рамы мансардного этажа из холодногнутого оцинкованного термопрофиля согласно Еврокоду и проекту СП. Целью анализа является определение основных положений расчета, выявление их сходств и различий. Для этого были произведены расчеты конструкций рамы согласно обеих методик.

Был запроектирован каркас мансардного этажа из поперечных рам, выполненных из тонкостенных термопрофилей. Пролет рамы - 12,6 м, высота - 3,55 м, шаг рам – 0,6 м.

Роль несущих конструкций рамы выполняют стоечные термопрофили ТС с сечением высотой 200 мм для элементов покрытия и высотой 150 мм для стоек (были рассмотрены три варианта профилей – толщиной 1; 1,5 и 2 мм

Конструкции были рассчитаны на действие постоянной, снеговой и ветровой нагрузок. Район строительства – город Вологда: IV снеговой район, I ветровой район. Геометрическая схема рамы представлена на рисунке 1.

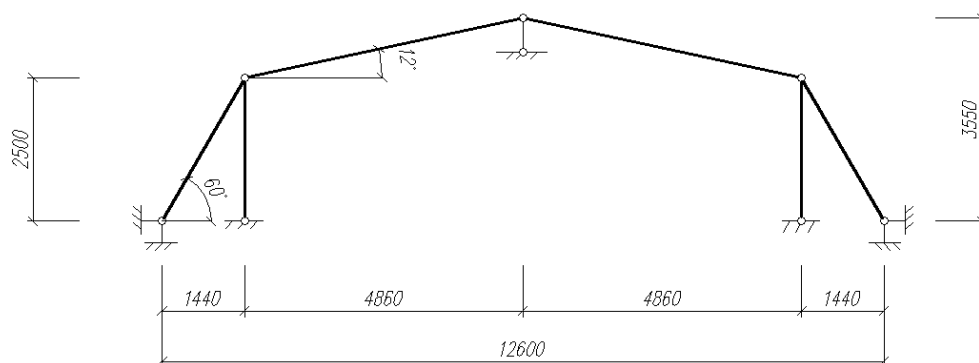


Рис. 1. Геометрическая схема поперечной рамы

Применение тонких холодноформованных изделий порождает ряд проблем расчетного характера, с которыми обычно не сталкиваются при использовании обычных горячекатаных профилей. К ним относятся: неоднородное распределение свойств материала в связи с холодной обработкой, закругленные углы и расчёт геометрических характеристик, местная устойчивость, дисторсионная форма потери устойчивости (сворачивание), крутильная и изгибно-крутильная формы потери устойчивости, сдвиговое запаздывание, скручивание полки, смятие, коробление и выпучивание стенки. Эти эффекты необходимо учитывать при расчетах.

Согласно обеим методикам первоначальным шагом в расчетах является определение геометрических характеристик эффективного (Еврокод) или редуцированного (СП) сечения. Это расчетное сечение, определяемое с учетом потери местной устойчивости.

Рассматривая потерю местной устойчивости стального тонкостенного профиля, профили представляют как совокупность длинных пластин, жестко соединенных в местах изгиба. Принимают, что гибкость пластин достаточно большая, и местная потеря устойчивости происходит в упругой стадии. Поэтому площадь профиля может быть уменьшена в окончательных расчетах на значение, которому соответствуют участки пластинчатых элементов, потерявшие контур при местной потере устойчивости. Концепция эффективной ширины и эффективное сечение термопрофиля показаны на рисунке 2.

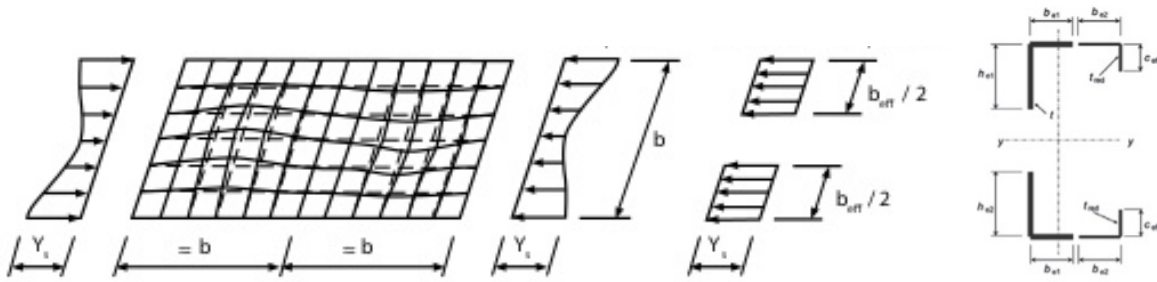


Рис. 2. Концепция эффективной ширины и эффективное сечение

Редуцируют следующие характеристики: размеры и площадь поперечного сечения (b_{red} , t_{red} , A_{red}), момент сопротивления (W_{red}) и момент инерции (I_{red}). Методики определения эффективных сечений по Еврокоду и проекту СП аналогичны.

Далее производятся проверки несущей способности с учетом редуцированных характеристик по первому и второму предельным состояниям.

Проверка несущей способности по первому предельному состоянию на прочность при совместном действии сжатия и изгиба согласно Еврокода производится по следующим формулам:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} + \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{M_{cy,Rd}} + \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{cz,Rd}} \leq 1, \quad (1)$$

$$\frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{M_{cy,Rd}} + \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{cz,Rd}} - \frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1, \quad (2)$$

Проверка на устойчивость:

$$\left(\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}}\right)^{0,8} + \left(\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}}\right)^{0,8} \leq 1, \quad (3)$$

где N_{Ed} – действующая осевая сила;

M_{Ed} – действующий изгибающий момент;

$N_{c,Rd}$ – расчетная несущая способность поперечного сечения по прочности при осевом сжатии;

$M_{c,Rd}$ – расчетная несущая способность поперечного сечения по прочности при изгибе относительно одной из главных осей;

$M_{y,Ed}$ – изгибающий момент относительно оси у-у;

$M_{z,Ed}$ – изгибающий момент относительно оси z-z;

$M_{cy,Rd}$ – расчетная несущая способность поперечного сечения по прочности при изгибе относительно оси у-у;

$M_{cz,Rd}$ – расчетная несущая способность поперечного сечения по прочности при изгибе относительно оси z-z;

$N_{b,Rd}$ – минимальная несущая способность по устойчивости при сжатии;

$M_{b,Rd}$ – несущая способность по потере устойчивости плоской формы изгиба.

Согласно проекту СП проверка на прочность состоит в выполнении условия:

$$\sigma_0 = \left(\frac{N}{A} + \frac{M_x}{I_x} \cdot y_0 + \frac{M_y}{I_y} \cdot x_0 + \frac{B\omega}{I_\omega} \right) \cdot \left(I - \frac{A_0}{A} - \frac{I_{x,0}}{I_x} - \frac{I_{y,0}}{I_y} - \frac{I_{\omega,0}}{I_\omega} \right)^{-1}, \quad (4)$$

$$\frac{N-N_0}{A \cdot R_y \cdot \gamma_c} + \frac{M_x+N_0 \cdot y_0}{I_x \cdot R_y \cdot \gamma_c} \cdot y + \frac{M_y+N_0 \cdot x_0}{I_y \cdot R_y \cdot \gamma_c} \cdot x + \frac{B_\omega+N_0 \cdot \omega_0}{I_\omega \cdot R_y \cdot \gamma_c} \cdot \omega \leq 1,0, \quad (5)$$

На устойчивость:

$$\frac{N}{A_{eff} \cdot \varphi_e \cdot R_y \cdot \gamma_c} \leq 1; \quad (6)$$

$$\frac{M_x}{W_{cx,eff} \cdot \varphi_b \cdot R_y \cdot \gamma_c} \leq 1; \quad (7)$$

где $N_0 = \sigma_0 \cdot A_0$; $M_x = N_0 \cdot y_0$; $M_y = N_0 \cdot x_0$; $B_\omega = N_0 \cdot \omega_0$ - дополнительные напряжения и усилия в сечении от изменения формы сечения за счет редукации сечения;

A_{eff} , $W_{cx,eff}$ - геометрические характеристики эффективного сечения;

φ_e , φ_b - коэффициенты устойчивости;

σ_0 - сжимающее напряжение в зоне потери местной устойчивости;

I_ω - секториальный момент инерции полного сечения;

$I_{x,0}$, $I_{y,0}$ - моменты инерции части сечения, потерявшего местную устойчивость относительно центра тяжести эффективного сечения;

y_0 , x_0 - координаты части сечения, потерявшего местную устойчивость относительно центра тяжести эффективного сечения.

Помимо обеспечения достаточной несущей способности по первому предельному состоянию элемента, он должен соответствовать критериям пригодности к нормальной эксплуатации. То есть прогибы и перемещения элементов при действующих нагрузках не должны превышать предельных значений. Эти расчеты производятся с учетом эффективных характеристик по обеим методикам.

Проверка несущей способности по второму предельному состоянию по Еврокоду состоит в выполнении неравенства:

$$\delta < \delta_{limit}, \quad (5)$$

где δ , δ_{limit} - фактическое и предельное значение прогиба соответственно.

Аналогично по СП:

$$f \leq [f], \quad (6)$$

где f и $[f]$ - фактическое и предельное значение прогиба соответственно.

В результате расчетов были получены аналогичные результаты согласно обеих методик, несмотря на расхождения в расчетных формулах. Были подобраны стоечные термопрофили толщиной 1,5 мм.

1. ЛСТК [Электронный ресурс] // Материал из Википедии — свободной энциклопедии. — Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/ЛСТК>. — Дата доступа: 14.03.2016.

2. Гарднер, Л. Руководство для проектировщиков к Еврокоду 3: Проектирование стальных конструкций EN 1993-1-1, 1993-1-3, EN 1993-1-8: пер. с англ. / Л. Гарднер, Д.А. Нетеркот; ред. серии Х. Гульванесян; М-во образования и науки Росс. Федерации, ФГБОУ ВПО «Моск. гос. строит. ун-т»; науч. ред. пер. А.И. Данилов. Москва : МГСУ, 2012. – 224 с. (Серия «Издано в МГСУ: Еврокоды». Науч. ред. серии В.О. Алмазов).

3. Проект СП Конструкции стальные тонкостенные из холодногнутых оцинкованных про-филей и гофрированных листов. Правила проектирования. – Минстрой России, М., 2014.

РАСЧЕТ НАДЕЖНОСТИ ОДНОЩЕЛЕВОГО ФУНДАМЕНТА НА СТАДИИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПО КРИТЕРИЮ ПРОЧНОСТИ ГРУНТА ОСНОВАНИЯ

О.Л. Борисова

Научный руководитель В.С. Уткин, д-р техн. наук, профессор

Вологодский государственный университет

г. Вологда

С 2010 года действует Закон Российской Федерации №384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений», в котором устанавливаются требования механической безопасности несущих конструкций, в том числе фундаментов. Межгосударственный стандарт ГОСТ 27751-2014 «Надежность строительных конструкций и оснований» рекомендует в качестве меры безопасности использовать вероятность безотказной работы несущих элементов и зданий в целом. По этим документам требования безопасности зданий и сооружений должны быть обоснованы расчетами. Поэтому в данной статье предлагается рассмотреть проблему оценки надежности индивидуального однощелевого фундамента здания на стадии эксплуатации.

В современном строительстве применяются различные типы фундаментов, имеющие как преимущества, так и недостатки. К примеру, недостатками фундаментов на естественном основании являются трудоемкость их возведения, передачу нагрузки на основание только через подошву фундамента (что приводит к перерасходу арматуры, бетона). После некоторых исследований в 80-х годах прошлого столетия была предложена идея применения метода «стена в грунте» для возведения фундаментов мелкого заложения, после чего возникло понятие «щелевые фундаменты».

Щелевые фундаменты (рис. 1) представляют собой столбчатые опоры, устраиваемые способом "стена в грунте". Такие фундаменты представляют наиболее рациональный вид опор для сооружений, передающих значительные

концентрированные нагрузки на основание, а также эффективны в сложных геологических условиях, при высоком уровне грунтовых вод, в стесненных условиях. Несущая способность щелевого фундамента складывается из несущей способности по его подошве и по его боковой поверхности. Применение такого типа фундаментов позволяет сократить сроки, трудоемкость и стоимость строительства.

Наибольшее развитие получила теория расчетов надежности, построенная на вероятностно-статистических методах [1-2]. На эти методы направлены и рекомендации стандарта ГОСТ 27751-2014 при наличии полной статистической информации о случайных величинах. Для расчетов надежности индивидуальных строительных объектов или их элементов, как правило, получить полную статистическую информацию не удастся. В связи с этим в последнее время появился ряд работ по анализу случайных событий для ситуаций с ограниченной статистической информацией [3]. В [4] приведен расчет надежности типового фундамента по всем критериям его работоспособности в условиях эксплуатации и ограниченной статистической информации о контролируемых параметрах. Рассмотрим метод расчета надежности однощелевого фундамента применительно к ограниченной статистической информации о параметрах в расчетной модели на основе теории возможностей.

Щелевые фундаменты (рис. 2) по несущей способности грунта основания рассчитываются по формуле [5]:

$$N \leq F, \quad (1)$$

где N – нагрузка, передаваемая на фундамент от вышележащих конструкций; на стадии обследования фундамента значение N определяется различными методами, в том числе методом, описанным в патенте на изобретение [6] и является случайной величиной; F – несущая способность грунта основания фундамента. Предположим, что фундамент расположен в однородном грунте с постоянной плотностью, тогда по [5]:

$$F = \sigma \cdot A + U \cdot f \cdot h, \quad (2)$$

где: σ – реактивное давление грунта под подошвой фундамента; A – площадь подошвы фундамента; U – сумма площадей высот боковых поверхностей фундамента длиной 1 м; f – удельная сила сопротивления по боковым поверхностям фундамента; нами ведутся работы по разработке

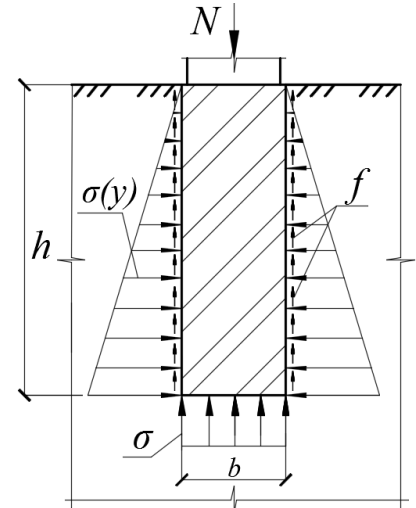


Рис. 1. Схема одно- и двухщелевого фундаментов

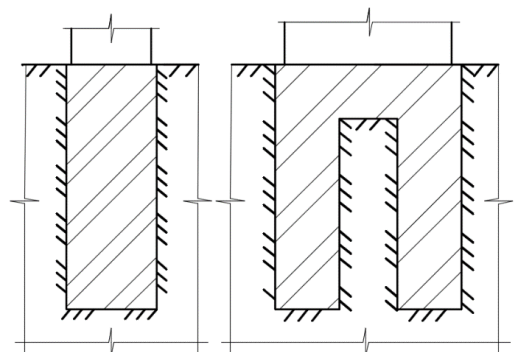


Рис. 2. К расчету надежности однощелевого фундамента

устройства для определения удельного сопротивления по боковой поверхности фундамента и грунта с учетом реальной неровности поверхности фундамента, h – толщина грунта по боковой поверхности щелевого фундамента.

Из формулы (2) видно, что нагрузка, передаваемая щелевым фундаментом на основание, делится на две части: первая часть передается через подошву фундамента, а вторая – через его боковую поверхность. Из (1) и (2) получим для расчета надежности фундамента математическую расчетную модель предельного состояния с учетом изменчивости контролируемых параметров (отмечено волнистой линией над буквами):

$$\tilde{N} \leq \tilde{F} = \tilde{\sigma} \cdot A + U \cdot \tilde{f} \cdot h \quad (3)$$

где A, U, h приняты детерминированными величинами в силу их малой изменчивости при измерениях. Информация о $\tilde{\sigma}$ и $\tilde{f}$ ограниченная для индивидуального фундамента на стадии эксплуатации, поэтому расчет проводим на основе теории возможностей [7]. В соответствии с [7] $\tilde{N}$ и $\tilde{F}$ – нечеткие переменные, характеризующиеся функцией распределения возможностей. Наибольшее использование [8] для их описания получила функция распределения возможностей нечеткой переменной X вида:

$$\pi_X(x) = \exp\left[-((x - a_x)/b_x)^2\right], \quad (4)$$

где x – значение (неизвестное) нечеткой переменной; $a_x = 0,5 \cdot (X_{\max} + X_{\min})$;

$b_x = 0,5 \cdot (X_{\max} - X_{\min}) / \sqrt{-\ln \alpha}$; $\alpha \in [0; 1]$. Значением α (уровнем среза) задаются по [9].

Для левой части неравенства расчетной модели (3) используем правило сложения функций распределения возможностей [8] при одинаковых значениях уровня среза α . Обозначим $\tilde{\sigma} \cdot A = X$, $U \cdot \tilde{f} \cdot h = Y$ и $\tilde{N} = Z$. Тогда (3) примет вид:

$$Z \leq \Phi = X + Y \quad (5)$$

По правилу [8] сложения функций $\pi_X(x)$ и $\pi_Y(y)$ нечетких переменных от нечетких аргументов X и Y найдем условное «среднее» $a_\Phi = a_x + a_y$ и рассеяние $b_\Phi = b_x + b_y$ при одном и том же значении α . На рис. 3 показаны функции $\pi_Z(z)$ и $\pi_\Phi(\varphi) = \pi_X(x) + \pi_Y(y)$. При $a_\Phi \geq a_z$ имеем возможность безотказной работы фундамента $R = 1$. На рис. 4 показаны значения возможности

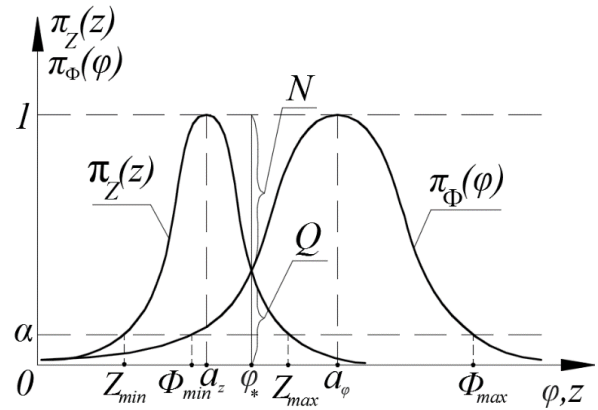


Рис. 3. Функции распределения возможностей $\pi_\Phi(\varphi)$ и $\pi_Z(z)$

отказа Q и необходимости безотказной работы N при $a_\varphi \geq a_z$ и абсцисса φ^* – точка пересечения функций $\pi_\varphi(\varphi)$ и $\pi_z(z)$.

Значение φ^* находят из $\pi_z(z) = \pi_\varphi(\varphi)$ или $\left|(\varphi^* - a_z)/b_z\right| = \left|(\varphi^* - a_\varphi)/b_\varphi\right|$.

Из корней этого уравнения выбирают значение φ^* , удовлетворяющее условию $a_\varphi \geq \varphi^* \geq a_z$. Подставляя значение φ^* в $\pi_z(z)$ или $\pi_\varphi(\varphi)$ находят значение $Q = \pi_\varphi(\varphi^*)$ при $a_\varphi \geq a_z$, а также $N = 1 - Q$.

Рассмотрим пример. Пусть условно известны (см. рис. 2): $h = 3\text{ м}$; $\alpha = 0,1$; $\tilde{N} \in \{0,56; 0,6; 0,64\} \text{ МН}$; $\tilde{\sigma} \in \{0,7; 0,75; 0,8\} \text{ МН} / \text{м}^2$; $\tilde{f} \in \{0,03; 0,035; 0,04\} \text{ МН} / \text{м}^2$; $b = 0,4\text{ м}$; $l = 1\text{ м}$.

По исходным данным получим: $a_x = 0,27 \text{ МН}$; $b_x = 0,0119 \text{ МН}$; $a_y = 0,504 \text{ МН}$; $b_y = 0,0474 \text{ МН}$; $a_z = 0,774 \text{ МН}$; $b_z = 0,06 \text{ МН}$; $a_\varphi = 0,6 \text{ МН}$; $b_\varphi = 0,0264 \text{ МН}$; так как $a_z = 0,6 < a_\varphi = 0,774$, то $R = 1$. Из $\left|(\varphi^* - 0,774)/0,06\right| = \left|(\varphi^* - 0,6)/0,0264\right|$ найдем $\varphi^* = 0,647 \text{ МН}$.

$Q = e^{-(0,647-0,774)/0,06)^2} = e^{-4,48} = 0,01133$, $N = 1 - Q = 0,98867$.

Надежность фундамента по критерию прочности грунта характеризуется интервалом $[0,98867; 1]$. Истинное значение вероятности безотказной работы находится внутри этого интервала.

Выводы:

1. Предложен новый метод расчета надежности индивидуального однощелевого фундамента здания на стадии эксплуатации.
2. Приведены числовые примеры расчета надежности в качестве алгоритма расчета надежности.
3. Предложенный метод расчета надежности может быть использован для расчета надежности многощелевого фундамента, показанного на рис. 1.

1. Аугусти, Г. и др. Вероятностные методы в строительном проектировании / Г. Аугусти, А. Баратта, Ф. Кашиати, пер. с англ. Ю.Д. Сухова. – М.: Стройиздат, 1988. – 584 с.

2. Шпете, Г. Надежность несущих строительных конструкций / Г. Шпете; пер. с нем. О. Андреева. – М.: Стройиздат, 1994. – 288 с.

3. Уткин, В.С. Расчет надежности оснований и фундаментов при различной информации. LAG LAMDERT Academic Publishing. – Германия, 2014. – 100 с.

4. Уткин, В.С. Расчет надежности ленточного фундамента под продольной стеной здания на стадии эксплуатации / В.С. Уткин, О.Л. Борисова // Строительная механика и расчет сооружений. – №5. – 2016. – С. 50-58.
5. Павлов, В.В. Щелевые фундаменты зданий / В.В. Павлов, Л.А. Аверьянова, Б.Г. Алексеев и др. – Стройиздат, Красноярский отдел, 1992. – 141с.
6. Пат. 2582495 Российская Федерация. Способ измерения и мониторинга давления на бетонные и кирпичные несущие стены и фундаменты зданий и сооружений на заданном уровне на стадии эксплуатации. Авторы: В.С. Уткин, Н.В. Горева, Д.А. Тропина; заявитель и патентообладатель Волог. гос. ун-т. – 2016.
7. Дюбуа, Д. Теория возможностей. Приложения к представлению знаний в информатике / Д. Дюбуа, А. Прад. – М.: Радио и связь, 1990. – 288 с.
8. Уткин, В.С. Определение надежности строительных конструкций: Учебное пособие. – 2-е изд., перераб. / В.С. Уткин, Л.В. Уткин. – Вологда: ВоГТУ, 2000. – 175 с.
9. Уткин, В.С. Значение уровня среза (риска) при расчете надежности несущих элементов возможным методом / В.С. Уткин, С.А. Соловьев, А.А. Каберова // Строительная механика и расчет сооружений. – 2015. – №6. – С. 63-67.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ОГНЕСТОЙКОСТИ ПЛИТ «VELOX»

А.И. Васильева

*Научный руководитель **И.С. Казакова**, канд. техн. наук, доцент
Вологодский государственный университет
г. Вологда*

Технология VELOX была разработана в 1967 году австрийской фирмой для ускоренного возведения утепленного жилья и успешно применяется в России. На территории России производит продукцию с 2003 промышленная группа ROSSTRO-VELOX, расположенная на территории г. Кингисеппа Ленинградской области [1]. Второй завод в России, производящий опалубку по технологии VELOX, – АО «БелВелокс».

В России в настоящее время отсутствует ГОСТ на качество плит VELOX. Производителями VELOX разработаны свои собственные стандарты на выпускаемую продукцию ТУ 5537-001-23076514-2003 "Плиты щепоцементные "ROSSTRO-VELOX"" [3], в связи с чем требуется проведение испытаний материала с целью подтверждения его характеристик.

Строительная система VELOX представляет технологию монолитного строительства, где стены и перекрытия бетонируются в опалубке, изготовлен-

ной из щепоцементных плит, которая после бетонирования остается, является частью конструкции стены или перекрытия (рис.) и выполняет роль утеплителя. На долю этого утеплителя приходится 12 % сопротивления теплопередаче от общего сопротивления теплопередаче конструкции стены VELOX.

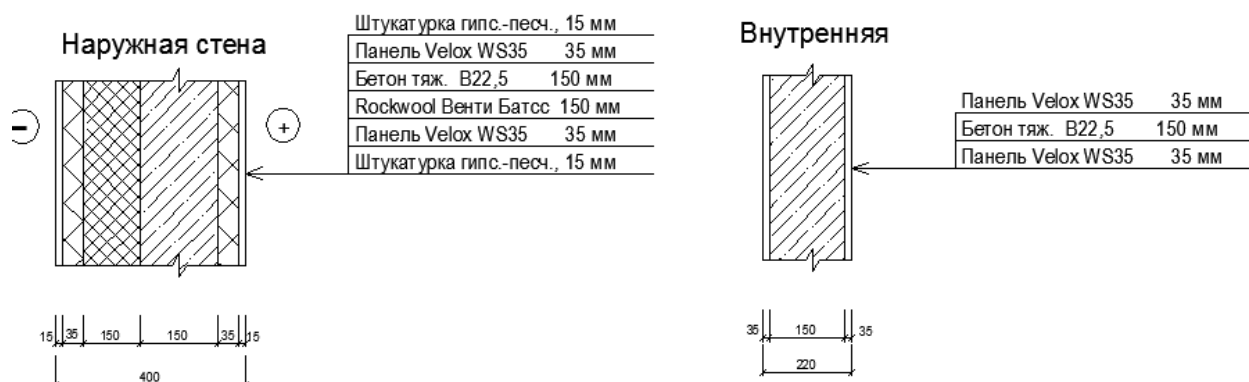


Рис. Конструкция наружной и внутренней стены.

Целью данной работы является исследование влияния водопоглощения на теплопроводность плит VELOX.

Плиты VELOX на 95% состоят из древесины, поэтому они впитывают влагу. Был поставлен эксперимент по оценке максимального намокания материала.

Методика водопоглощения образцов по массе определялась по ГОСТ Р ЕН 12087-2008 "Изделия теплоизоляционные, применяемые в строительстве. Методы определения водопоглощения при длительном погружении". Для испытания было принято 5 контрольных образцов размером 150x150x10 мм.

Водопоглощение по массе определялось как разность веса образцов материала в насыщенном водой и сухом состояниях в процентах от веса сухого материала по формуле:

$$W_m = \frac{(m_s - m_c)}{m_c} \cdot 100\%,$$

$$W_m = 30\%$$

где m_s – масса образца, насыщенного водой;

m_c – масса образца высушенного до постоянной массы.

Экспериментально было установлено водопоглощение плит при полном погружении в воду на 24 часа. Оно составило 30%.

Теплопроводность насыщенных водой и высушенных до постоянной массы образцов материала VELOX определяется по ГОСТ 7076-99 "Материалы и изделия строительные. Метод определения теплопроводности и термического сопротивления при стационарном тепловом режиме" при помощи прибора ИТС-1. Значение коэффициента теплопроводности образца VELOX в сухом состоянии при температуре $20 \pm 5^\circ\text{C}$ составляет $0,15 \text{ Вт/м}^\circ\text{C}$. При расчет-

ном водопоглощении 30% коэффициент теплопроводности материала VELOX составляет $0,261 \text{ Вт/м}^0\text{С}$.

Требуемое сопротивление теплопередаче для Вологодской области $R^{\text{треб}}_0 = 3,98 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{С/Вт}$ [2].

Определим приведенное сопротивление теплопередаче R_0 стены, при условии намокания плит VELOX на 30 %, в соответствии с п. 9.1 [2] по формуле: $R_0 = 1/\alpha_{\text{в}} + R_{\text{к}} + 1/\alpha_{\text{н}}$, $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С/Вт}$, которое составляет $R_0 = 4,25 \text{ Вт/м}^0\text{С}$.

Таким образом, при намокании материала щепоцементной плиты VELOX на 30%, сопротивление теплопередаче конструкции соответствует требованиям.

Эксперимента по максимальному намоканию материала недостаточно, поэтому в настоящее время разработана методика проведения эксперимента для установления зависимости водопоглощения от теплопроводности материала VELOX. Водопоглощение материала и соответствующее им сопротивление теплопроводности будет замеряться через 2, 4, 6, 8, 12, 24, 36, 48 часов.

По полученным значениям водопоглощения и значениям коэффициента теплопроводности будут рассчитываться значения приращения теплопроводности на 1% водопоглощения материала по формуле:

$$\Delta\lambda = \frac{(\lambda_w - \lambda_0)}{w},$$

λ_w - теплопроводность образца после водонасыщения;

λ_0 - теплопроводность образца до водонасыщения;

w - влагопоглощение образца.

Другой важной характеристикой кроме теплоизоляционных свойств ограждающих конструкций является пожаробезопасность.

В 2007 году Академией госпожслужбы МЧС в г. Москве были проведены испытания на огнестойкость плиты VELOX российского производства (рис.1). Пожарные испытания показали повышенные противопожарные характеристики: щепоцементные плиты VELOX являются слабогорючим (Г1), трудновоспламеняемым (В1) строительным материалом малой дымообразующей способностью (Д1).

Наружные стены толщиной 320 мм с эффективным утеплителем пенополистиролом, внутренние стены толщиной 220мм и ребристое монолитное перекрытие VELOX толщиной 270мм выдерживает воздействие 900-градусной температуры более двух часов, при этом они не меняют своих конструктивных и несущих способностей. Предел огнестойкости конструкции внутренних и наружных стен REI 150, перекрытий REI 60. Класс пожарной опасности стен K0.

1. Технология строительства Velox [Электронный ресурс удаленного доступа] – Режим доступа:– <http://www.rosstro-velox.ru/> Дата доступа: 15.04.2015.

2. СП 50.13330.2012. Свод правил. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003.: утв. приказом Министерства регионального развития Российской Федерации (Минрегион России) от 30 июня 2012 г. N 265 и введен в действие с 1 июля 2013.- М.: ФГУП, 2012.- 82с.

3. Технические условия. ТУ 5537-001-23076514-2003 Плиты щепоцементные ROSSTRO-VELOX: С-Пб., 2003г.

ПРОБЛЕМЫ ОЦЕНКИ ВЕТРОВЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ВЫСОТНЫЕ ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ

А.В. Груздева

Научный руководитель Н.М. Дементьев, канд. техн. наук, доцент

Вологодский государственный университет

г. Вологда

На сегодняшний день высотное строительство пользуется большой популярностью. По причине нехватки земли в крупных городах и мегаполисах застройщики отдают предпочтение высотным сооружениям. Также играет большую роль и экономическая сторона вопроса: из-за роста цен на землю, стали строить высотные здания.

Во время строительства и эксплуатации на высотное здание действуют множество различных нагрузок, в том числе и ветровые. При строительстве здания в высоту, увеличивается площадь, на которую действует ветер и здание стремиться к отрыву от земли. Поэтому одной из важных проблем является расчет и моделирование действия ветровой нагрузки. Исходя из вышесказанного, перед проектировщиком встают следующие задачи:

- необходимость расчета действия ветровой нагрузки на высотные здания сложной формы, вычисление которого по методикам СНиП не всегда возможно, ввиду ограничения предлагаемых нормативными документами схем;
- совершение многоразовых испытаний и нахождение оптимальных конструкций объекта, не изготавливая его пробных экземпляров;
- получение разных характеристик объекта в числовом или графическом виде.

Ветровое воздействие является одним из основных временных воздействий на здание. Давление ветра в средней части России на высоте до 10 м принимается равным 270 Па, а уже на высоте 100 м принимается равной 570 Па. С подветренной стороны здания возникает отсос (отрицательное давление), который еще больше увеличивает влияние ветровой нагрузки. На рисунке изображена схема распространения ветра на высотное здание прямоугольной формы.

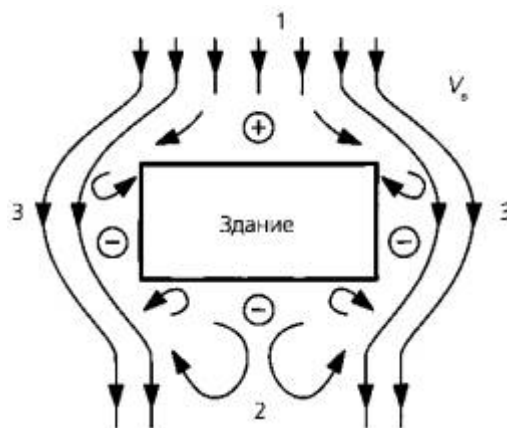


Рис. Схема распространения ветра

При проектировании зданий и сооружений важной характеристикой является не только сила, действующая на здание целиком, но и распределение давления вокруг здания. Последнее позволяет рассчитать опрокидывающий момент, а также инфильтрацию воздуха через ограждающие конструкции здания.

Задаче расчёта ветровых воздействий на здание на стадии эксплуатации необходимо уделять должное внимание, поскольку от ее решения напрямую зависит безопасность и стоимость высотных строительных комплексов. При заниженном значении ветровой нагрузки строительные конструкции обладают недостаточной прочностью, а при завышенном – происходит удорожание строительства. Следует отметить многообразие форм, которые могут иметь различные здания и сооружения. Традиционно данная задача решается с использованием аэродинамических формул, изложенных в СП “Нагрузки и воздействия”. Однако расчет ветровых нагрузок с помощью аэродинамических формул СП является неточным. Кроме того, в нём даны формулы для ограниченного числа форм зданий и сооружений, и отсутствуют формулы для расчета зданий в застройках.

Также для определения влияния и распространения ветровой нагрузки на здания и сооружения, проектировщики используют специальную аэродинамическую трубу для продува в ней модели здания в масштабе от 1:150 до 1:500. Это позволяет определять градостроительно-планировочные недостатки, чрезмерные нагрузки на конструкции, возможные места возникновения вибраций и шумов, давление на здание, как влияет окружающая застройка, шум от ветра и другие параметры. Полученные результаты переносятся на реальный объект с корректирующими коэффициентами точности. Однако применение этой методики не всегда возможно для многих проектировщиков ввиду высокой стоимости и малой доступности оборудования.

При компьютерном моделировании учитываются скорость, характер и направление ветра, рельеф местности, плотность окружающей застройки, на-

личие близости леса и объемно-пространственная структура самого здания. Как правило, чем больше объектов находится рядом, тем больше высота, на которой достигается максимальная ветровая нагрузка. В области пограничного слоя воздуха скорость ветра может увеличиться в четыре раза. Под пограничным слоем понимается приземной слой атмосферы (в центре городов ~ 460 м), в котором поверхность земли оказывает тормозящее воздействие на движущую массу воздуха, выше его скорость ветра постоянна. Нагрузки, вызванные воздушными потоками повышенной скорости вокруг здания (турбулентные, круговые восходящие, всасывающие), создают колебания, сравнимые с 4- и даже 5-балльным землетрясением [1].

Кроме этого, возникают неприятные звуки от перекоса конструкций, от проникания ветровых потоков в оконные щели, а также «завывания» вокруг здания. Наибольшее давление ветра наблюдается в центре вертикальной поверхности с наветренной стороны, где движение ветра практически прекращается. Давление постепенно уменьшается по мере возрастания скорости потока в направлении верха здания. Примерно с середины высоты 40% потоков воздуха начинает движение вниз вдоль фасада. Это может создавать ветровые нагрузки на уровне входа в здание даже большие, чем на высоте 100 м [1].

Отметим, как уже было сказано выше, что вышеперечисленные стандартные инженерные методики основаны на упрощённых зависимостях распространения струйных течений и не могут отражать реальной оценки влияний ветровых воздействий на высотные здания и сооружения.

Компьютерное моделирование является одним из эффективных методов изучения сложных систем [2]. Компьютерные модели проще и удобнее исследовать в силу их возможности проводить вычислительные эксперименты, в тех случаях, когда реальные эксперименты затруднены из-за финансовых или физических препятствий, или могут дать непредсказуемый результат [2].

1. Проектирование высотных зданий-специфика [Электронный ресурс]: сайт. – Режим доступа: <http://delovoy-kvartal.ru/>

2. Компьютерное моделирование [Электронный ресурс]: сайт.- Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/>

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОТИВОПОЖАРНЫХ ЛАКОКРАСОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ РАЗЛИЧНОГО ТИПА ДЛЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ

Л.О. Дрозд

Научный руководитель Ш.Э. Булгаков, канд. техн. наук, доцент

Вологодский государственный университет

г. Вологда

В течение последних 10 лет в России возросли продажи лакокрасочных огнезащитных покрытий для металлоконструкций. Рост популярности данных покрытий обусловлен их способностью обеспечивать экономически выгодную защиту конструкций от огня, одновременно обеспечивая привлекательный внешний вид металлоконструкций. Огнезащитные краски созданы для сохранения человеческих жизней и уменьшению разрушений строительных конструкций.

Технологии огнеупорных покрытий известны уже много лет, сейчас они стремительно развиваются, следуя спросом рынка. В настоящее время существуют множество разных видов огнезащитных красок с различными характеристиками и ценами. В данной статье мы выполним обзор типов лакокрасочных огнезащитных покрытий и выберем наиболее выгодную по свойствам и стоимости.

Исследуем, какие противопожарные лакокрасочные покрытия применяются при защите строительных металлических конструкций. Огнезащитные лакокрасочные покрытия подразделяются на две группы: не вспучивающиеся и вспучивающиеся. Невспучивающиеся краски при нагревании остаются прежними в своей толщине слоя. Вспучивающиеся краски при нагревании увеличивают толщину слоя в 10-40 раз. Обычно вспучивающиеся краски более эффективны, так как при нагревании происходит образование вспененного слоя в виде расплава негорючих веществ. В результате выделяющихся при тепловом воздействии газообразных и парообразных веществ получается вспененный слой, который обладает высокими теплоизоляционными свойствами. Образующийся пористый слой обугливается, покрытие является теплоизоляционным слоем между источником тепла и защищаемой поверхностью. Объем образовавшегося обугленного слоя, в зависимости от состава, может составлять от 5 до 200 первоначальных объемов покрытия [1].

Составляющие противопожарных лакокрасочных покрытий:

- 1) красящий пигмент – придание цвета;
- 2) наполнитель (тальк, каолиновая вата, распушенный асбест, вермикулит) – увеличение объёма и придание негорючих качеств;

3) связующее вещество (жидкое калиевое стекло) – образование равномерной плёнки при затвердевании.

В исследовательской работе были рассмотрены огнезащитные краски, их характеристики и цена, представленные в таблице.

Таблица

Сравнительные характеристики огнезащитных покрытий

Название краски	Основа (растворитель)	Предел огнестойкости МК, мин	Срок эксплуатации, год	Расход краски для 90 мин	Толщина покрытия, мм	Цена за 1 кг, руб
NEOMID	водная	45,60,90	25	2,8	2	220
Неофлэйм513	водная	45,60,90	25	3,13	1,74	275
Феникс	органическая	45,60,90,120	30	2,1	1,3	420
Джокер 521	водная	45,60,90	15	1,75	1,7	360
ВУП-ЗР	органическая	45,60,90	30	3,2	1,98	290
Огнелат	водная	45,60,90	10	3,3	2,2	185
Термобарьер	органическая	45,60,90,120	20	2,15	3,2	290
Айсберг	водная	45,60,90,120	30	2,28	1,5	530

На основе данных таблицы была построена диаграмма, показывающая зависимость расхода краски от предела огнестойкости строительных металлических конструкций, представленная на рисунке 1.

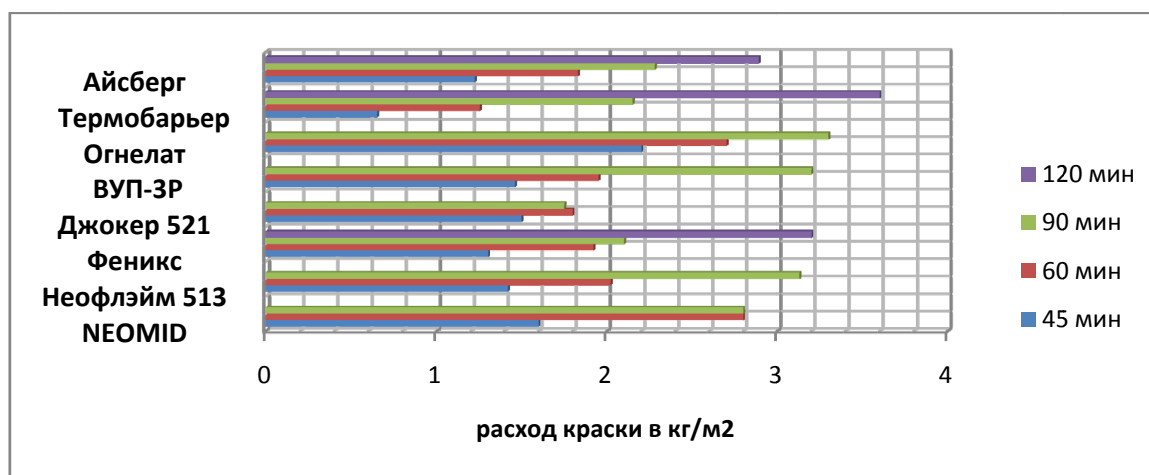


Рис. 1. Зависимость расхода краски от предела огнестойкости строительных металлических конструкций

Из построенной диаграммы можно сделать вывод, что наиболее эффективно по расходу краски огнезащитное лакокрасочное покрытие "Термобарьер". Оно предназначено для повышения предела огнестойкости

металлических конструкций зданий и сооружений до R45, R60, R90, R120. Покрытие образованное огнезащитной краской "Термобарьер" соответствует нормам и правилам пожарной безопасности установленным в НПБ 236-97[2].

В настоящее время большой вопрос уделяется экономическому аспекту, поэтому была выполнена диаграмма, которая показывает стоимость противопожарной краски для пределов огнестойкости R45, R60, R90, R120.

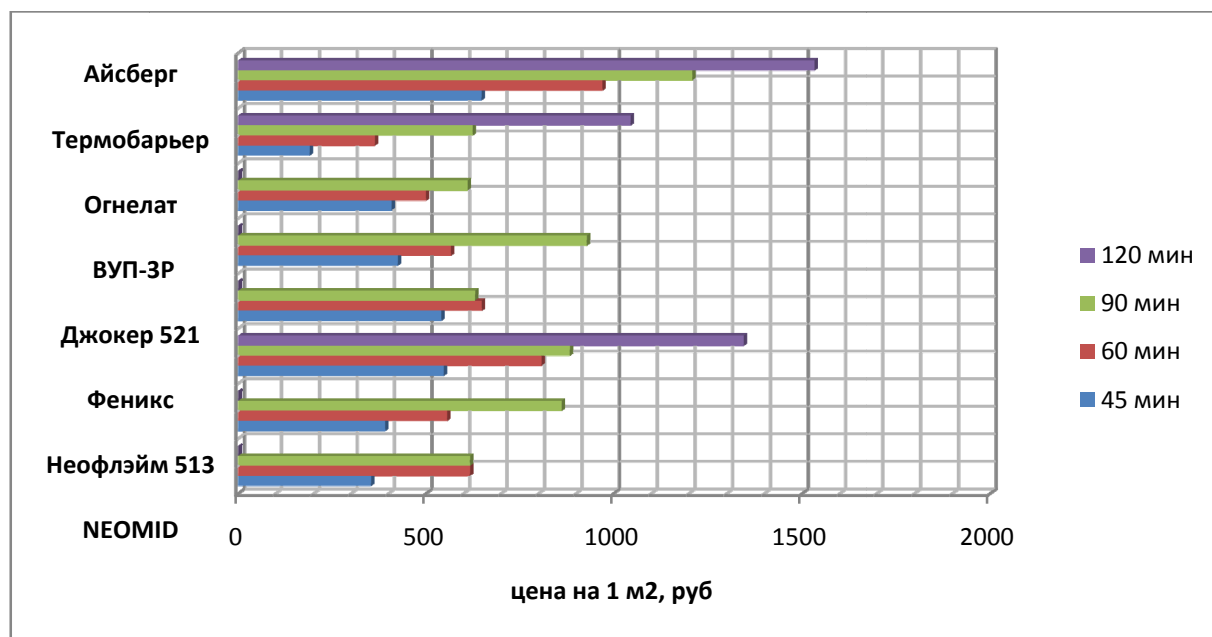


Рис. 2. Стоимость краски для пределов огнестойкости R45, R60, R90, R120

На основе диаграммы мы видим, что самой экономически выгодной оказалась огнезащитная краска "Термобарьер".

Таким образом, проведя исследование по различным типам огнезащитных лакокрасочных покрытий, можно сделать вывод, что наиболее целесообразно применять противопожарную краску "Термобарьер". Но была рассмотрена малая часть различных огнеупорных красок. Технологии огнезащитных вспучивающихся покрытий развиваются быстрыми темпами, поэтому возможно появление наиболее эффективных покрытий, удовлетворяющих спрос рынка.

1. НПБ 236-97 Огнезащитные составы для стальных конструкций. общие требования. метод определения огнезащитной эффективности. – Введ. 29.04.1997. – М. – 7 с.

2. [электронный ресурс]: содержит сведения о строительных материалах. – электрон. дан. – режим доступа: <http://www.himpark.ru>

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РУЛОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ПО СТАЛЬНЫМ КРОВЛЯМ ЗДАНИЙ

А.П. Евсеева

Научный руководитель И.С. Казакова, канд. техн. наук, доцент

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Главным принципом длительной и надежной эксплуатации кровель является правильное их проектирование. Но любая кровля имеет свой ограниченный срок эксплуатации, кроме того, нельзя исключать и человеческий фактор при ее устройстве. Именно поэтому просто невозможно обойтись без ремонта даже металлической кровли, несмотря на ее долговечность. Основным повреждением металлической фальцевой является коррозия, следствием которой могут быть протечки. Ремонт таких кровель с большим износом, в свою очередь, требует больших материальных и трудовых затрат, снизить которые возможно благодаря использованию рулонных материалов. Использование рулонных материалов – это новое направление при ремонте стальных кровель. Кроме того, появился новый тип рулонных кровель по основанию из стеновых сэндвич-панелей. Такой тип кровли не представлен в нормативной литературе. В настоящее время он находится на стадии исследования, поскольку не каждый рулонный материал возможно использовать на таких кровлях.

Рассмотрим, какие рулонные покрытия наиболее целесообразно применять для ремонта стальной и устройства новой кровли, поскольку не каждый материал подойдет для устройства на такое основание. Причиной этому являются характеристики материала рулонных покрытий, которые на рынке строительных материалов многообразны и различны по цене, качеству и физико-механическим показателям, таким как прочность, относительное удлинение, гибкость и диапазон температур применения (табл. 1, 2). Исходя из данных показателей, можно выделить два подхода в выборе покрытия. В первом подходе основой выбора служит эластичность, во втором – прочность материала. Материалы, удовлетворяющие первому подходу – полимерные рулонные покрытия, которые обладают большим относительным удлинением при разрыве. Во втором подходе рассматриваем битумно-полимерные материалы, обладающие большой разрывной силой при растяжении.

Проанализировав и сравнив две группы этих материалов (см. таблицы 1, 2) можно сделать следующие выводы. Более современными и подходящими материалами для устройства на стальную кровлю являются полимерные мембраны, однако в разговорах об их преимуществах обычно умалчивают важнейшую деталь – очень большую стоимость их применения. Кроме стоимости, плюсом битумно-полимерных материалов является довольно высокая прочность, что компенсирует недостаток эластичности.

Таблица 1

Характеристики полимерных мембран

Наименование материала	Технические характеристики материала					
	Условная прочность, МПа Арм/неарм	Относительное удлинение при разрыве, %	Гибкость при отрицательных температурах, °С	Теплостойкость, °С	Долговечность, лет	Стоимость руб. за м2
Элон супер Н	-/9,9	452	-35	+120	До 25	425
LOGICROOF	12/-	125	-45	-	25-30	600-400

Таблица 2

Характеристики полимерно-битумных материалов

Наименование материала	Технические характеристики материала					
	Условная прочность, МПа Арм/неарм	Относительное удлинение при разрыве, %	Гибкость при отрицательных температурах, °С	Теплостойкость, °С	Долговечность, лет	Стоимость руб. за м2
Техноэласт – ТИТАН – SOLO	≈ 20	-	-25	+140	35	278
Монокрон	≈ 14,8	43	-25	+110	20	142

Остановимся на применении битумно-полимерных материалов для ремонта стальной кровли. Это материалы на нетканой или синтетической основе из полиэстера, стеклохолста или стеклоткани. Наиболее подходящей основой для применения на стальных кровлях является полиэстер, он не уступает по прочности основе из стеклоткани, а так же обладает относительным удлинением до 50%.

Полотнища битумно-полимерного материала настилают методом наплавления. Применение огневого метода монтажа рулонных материалов возможно при ремонте фальцевых кровель и крайне нежелательно при устройстве новых кровель по сэндвич-панелям. Отсюда появляется необходимость в применении безогневых способов укладки битумно-полимерных материалов. К таким способам можно отнести:

- механическое закрепление материалов;
- наклеивание материалов с применением холодных мастик;
- наклеивание материалов с применением растворителей;

При возведении новых кровель по стеновым сэндвич-панелям следует убедиться в возможности использования рулонного материала по такому ос-

нованию. Важно знать, выдержит ли температурную нагрузку клеевое соединение обшивки и утеплителя сэндвич-панели, поскольку рулонный материал стремительно нагревается в жаркую погоду, а следовательно, и нагревает металлическую обшивку. Температура нагрева поверхности рулонного материала темного цвета в летнее время, которая может превышать 70°C. В свою очередь, клей для сэндвич панелей различных марок, по данным производителя, работает в диапазоне температур от -50°C до 90°C.

Определим температуру поверхности рулонной темной кровли в дни с максимальной температурой воздуха в различных регионах России [1, 2]. Воспользуемся формулами, применяемыми для оценки влияния параметров окружающей среды на здание, т.е. при расчете теплопритоков через ограждающие конструкции здания [4]. Температура наружного воздуха, воздействие которой на ограждение эквивалентно суммарному воздействию температуры наружного воздуха и солнечной радиации является условной температурой. Температура поверхности кровли t_n может быть определена по формуле для определения температуры в произвольном сечении многослойной стенки, которая в нашем случае будет иметь следующий вид:

$$t_n = t_y + \frac{t_y - t_g}{\alpha_n \cdot R}, \text{ где } t_y - \text{условная температура, } ^\circ\text{C}, t_y = t_H + \frac{p \cdot q}{\alpha_n};$$

t_b – температура внутреннего воздуха, °C;

R – термическое сопротивление покрытия, $\text{м}^2\text{K/Вт}$, $R = \frac{1}{\alpha_n} + \sum \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{1}{\alpha_g}$;

α_n – суммарный коэффициент теплоотдачи на наружной поверхности, $\text{Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{K})$, $\alpha_n = 1,16 \cdot (5 + 10 \cdot \sqrt{v})$

Таблица 3

Расчетная температура поверхности кровли

Населенный пункт	Расчетная температура наружного воздуха, °C	Минимальная из средних скоростей ветра за июль, м/с	Интенсивность суммарной солнечной радиации, Вт/м ²	Расчетная температура наружной поверхности покрытия, °C	Разность температур (кровля-наружный воздух)
Астрахань	32	3,2	880,7	62,26	30,26
Волгоград	31	1	877	77,2	46,2
Вологда	26	1	856	71,02	45
Мурманск	20	5,5	889	44,43	24,43
Анадырь	16	12,7	855	32,4	16,39
Краснодар	31	1	886	77,67	46,67

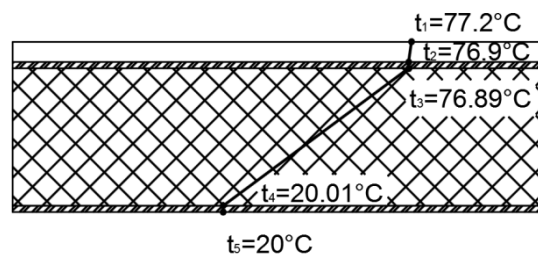


Рис. 1. Распределение температуры в кровельном пироге при 77,2 °С

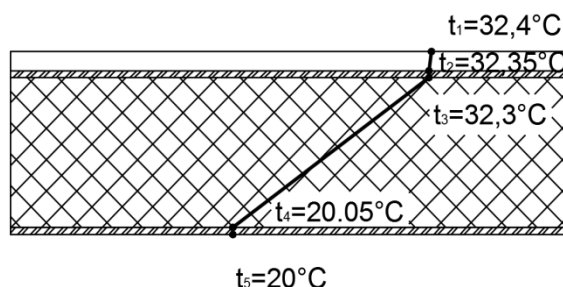


Рис. 2. Распределение температуры в кровельном пироге при 32,4 С

Параметры, которые существенно влияют на температуру поверхности битумно-полимерной кровли: коэффициент теплообмена, зависящий только от расчетной скорости ветра; температура наружного воздуха; интенсивность падающей на поверхность кровли суммарной солнечной радиации; коэффициент поглощения.

Исходя из полученных температур для разных регионов [3] можно сделать вывод о том, что битумно-полимерный рулонный материал может быть использован на кровельных сэндвич-панелях, но в зависимости от региональной принадлежности объекта строительства.

1. Воронин А.М, Орлов Ю.Н. Факторы, влияющие на температуру плоских кровель [Текст] / А.М. Воронин, Ю.Н. Орлов // Кровли. – 2008. – № 6. – С. 34-36.

2. Семенов Ю.В. Температура здоровья кровли [Текст] / Ю.В. Семенов // Кровли. Интернет издание -2012.

3. СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99* (с Изменением N 2): Приказом Министерства регионального развития Российской Федерации (Минрегион России) 30.06.2012 г. № 275 – Введ. 01.01.2013. – М.: Минрегион России, 2012. – 386 с.

4. Строительная теплофизика: Учебник /В.М..Богословский. – М.: Высшая школа, 1982. – 415 с. [Т]

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОНСТРУКТИВНОЙ СХЕМЫ ЗДАНИЯ НА ЕГО ДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Е.И. Кабакова

*Научный руководитель Н.М. Дементьев, канд. техн. наук, доцент
Вологодский государственный университет
г. Вологда*

Землетрясения – разрушительное и непредсказуемое природное явление. На данный момент в России более 30% территорий являются сейсмоопасными. Кроме того, наблюдается тенденция увеличения сейсмических зон. В связи с этим при строительстве в таких районах следует выполнять требования и рекомендаций СП 14.13330.2014[3], одним из которых является разработка симметричных, простых конструктивно-планировочных решений зданий и сооружений.

В работе проводится исследование влияния конструктивной схемы (три варианта конструктивной схемы) монолитного железобетонного каркасного двенадцатиэтажного жилого здания на его динамические характеристики при одинаковом варианте ограждающих конструкций стен, конструкции кровли и фундамента. Все три варианта конструкций вписаны в один строительный объём.

Первый вариант конструктивной схемы:

- несущие монолитные железобетонные колонны сечением 400х400мм из бетона класса В25;
- несущие диафрагмы жесткости по контуру лестнично-лифтового узла, а также дополнительные диафрагмы в количестве трех в продольном и поперечном направлении толщиной 160 мм из бетона класса В25;
- конструкция перекрытий и покрытия – монолитные железобетонные плиты толщиной 180 мм из бетона класса В25;
- конструкция фундамента – монолитная железобетонная плита толщиной 700 мм из бетона класса В25.

Второй вариант конструктивной схемы:

- несущие монолитные пилоны сечением 200х1000мм из бетона класса В25, ориентированные преимущественно вдоль оси ОХ;
- несущие диафрагмы жесткости по контуру лестнично-лифтового узла, а также дополнительные диафрагмы в количестве трех в продольном и поперечном направлении толщиной 160 мм из бетона класса В25;
- конструкция перекрытий и покрытия – монолитные железобетонные плиты толщиной 180 мм из бетона класса В25;
- конструкция фундамента – монолитная железобетонная плита толщиной 700 мм из бетона класса В25.

Третий вариант конструктивной схемы:

- несущие монолитные пилоны сечением 200x1000мм из бетона класса B25, ориентированные преимущественно вдоль оси ОХ;
- несущие диафрагмы жесткости по контуру лестнично-лифтового узла, а также дополнительные диафрагмы в количестве четырех с оптимизированным расположением в продольном и поперечном направлении в углах здания толщиной 160 мм из бетона класса B25;
- конструкция перекрытий и покрытия – монолитные железобетонные плиты толщиной 180 мм из бетона класса B25;
- конструкция фундамента – монолитная железобетонная плита толщиной 700 мм из бетона класса B25.

Во всех трех вариантах принимаем категорию грунта II.

В ходе исследования выполнен расчет здания с расчетной сейсмичностью 7 баллов с учетом конструктивной схемы в программном комплексе SCAD Office 11.5 в соответствии с нормативной литературой [1], [2], [3].

В результате исследования были определены периоды и формы колебаний для каждой конструктивной схемы.

Формы колебаний здания представлены на рисунках 1-3.

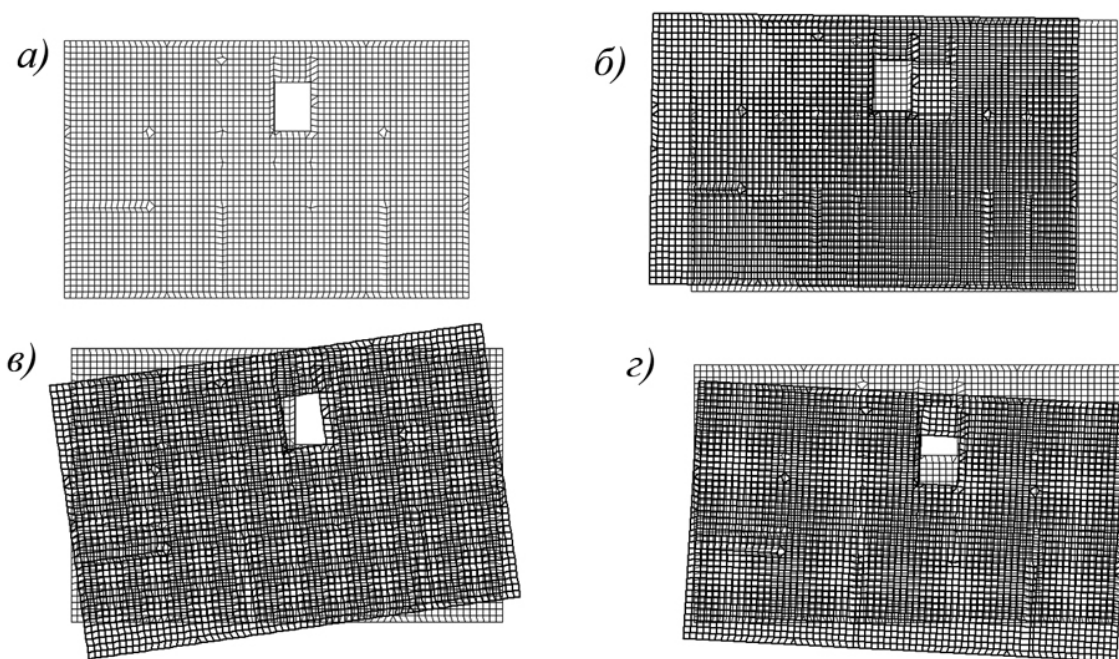


Рис. 1. Первый вариант схемы:

- а) расчетная схема;
- б) деформированная схема, первая форма колебаний;
- в) деформированная схема, вторая форма колебаний;
- г) деформированная схема, третья форма колебаний

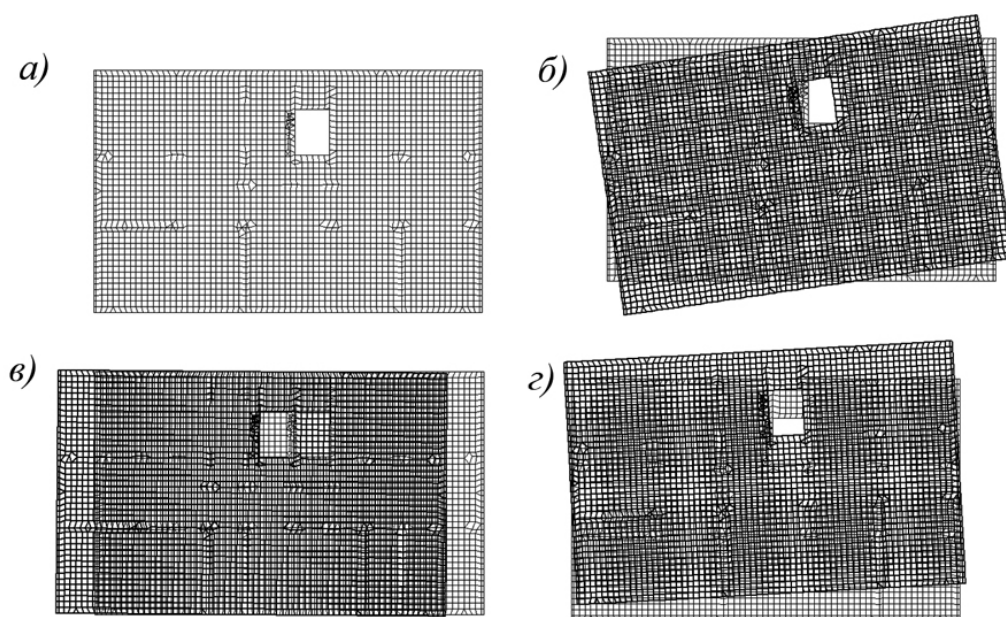


Рис. 2. Второй вариант схемы:

- а) расчетная схема;
 б) деформированная схема, первая форма колебаний;
 в) деформированная схема, вторая форма колебаний;
 г) деформированная схема, третья форма колебаний

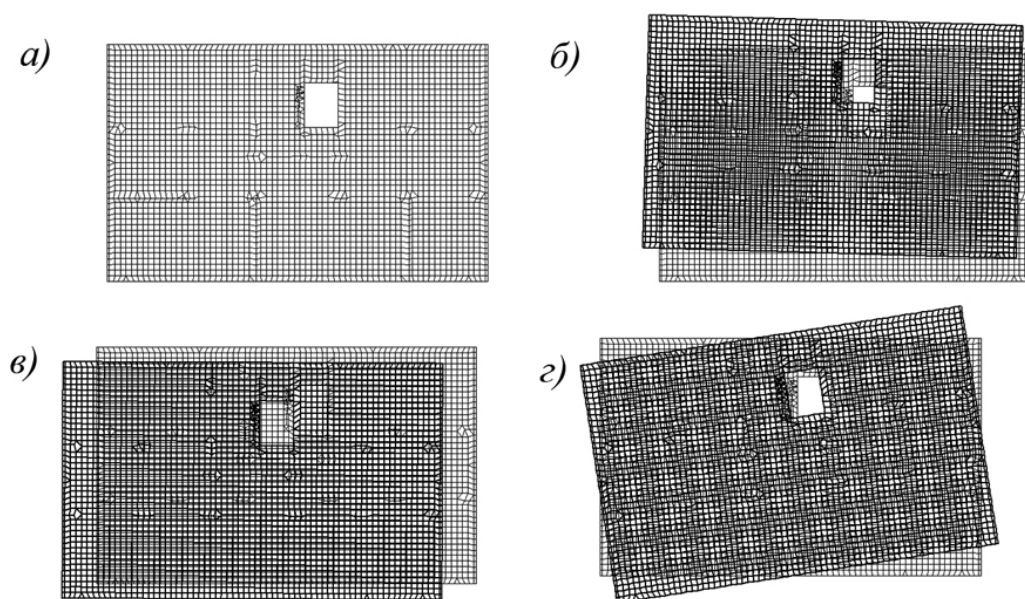


Рис. 3. Третий вариант схемы:

- а) расчетная схема;
 б) деформированная схема, первая форма колебаний;
 в) деформированная схема, вторая форма колебаний;
 г) деформированная схема, третья форма колебаний

Результаты расчетов необходимые для исследования представлены в таблице ниже.

Сравнение динамических характеристик здания

Показатель	Единицы измерения	Первый вариант	Второй вариант	Третий вариант
Номер формы колебания, на которую приходится крутильная		1 форма	1 форма	3 форма
Период первой формы колебаний	сек	2,6218	2,5249	2,1420
Период второй формы колебаний	сек	2,2135	1,9463	1,8525
Период третьей формы колебаний	сек	1.8594	1,8377	1,4743
Коэффициент динамичности β_i первой формы колебаний		0.156	0.159	0.173
Коэффициент динамичности β_i второй формы колебаний		0.170	0.181	0.186
Коэффициент динамичности β_i третьей формы колебаний		0.186	0.187	0.208

Значения коэффициента динамичности в зависимости от расчетного периода собственных колебаний здания или сооружения по i -й форме при определении сейсмических нагрузок следует принимать по формуле (3)[3] или согласно рисунку 2 [3].

При анализе параметров выявлено, что при первых двух вариантах конструктивной схемы первая форма колебаний – крутильная относительно вертикальной оси Z . В Своде правил [3] говорится, что «конструктивно-планировочное решение здания является простым, если первая и вторая формы собственных колебаний сооружения не являются крутильными относительно вертикальной оси». В случае первого и второго варианта схемы, можно сделать вывод о недостаточной жесткости здания и нерациональном расположении диафрагм жесткости. Из этого следует, что данные конструктивные схемы использовать при данных сейсмических условиях нецелесообразно. Однако, оптимизацией расположения диафрагм жесткости можно добиться возникновения крутильной формы колебаний на третьей форме, что свидетельствует об оптимальной жесткости здания. Также по результатам таблицы 1 выявлено, что жесткость здания влияет на его динамические характеристики.

По результатам исследования можно сделать вывод о необходимости поиска баланса при выборе схемы между необходимостью иметь достаточную жесткость, чтобы избежать крутильной формы и чрезмерного ее увеличения, чтобы не допустить увеличения сейсмических сил, действующих на здание.

1. СП 20.13330.2011. Свод правил. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП II-01-85*: утв. Минрегион России 27.12.2010г. №787.- Введ. 20.05.2011г. – М.: Минрегион России, 2011. – 80 с.

2. СП 52-101-2003. Свод правил по проектированию и строительству. Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного напряжения арматуры: утв. Госстрой России 25.12.2003г. №215. – Введ. 01.03.2004. – М.: Госстрой России, 2004. – 142с.

3. СП 14.13330.2014 Свод правил. Строительство в сейсмических районах СНиП II-7-81* (актуализированного СНиП II-7-81* "Строительство в сейсмических районах"): утв. Минстрой России 23.11.2015г. № 844/пр.- Введ. 01.12.2015г. – М.: Минстрой России, ФЦС, 2016 год – 131 с.

РАСЧЕТ НАДЕЖНОСТИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОЙ БАЛКИ ПО КРИТЕРИЮ ПРОЧНОСТИ РАБОЧЕЙ АРМАТУРЫ В СЕЧЕНИИ БАЛКИ С НОРМАЛЬНОЙ ТРЕЩИНОЙ В БЕТОНЕ НА СТАДИИ ЭКСПЛУАТАЦИИ

К.А. Карпушова

*Научный руководитель В.С. Уткин, д-р. техн. наук, профессор
Вологодский государственный университет
г. Вологда*

С 1 июля 2010 г. вступил в силу закон Российской Федерации №384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений», который устанавливает минимально необходимые требования к зданиям и сооружениям по механической безопасности. Буквально прописано следующее: «строительные конструкции должны обладать такой прочностью и устойчивостью, чтобы в процессе строительства и эксплуатации не возникло угрозы причинения вреда жизни и здоровью людей в результате разрушения отдельных несущих строительных конструкций или их частей...». Также согласно этому закону, безопасность зданий и сооружений должна быть обоснована расчетами.

В 2015 г. вышел межгосударственный стандарт ГОСТ Р 27751-2014 «Надежность строительных конструкций и оснований», который устанавливает общие принципы обеспечения надежности строительных конструкций и оснований.

Надежность является одной из мер безопасности зданий и сооружений.

Происходящие по всему миру аварии говорят об отсутствии расчетов надежности и их реализации в строительных конструкциях, а также о том, что на практике «надежность лишь декларируется, но количественной оценки не приобретает» [1].

Рассмотрим проблему оценки безопасности эксплуатации и методы расчетов надежности железобетонных балок по критерию прочности рабочей арматуры в сечении с трещиной, где наблюдается резкое возрастание напряжений в арматуре и бетоне. Отдельные примеры таких балок с трещиной показаны на рисунке 1.

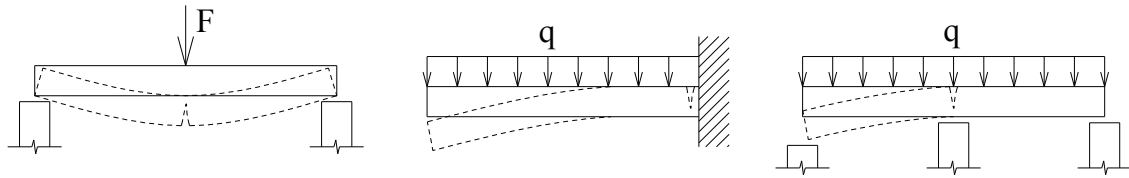


Рис. 1. Примеры балок с раскрытием одиночной трещины

При ширине раскрытия трещины a_{crc} и при выполнении условия $a_{crc} \leq a_{crc,ult}$, где $a_{crc,ult}$ – предельная ширина раскрытия трещины, состояние железобетонной балки считается работоспособным. Оценку безопасности эксплуатации балки по критерию прочности арматуры в этом случае проводим по модели вида $\sigma_s \leq \sigma_{s,np}$, где в качестве $\sigma_{s,np}$ принимается $\sigma_{0,2}$. Нами предлагается новый подход к расчету надежности железобетонной балки при условии $a_{crc} \leq a_{crc,ult}$, где $a_{crc,ult} = 0,3 \text{ мм}$, т.к. и при $a_{crc} \leq a_{crc,ult}$ надежность балки может быть недостаточной.

В несущих железобетонных балках в соответствии с законом РФ №384-ФЗ необходимо проверять уровень безопасности (надежности) их эксплуатации. Это необходимо для принятия решения о дальнейшей эксплуатации балки или ее замене, об усилении или о прекращении эксплуатации. Для принятия того или иного решения необходимо рассчитать надежность балки по всем критериям ее работоспособности (по прочности арматуры и бетона, по жесткости, ширине раскрытия трещин), в том числе по прочности рабочей арматуры в сечении балки с трещиной по модели:

$$\tilde{\sigma}_s \leq \tilde{\sigma}_{s,np}, \quad (1)$$

где $\tilde{\sigma}_s$ – напряжение в рабочей арматуре балки в сечении с трещиной (волнистая линия указывает на то, что $\tilde{\sigma}_s$ случайная величина); $\tilde{\sigma}_{s,np}$ – предельное напряжение в арматуре.

На стадии эксплуатации с течением времени $\sigma_{s,np}$ уменьшается и его значение приходится определять испытаниями образцов из арматуры балки [2] в количестве не менее двух.

В настоящее время не существует методов определения значения σ_s в сечении балки с трещиной, для использования в условии (1), поэтому предлагается σ_s измерять косвенно через ширину раскрытия трещины a_{crc} , используя для этого известную формулу, применяемую на практике [3,4] в виде:

$$a_{crc} = 20(3,5 - 100\mu)\delta\eta\phi_l(\sigma_s / E_s)^{3/4}d, \quad (2)$$

где μ – коэффициент армирования сечения, $\mu = A_s / bh_0$, принимаемый в расчете не более 0,02; $\delta = 1$ – для изгибаемых и внецентренно сжатых элементов, $\delta = 1,2$ – для растянутых элементов коэффициент, η – зависящий от вида профиля продольной растянутой арматуры: $\eta = 1$ – для арматуры периодического профиля, $\eta = 1,4$ – для гладкой арматуры; φ_l – коэффициент, учитывающий длительность действия нагрузки, $\varphi_l = 1,6 - 15\mu$; σ_s – напряжение в растянутой арматуре; E_s – модуль упругости стали арматуры; d – диаметр арматуры, мм.

Для балки с серией трещин в СП 63.13330.2012 используется формула

$$a_{crc} = \varphi_1 \varphi_2 \varphi_3 \psi_s l_s \sigma'_s / E_s^{\text{sec}}, \quad (3)$$

В работе [5] академик Н.Н. Карпенко и другие предложили уточнить формулу с СП 63.13330.2012 заменой $E_s = 2 \cdot 10^{11} \text{ Па}$ секущим модулем упругости стали E_s^{sec} , который можно определить по результатам испытаний образцов из арматуры балки по [2], значение которого меньше, и определяется в зависимости от σ'_s арматуры в трещине, которую найдем из (2). В (3) по [2] предложено σ'_s принимать в сечении с трещиной, которое больше чем σ_s , принимаемое по СП. Эти уточнения нами используются в формуле (2), из которой найдем

$$\sigma'_s = a_{crc} \cdot E_s^{\text{sec}} / 20(3,3 - 100\mu)\delta\eta\varphi_l \sqrt[3]{d}, \quad (4)$$

С учетом (1) и (4) получим $\tilde{a}_{crc} \cdot E_s^{\text{sec}} \leq \tilde{\sigma}_{s,np} \cdot 20(3,3 - 100\mu)\delta\eta\varphi_l \sqrt[3]{d}$ или

$$X \leq Y, \quad (5)$$

где $X = \tilde{a}_{crc} \cdot E_s^{\text{sec}}$; $Y = \tilde{\sigma}_{s,np} \cdot 20(3,3 - 100\mu)\delta\eta\varphi_l \sqrt[3]{d}$.

Статистическая информация о $\tilde{a}_{crc}$ и $\tilde{\sigma}_{s,np}$ или X и Y в (5) для индивидуальной балки, как правило, ограничена, и поэтому применение вероятностно-статистических методов (по ГОСТ 27751-2014) при отсутствии полной статистической информации может привести к ошибочному результату и вызвать сомнение к результатам расчетов надежности. В связи с этим для расчета надежности железобетонной балки используем методы [6,7], X и Y будем описывать функциями распределения возможности [7] вида

$$\pi_X(x) = \exp\left[-\left(\frac{x - a_x}{b_x}\right)^2\right] \text{ и } \pi_Y(y) = \exp\left[-\left(\frac{y - a_y}{b_y}\right)^2\right], \quad (6)$$

где $a_x = 0,5(X_{\max} + X_{\min})$; $b_x = 0,5(X_{\max} - X_{\min}) / \sqrt{-\ln \alpha}$, значением α задаются [7]. Аналогично этому находят a_y и b_y при том же значении α .

Расчетную математическую модель предельного состояния (5) можно представить в графическом виде на рисунке 2.

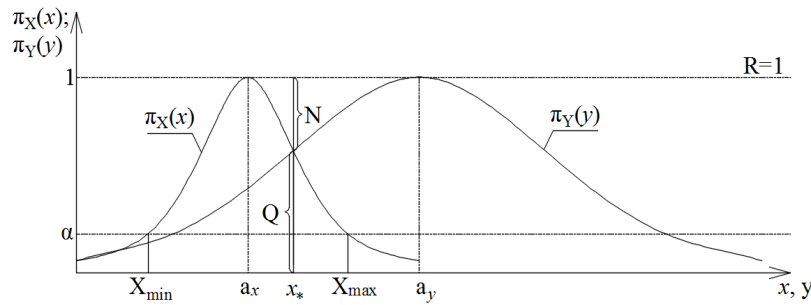


Рис. 2. Функция распределения возможности

При $a_x < a_y$ (условное среднее значение нагрузки меньше условного среднего значения прочности) возможность безотказной работы по [7] $R=1$.

Возможность отказа $Q = \exp \left[- \left(\frac{x_* - a_x}{b_x} \right)^2 \right]$ где x_* находят из равенства

$|\pi_X(x) = \pi_Y(y)|$. Значение x_* должно удовлетворять условию $a_x \leq x_* \leq a_y$.

Необходимость безотказной работы балки по [7] $N = 1 - Q$.

Надежность балки по критерию прочности арматуры в сечении с трещиной с шириной раскрытия $a_{crc} = 0,3 \text{ мм}$ в соответствии с СП 63.13330.2012 характеризуется интервалом $[N; R]$ или в вероятностных показателях $[\underline{P}; \bar{P}]$, где $\underline{P}, \bar{P}$ – нижнее и верхнее значения вероятности безотказной работы балки по прочности рабочей арматуры.

Рассмотрим пример расчета надежности балки по критерию (1) с исходными данными, заимствованными из [4]:

$$a_x = 0,5(0,21 + 0,15) \cdot 10^{-3} \cdot 1,9 \cdot 10^{11} = 0,34 \cdot 10^8 \text{ Н / м}$$

$$b_x = 0,5(0,21 - 0,15) \cdot 10^{-3} \cdot 1,9 \cdot 10^{11} / \sqrt{-\ln 0,05} = 0,033 \cdot 10^8 \text{ Н / м}$$

$$a_y = 0,5(280 + 240) \cdot 10^6 \cdot 20 \cdot (3,5 - 100 \cdot 0,0082) \cdot 1 \cdot 1,5 \cdot 1 \cdot \sqrt[3]{14} \cdot 10^{-3} = 0,504 \cdot 10^8 \text{ Н / м}$$

$$b_y = 0,5(280 - 240) \cdot 10^6 \cdot 20 \cdot (3,5 - 100 \cdot 0,0082) \cdot 1 \cdot 1,5 \cdot 1 \cdot \sqrt[3]{14} \cdot 10^{-3} / \sqrt{-\ln 0,05} = 0,0224 \cdot 10^8 \text{ Н / м}$$

$$\left| \frac{x_* - 0,34 \cdot 10^8}{0,033 \cdot 10^8} \right| = \left| \frac{x_* - 0,504 \cdot 10^8}{0,0224 \cdot 10^8} \right| \rightarrow x_* = 0,407 \cdot 10^8 \text{ Н / м}. \text{ Условие выполнено.}$$

$$Q = \exp \left[- \left(\frac{0,407 \cdot 10^8 - 0,34 \cdot 10^8}{0,033 \cdot 10^8} \right)^2 \right] = e^{-3,955} = 0,019$$

$$N = 1 - 0,019 = 0,981$$

Надежность характеризуется $[0,981; 1]$.

Выводы:

1. Предложен новый метод определения напряжений в рабочей арматуре в сечении балки с нормальной трещиной через измерение ширины раскрытия трещины в растянутой зоне бетона по уточненной формуле.

2. Приведено графическое представление решения задачи с определением надежности железобетонной балки с трещиной.

3. Приведен новый метод расчета надежности железобетонной балки по уточненной формуле по прочности рабочей арматуры при наличии в балке нормальной трещины.

1. Клевцов В.А., Кузеванов Д.В. Вопросы проектирования конструкций с использованием теории надежности // Бетон и железобетон, 2009. №2. с. 9–13.

2. Бедов А. И., Сапрыкин В. Ф. Обследование и реконструкция железобетонных и каменных конструкций эксплуатируемых здания и сооружений: Учебное пособие. – М.: Изд. АСВ, 1995. – 192 с.

3. Расторгуев Б.С., Ванус Д.С. Расчет железобетонных конструкций по предельным состояниям с применением вероятностного метода // Промышленное и гражданское строительство, 2016. №7. с. 11–15.

4. Байков В.Н., Сигалов Э.Е. Железобетонные конструкции / Общий курс: Учеб. для вузов – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1991. – 767 с.

5. Карпенко Н.И., Соколов Б.С., Радайкин О.В. К оценке прочности, жесткости, момента образования трещин и их раскрытия в зоне чистого изгиба железобетонных балок с применением нелинейной деформационной модели // Известие вузов. Строительство. 2016. №3. с. 5–10.

6. Уткин В.С., Уткин Л.В. Несущая способность и надежность строительных конструкций. – Вологда: ВоГТУ, 2000. – 152 с.

7. Уткин В.С. Расчет надежности строительных конструкций при различных способах описания неполноты информации: учебное пособие / В.С. Уткин, Л.В. Уткин. – Вологда, 2009. – 126 с.

8. Дюбуа Д., Прад А. Теория возможностей. Приложения к представлению знаний в информатике / Пер. с фр. М.: Радио и связь, 1990. – 288 с.

АНАЛИЗ МЕТОДОВ РАСЧЕТА ВЕТРОВОЙ НАГРУЗКИ НА ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ

А.А. Митюгов

Научный руководитель Н.М. Дементьев, канд. техн. наук, доцент

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Расчёт взаимодействия ветровых потоков с конструкциями является важной задачей при проектировании жилых и производственных комплексов. Корректное решение данной задачи обеспечивает безопасность как на стадии строительства, так и на стадии эксплуатации (высотных зданий, большепролетных конструкций, сооружений уникальной архитектуры, и т.д.), пешеходную комфортность (для создания благоприятной среды в пешеходных зонах) и экономичность строительных конструкций.

Возведение новых объектов в условиях плотной городской застройки может повлечь за собой изменение аэродинамики окружающих строений, способствовать формированию зон повышенного вихреобразования или усиления ветровых нагрузок. В процессе эксплуатации сооружений зачастую требуется возведение дополнительных конструктивных элементов (антенн, заграждений, рекламных щитов и др.), при проектировании которых необходимо учитывать возможное изменение аэродинамики.

Целью работы является анализ методов расчёта ветровой нагрузки на здания и сооружения, выявление достоинств и недостатков существующих методов. Результаты исследования приведены в таблице.

Таблица

Сравнение методов расчёта зданий и сооружений на ветровые воздействия

Сравниваемые параметры и аспекты методов	Название методов, их оценка и характеристика		
	Методы математического моделирования (расчёт в соответствии с [1])	Моделирование нагрузки в аэродинамической трубе	Компьютерное моделирование в программном комплексе
Универсальность в применении к зданиям и сооружениям сложной геометрической формы	“-” Формулы СП часто дают завышенные результаты, так как в СП приведено ограниченное число форм зданий, а также отсутствуют формулы для расчета зданий в застройках.	“+/-” Возможно моделирование зданий и сооружений сложной геометрической формы, но при продуве в аэродинамической трубе имеются ограничения на размеры продуваемого объекта и на скорость потока.	“+” Метод компьютерного моделирования предоставляет возможность расчёта ветровых воздействий на здания любой геометрической формы, любого размера, с учётом существующей застройки.

Сравниваемые параметры и аспекты методов	Название методов, их оценка и характеристика		
	Методы математического моделирования (расчёт в соответствии с [1])	Моделирование нагрузки в аэродинамической трубе	Компьютерное моделирование в программном комплексе
Трудоёмкость метода	“+/-” Так как метод базируется на ручном расчёте с использованием готовых аэродинамических формул, то метод является относительно несложным, но достаточно трудоёмким.	“-” Необходимо предварительное создание макета с учётом прочностных характеристик проектируемого строения.	“+” Не является трудоёмким при соответствующем оборудовании (персональный компьютер, программный комплекс).
Доступность при проектировании	“+” Метод математического моделирования является доступным и не требует особого оборудования/оснащения (СП).	“-” Моделирование в аэродинамической трубе является малодоступным методом (ближайшая располагается в МГУ)	“+/-” Метод требует навыков владения компьютером и освоения программного комплекса, что, в принципе, в современном мире не является проблемой.
Экономичность и стоимость метода	“+” Не требует больших вложений.	“-” Метод моделирования нагрузки в аэродинамической трубе требует значительных материальных затрат.	“+” Относительно предыдущего метода, данный метод не требует больших вложений.
Временные параметры	“+” Расчёт ветровой нагрузки данным методом занимает наименьшее количество времени.	“-” В среднем продувка в аэродинамической трубе занимает от 3 до 6 месяцев (в зависимости от сложности геометрических форм).	“+” Данный метод займёт, в среднем, на 90% времени меньше необходимого на строительство полномасштабной модели и испытания ее в аэродинамической трубе.
Результаты методик расчёта	“-” Данный метод расчёта может предоставить лишь грубую оценку ветровых воздействий, и должен дополняться данными физических экспериментов в аэродинамических трубах.	“+” Моделирование ветровой нагрузки на полномасштабную модель в аэродинамической трубе представит полную оценку ветровых воздействий.	“+” Данный метод представит полную оценку ветровых воздействий на здания и сооружения.

Наглядным примером того, как метод компьютерного моделирования используется в проектировании спортивных сооружений, может послужить национальный стадион Бразилии имени Манэ Гарринчи. Стадион был построен в 1974 г. и затем был реконструирован. К нему были добавлены новый фасад, металлическая крыша и места для зрителей, а также занижен уровень футбольного поля, что обеспечивает полный обзор с любого места стадиона. В предверии чемпионата мира по футболу 2014 года появилась необходимость в уточняющих расчётах того, как будут влиять сильнейшие бразильские ветра на конструкции стадиона. Специалистам, проводившим расчёты [2], по причине жесткого ограничения во времени, пришлось использовать компьютерное моделирование, ввиду того, что времени для выполнения исследования по традиционной методике со строительством масштабной модели было недостаточно. В результате исследование было выполнено за 15 дней, что оказалось меньше на 90% временных затрат, необходимых на строительство масштабной модели и ее испытания в аэродинамической трубе. С точки зрения материальных затрат было потрачено на 66% меньше по сравнению со стоимостью физических испытаний. В качестве программного обеспечения использовался программный комплекс ANSYS.

Исходя из проведённого исследования можно сделать вывод, что использование метода компьютерного моделирования в программном комплексе с использованием современных вычислительных технологий является перспективным подходом, позволяющим сократить временные и финансовые затраты, оптимизировать инженерный проект.

1. СП 20.13330.2011. Свод правил. Нагрузки и воздействия: актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*: утвержден приказом Министерства регионального развития Российской Федерации (Минрегион России) 27.12.2010 № 787 – введ. 10.05.2010 – М: Национальные стандарты, 2010. – 79 с.

2. Моделирование в ANSYS обеспечивает прочность стадиона на чемпионате мира по футболу 2014 [Электронный ресурс]: сайт. – Режим доступа: <http://news.plm-ural.ru>.

ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ СТРОПИЛЬНЫХ ФЕРМ МАШИННОГО ЗАЛА ЛИСТОПРОКАТНОГО ЦЕХА №1 ОАО «СЕВЕРСТАЛЬ»

Н.А. Панова

Научный руководитель **О.С. Плотникова**, канд. техн. наук, доцент
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Для оценки надежности любой конструкции требуется статистическая информация о случайных параметрах системы и воздействий. Объем и точность этой информации считаются полными, если по ней можно выявить законы (функции) распределения случайных величин и с достаточной точностью оценить параметры распределений.

В последнее время в ситуации, когда статической информации не достаточно, или она не достаточна для оценки надежности строительных конструкций (что нередко встречается на практике, например, при ускоренной оценке надежности элемента в условиях аварийной ситуации), применение методов определения надежности, построенных на теории вероятностей и математической статистики, становится некорректным, а с точки зрения использования их для оценки безопасности – недопустимыми. При неполной информации о случайных параметрах анализ их проводится на основе теории возможностей.

По теории возможностей нечеткая переменная характеризуется одновременно двумя функциями распределения возможностей, а также их параметрами. На рис.1 в качестве примера приведены в графической форме две функции распределения возможностей, характеризующих нечеткую переменную X (например, прочность материала или состояние конструкции) при различных значениях нагрузки x .

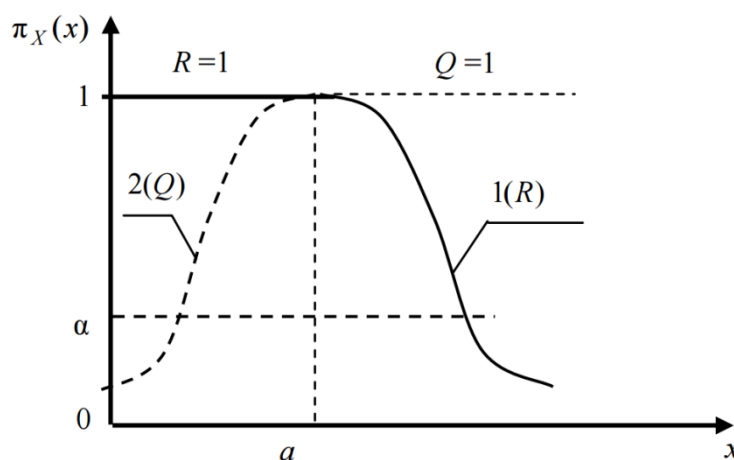


Рис.1. Функции распределения R и Q нечеткой переменной X ;
 a – «среднее» значение нечеткой переменной

Из рисунка 1 видно, что $R+Q>1$ (в отличие от теории надежности на основе теории вероятностей, где $R+Q=1$). По содержательному смыслу при оценке безопасности от возрастающей нагрузки x назовем функцию распределения Q возможностью отказа, а R – возможностью безотказной работы. Часто криволинейные участки этих функций описываются математической моделью вида:

$$\pi_x(x) = \exp\{-(x-a)/b\}^2\}, (*)$$

где $a = 0,5(x_{max} + x_{min})$; $b = 0,5(x_{max} - x_{min})/\sqrt{-\ln a}$, a – уровень среза (рис. 1) или уровень риска ($a \in [0; 1]$).

Эта модель нашла широкое применение в работах [1], [2], [3]. Значением a задаются. Рекомендации по принятию того или иного значения a можно найти в работе [4].

Воспользуемся теорией возможностей для определения надежности стропильных ферм здания машинного зала №1 ЛПЦ-1 ОАО «Северсталь».

В результате обследования ферм было установлено следующее:

- габаритные размеры, длины, сечения конструктивных элементов в основном соответствуют принятым в проекте. В отличие от проекта изменено очертание решетки ферм. Для уменьшения длины панели до 1,5м введены дополнительные шпренгельные элементы. Сечения элементов осталось без изменений;

- прогибы ферм находятся в пределах нормативных величин [5];

- для определения механических и химических свойств стали, из которой изготовлены фермы, взяты образцы металла. Установлено, что в конструкциях ферм применена сталь, соответствующая современной маркировке Ст2кп по ГОСТ 380-94. Измерение твердости было выполнено динамическим твердомером ТЕМП-2 №021796. Значения твердости и пределов текучести приведены в таблице 1;

- фермы здания машинного зала №1 ЛПЦ-1 находятся в работоспособном состоянии. Категория дефектов “В”.

Таблица 1

Результаты измерения твердости материала стропильных ферм здания машинного зала №1 ЛПЦ-1 ОАО "Северсталь"

Точка замера	Место замера	Твердость, НВ, МПа	σ_T , МПа
1	Элемент решетки фермы по оси 114 и ряду С отметка +12.500.	125,115,130, 112,124,123	294, 270, 306, 263, 291, 289
2	Элемент решетки фермы по оси 98 и ряду С отметка +12.500.	126,113,119, 128,117,110	296, 266, 280, 300, 275, 259
3	Элемент решетки фермы по оси 78 и ряду С отметка +12.500.	128,122,114, 116,128,124	300, 287, 268, 273, 300, 291
4	решетки фермы по оси 114 и ряду Т отметка +12.500.	125,113,117, 128,124,111	294, 266, 275, 300, 291, 261

Точка замера	Место замера	Твердость, НВ, МПа	σ_T , МПа
5	Элемент решетки фермы по оси 98 и ряду Т отметка +12.500.	113,118,117, 126,124,120	266, 277, 275, 296, 291, 282
6	Элемент решетки фермы по оси 78 и ряду Т отметка +12.500.	122,129,113, 118,121,126	287, 303, 266, 277, 284,296

В результате обследования был выполнен расчет стропильных ферм с учетом измененного очертания и с учетом увеличения снеговой нагрузки (за счет появления снегового мешка).

Сечения элементов ферм приняты по результатам выборочных обмеров. Значения постоянных и временных нагрузок приняты в соответствии со значениями таблицы 2. Коэффициенты μ для снеговой нагрузки приняты в соответствии с рисунком 2.

Таблица 2

Постоянные и временные нагрузки на ферму

№ п/п	Наименование нагрузки	Единицы измерения	Нормат. нагрузка	Коэф. Перегрузки	Расчет. нагрузка
Постоянные нагрузки (определены при обследовании по фактическому обмеру)					
1	Металлический лист $\delta = 8 \text{ мм}$	кг/м ²	62,8	1,05	65,94
2	Рубероид 3 слоя	кг/м ²	25	1,3	32,5
3	Плиты железобетонные ребристые	кг/м ²	180,0	1,1	198,0
	Итого:	кг/м ²	267,8		296,44
Временные нагрузки					
	Снег для IV района	кг/м ²	150		240
	Пыль	кг/м ²	50	1,2	60
	Итого:	кг/м ²	200		300
	Всего:	кг/м ²	467,8		596,44

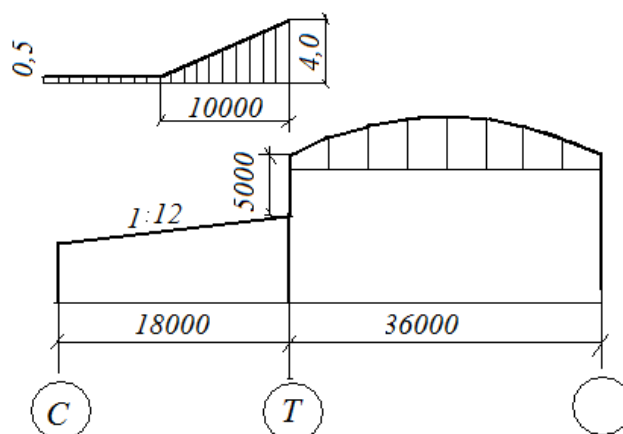


Рис. 2. Профиль покрытия и схема снеговой нагрузки в осях С - Т

Для ферм по осям 74-84 в узлах № 4, 20, 5, 22 в расчете дополнительно к снеговому мешку учтена полезная нагрузка от оборудования на кровле (нормативная нагрузка -270 кг/м^2 , расчетная нагрузка 297 кг/м^2),

$$P_{\text{полез}}^{20,5,22} = q \cdot B \cdot l_{\text{пан}} = 0,5 \cdot 297 \cdot 6 \cdot 1,5 = 2673 \text{ кг}$$

$$P_{\text{полез}}^4 = 0,5 \cdot q \cdot B \cdot l_{\text{пан}} = 0,5 \cdot 297 \cdot 6 \cdot 1,5 = 1336,5 \text{ кг}$$

Статический расчет произведен с использованием программного комплекса SCAD версия 7.29 (Система для прочностных расчетов и анализа строительных конструкций методом конечных элементов). Результаты расчета представлены на рисунке 3.

В результате проверочного расчета элемента верхнего пояса (тавровое сечение из двух уголков $100 \times 150 \times 12$) (узлы 11-24) выявлен коэффициент использования $0,739889$ (устойчивость элемента в плоскости фермы), нижнего пояса (тавровое сечение из двух уголков $120 \times 120 \times 10$) выявлен коэффициент использования $0,716953$ (прочность элемента); восходящего раскоса (узлы 8-19) (уголки $100 \times 100 \times 10$) – коэффициент использования $0,888986$ (прочность элемента); стойки (узлы 6-7) тавровое сечение из двух уголков $65 \times 65 \times 6$ – коэффициент использования – $0,995314$ (устойчивость элемента в плоскости фермы).

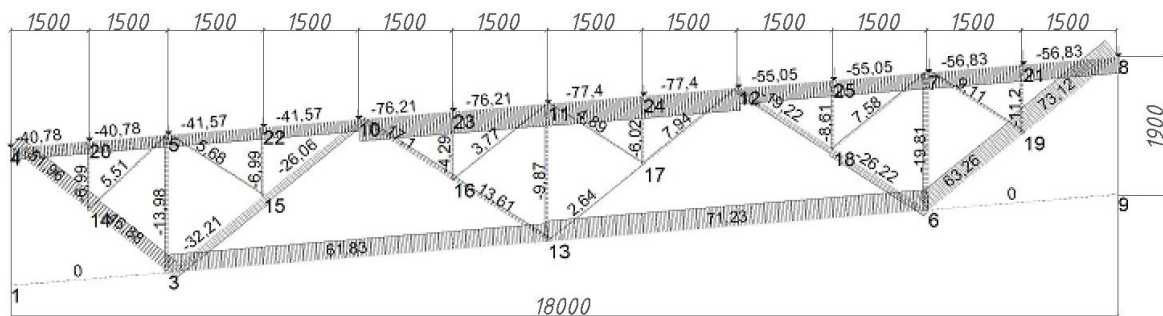


Рис. 3. Нумерации узлов фермы. Эпюры продольных сил в элементах фермы

Наибольшее напряжение в элементах фермы возникает в соответствии с эпюрами усилий N и размерами площадей сечения в стержне 6-7.

Произведем проверочный расчет стойки 6-7.

Расчетное усилие $N = 198,1 \text{ кН}$, площадь поперечного сечения $A = 15,04 \text{ см}^2$, минимальный радиус инерции сечения $i_x = 1,992 \text{ см}$, длина элемента $1,9 \text{ м}$.

Расчетное сопротивление стали (по проекту) $R_y = 230 \text{ МПа}$.

Коэффициент надежности по ответственности здания $\gamma_n = 1,0$ [6], коэффициент условий работы конструкции $\gamma_c = 0,8$ [7].

$$\lambda = \frac{l_{ef}}{i_x} = (0,8 \cdot 1,9) / 0,01992 = 76,32, \quad \bar{\lambda} = \lambda \sqrt{R_y / E} = 76,32 \sqrt{225 / 2,06 \cdot 10^5} = 2,52,$$

$$\varphi = 0,65 [7].$$

$$\sigma = \frac{\gamma_n \cdot N}{\varphi \cdot A} = \frac{1,0 \cdot 198,1}{0,65 \cdot 15,04} = 202,6 \text{ МПа} > R_y \cdot \gamma_c = 230 \cdot 0,8 = 184 \text{ МПа}$$

По результатам измерения твердости имеем множество значений пределов текучести металла $\sigma_T = \{300; 306; 287; 268; 261\}$ МПа.

Проведем обработку данных:

$$a_\sigma = 0,5(261 + 306) = 283,5 \text{ МПа} ;$$

$$b_\sigma = 0,5(306 - 261) / \sqrt{-\ln 0,2} = 17,73 \text{ МПа} ;$$

так как $\sigma = 202,6 \text{ МПа} < a_\sigma = 283,5 \text{ МПа}$, то $R=1$, возможность отказа $Q = \exp\left\{-\left[(202,6 - 283,5)/17,73\right]^2\right\} = \exp\{-20,8\} = 9,3 \cdot 10^{-9}$.

Необходимость безотказной работы $N = 1 - Q = 1 - 9,3 \cdot 10^{-9} = 0,999999999$.

Стропильная ферма характеризуется высокой надежностью, т.е. интервалом $[1; 0,999999999]$.

1. Плотникова, О.С. Определение остаточной несущей способности и надежности металлической балки / О.С. Плотникова, В.С. Уткин // Металлические конструкции, Украина, Донецк, 2006, том 9, №1. – С. 14–18.

2. Плотникова, О.С. Экспериментально–теоретическое определение несущей способности и надежности металлической фермы / О.С. Плотникова, В.С. Уткин // Международная научно-практическая конференция «Наука и инновации в современном строительстве–2007», С.Петербург, 2007. – С. 167–171.

3. Плотникова О.С. Оценка надежности конструкций при неполной статистической информации / О.С. Плотникова, В.С. Уткин // Вестник НовГУ. – 2005. – №34. – С.118 – 121.

4. Уткин, В.С. Значение уровня риска в теории возможностей // Строительные материалы. – 2004. – №8. – С.35.

5. СП 20.13330.2011 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*;

6. ГОСТ 27751-2014 Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения: Введ. с 01. 07ю 2015. – М.: ЦНИИСК им. Кучеренко, 2016. – 22с.

7. Свод правил СП 16.13330.2011. Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81*: Введ. 20.05.2011. – М.: ЦНИИСК им. Кучеренко, 2011. – 143с.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ КЛЕЕМЕХАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ В МАЛОЭТАЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Г.А. Полюшкин

Научный руководитель В.М. Механиков, канд. техн. наук, доцент
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Клеемеханические соединения – это соединения клеевые с гвоздевой за-прессовкой, в которых главную работу на сдвиг выполняет клей, а гвозди, как нагели, работающие на изгиб при сдвиге в соединении, включатся в аварийную работу при отказе – разрушении клея.

Применение клеємеханических соединений построечного изготовления вызвано:

- отсутствием индустриальной базы (отсутствие спроса на серийные конструкции);
- малыми объемами промышленного производства и значительной удаленностью его от мест строительства;
- большим разбросом размеров – длин балок и малыми объемами промышленного изготовления;
- повышением требований заказчика: по комфорту, теплотехнике, отделке;
- необходимостью применения местных строительных материалов: древесины – пиломатериалов наиболее распространенных сечений 50х150 (100, 175);

Преимущества построечного использования клеевого соединения с за-прессовкой гвоздями:

- большие объемы создаваемой продукции в одночасье, повсеместно, без капиталовложений;
- не требуется высококвалифицированная рабочая сила – легкость монтажа;
- не требуется дорогостоящая грузоподъемная техника;
- не требуется специальный транспорт по доставке;
- не требуются большие площади для изготовления и складирования;
- применение пиломатериалов недефицитных сечений;
- возможности конструкций – пролеты до 9м;
- минимальные сроки установки;
- снижение стоимости строительства.

Для обоснования вышеизложенного выполнен расчет жесткостных геометрических характеристик двутавровых сечений балок индустриального изготовления «intercity» из поясов, выполненных из досок до острожки 50х100 и

стенок из OSB-3 (рис.1 а, б.) и балок построечного изготовления из досок без острожки (рис.1 в, г, д) (таблица п. 3). Для балок «intercity» – комбинированного сечения расчет велся по методу приведенного сечения [1], при $E_d = 10000 \text{ МПа}$, $E_c = 3500 \text{ МПа}$.

$$I_{\text{пр}} = I_d + I_c \cdot E_c / E_d.$$

Сравним предложенные варианты балок по основным критериям для малоэтажного деревянного строительства по действующим нормативам: по прочности и прогибам [1], по зыбкости [2], по трудозатратам [3] и стоимости.

Прочностные показатели балок определялись по расчетным схемам однопролетной балки, с шарнирным опиранием, на действие равномерно распределенной нагрузки (при расчетной нагрузке на перекрытие – 3 кН/м^2 , а нормативной – $2,5 \text{ кН/м}^2$) при расчете на прочность и прогиб (рис. 2, а), на действие сосредоточенной силы $0,6 \text{ кН}$ при расчете на зыбкость (рис. 2, б). Шаг промышленных балок – $0,6 \text{ м}$, построечных балок – $1,2 \text{ м}$.

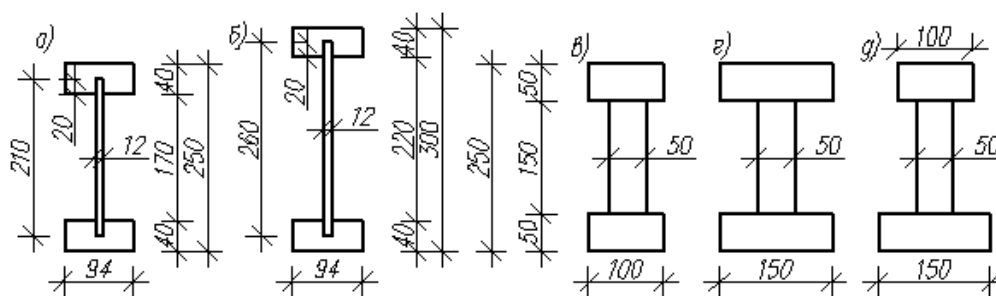


Рис. 1. Сечения двутавровых балок: Intercity высотой 250 и 300 мм (а,б), построечного изготовления (в, г, д)

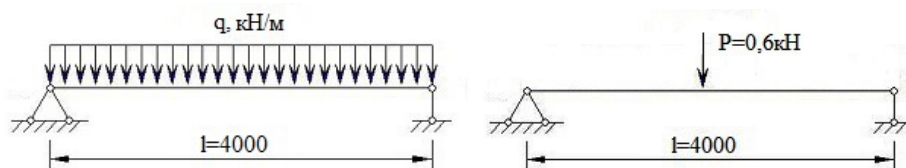


Рис. 2. Расчетные схемы балки при расчете:
а) на прочность и прогиб; б) на зыбкость

Результаты сравнения технико-экономических показателей различных видов сечения двутавровых деревянных балок приведены в таблице.

**Сравнение технико-экономических показателей
деревянных двутавровых балок**

Поз.	Конструкция балки:	комбинированная /intercity		клеемеханическая построечная		
	Высота балки, мм	250	300	250	250	250
	Показатели					
1	материал стенки (в мм)	OSB3 12		хвоя 2с 50х150		
2	пояса (до острожки), мм	50х100	50х100	50х100	верх 50х100 низ 50х150	50х150
3	I – момент инерции, см ⁴	8563	12826	11615	13854	16718
4	q_n – нормативная нагрузка, кН/м	<u>1,5</u>	<u>1,5</u>	<u>3,0</u>	<u>3,0</u>	<u>3,0</u>
	q – расчетная нагрузка, кН/м	1,8	1,8	3,6	3,6	3,6
5	растягив. напряжение в нижнем поясе, Мпа % использования (от расчет. сопротивления.)	<u>5,3</u> 53	<u>4,2</u> 42	<u>7,7</u> 77	<u>6,5</u> 65	<u>5,4</u> 54
6	прогиб от норматив нагрузки, мм относительный прогиб	<u>0,58</u> 1/670	<u>0,39</u> 1/1025	<u>0,87</u> 1/460	<u>0,72</u> 1/554	<u>0,59</u> 1/670
7	зыбкость при сосредоточ. нагр. 0.6 Кн, мм	<u>0,92</u> 1,84	<u>0,61</u> 1,23	<u>0,68</u> 1,36	<u>0,57</u> 1,14	<u>0,47</u> 0,44
	отношение к допустимой зыбкости равной 0.5мм					
8	стоимость балки, руб./м.п. с доставкой или изготовлением, руб./м.п.	<u>260</u> 310	<u>275</u> 325	<u>139</u> 200	<u>157</u> 217	<u>175</u> 235
9	Стоимость комплект балок на 100м ² перекр., руб.	54560	57200	17600	19096	20680
10	Трудозатраты (монтаж балок), чел-ч(руб.)/100м ²	23(4600)	23(4600)	11(2200)	11(2200)	11(2200)
11	Стоимость балок с монтажом, руб./100м ² перекр.	59160	61800	19800	21296	22880

Исходя из полученных результатов (таблица) видно, что все балки имеют значительный запас по прочности и прогибам. Комбинированные балки, собирающие нагрузку с меньшей грузовой площади (шаг 0,6 м), имеют запас по прочности 48 – 58 %, а по прогибу 250 – 400 %, при этом по показателям зыбкости не проходят, превышение составляет 23-84%. Балки построечного изготовления при увеличенной, по сравнению с комбинированными, в два раза грузовой площади (шаг 1,2 м) имеют запас по прочности 23 – 46%, по прогибу 180 – 250 %, а зыбкость имеют близкую к допустимой (с превышением 36 – 14% (рис.1, в, г)) и зыбкость с запасом 6 % (рис. 1, д). Из данных сравнений можно сказать, что по основным прочностным показателям с учетом

требований по зыбкости, наиболее подходят балки построечного изготовления с верхним поясом сечением 50х100 и нижним поясом сечением 50х150.

Наряду с высокими прочностными и жесткостными характеристиками клеомеханические балки построечного изготовления имеют значительные технологические и стоимостные преимущества, связанные с уменьшением в два раза количества монтируемых элементов, стыков и швов, что выражается в снижении трудозатрат при монтаже в 2,1 раза (таблица, п. 10), а стоимости комплекта балок для устройства 100м² перекрытия с учетом доставки с места изготовления и монтажа в 2.9 раза.

1. Свод правил: СП 64.13330.2016. Деревянные конструкции: актуал. редакция СНиП II-25-80 –М:2016-103 с.

2. Руководство по проектированию конструкций деревянных панельных жилых домов. М.: Стройиздат. 1984 – 80 с.

3. ЕНиР Сборник 6. Плотничные и столярные работы в зданиях и сооружениях. М.: Стройиздат. 1987 – 54 с.

РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗВЕДЕНИЯ ФУНДАМЕНТОВ В МАЛОЭТАЖНОМ ДОМОСТРОЕНИИ

С.С. Рябцев

*Научный руководитель **В.М. Механиков**, канд. техн. наук, доцент
Вологодский государственный университет
г. Вологда*

Целью данной работы является рассмотрение вопроса ресурсосбережения фундаментов в малоэтажном домостроении, дана информация о преимуществах и недостатках фундамента по технологии утепленной шведской плиты, рассмотрены варианты утепления и мостики холода фундаментов.

На сегодняшний день во многих городах России индивидуальная застройка занимает значительные площади селитебной территории, в крупных городах достигает 40-50% [1]. Актуальным вопросом в малоэтажном домостроении является ресурсосбережение при устройстве фундаментов, которое способно повысить конкурентоспособность производителя за счет оптимизации затрат и уменьшения себестоимости, а также снизить затраты на отопление здания в процессе эксплуатации, путем повышения тепловой защиты, применяя энергоэффективные материалы.

В настоящее время во многих областях Европейской части России на мелкозаглубленных фундаментах построено свыше 1500 одно- и двухэтажных зданий из различных материалов. Систематические инструментальные на-

блюдения за зданиями в течение 3-6 лет свидетельствуют о надежной работе фундаментов. Применение таких фундаментов вместо традиционных, закладываемых ниже глубины промерзания грунтов, позволило сократить: расход бетона на 50-80%, трудозатраты – на 40-70% [2].

При устройстве фундамента малоэтажного здания с низким энергопотреблением целесообразно использовать технологию утепленной шведской плиты (УШП). Конструкция представлена на рисунке 1.

Данная технология позволяет выполнить неразрывной подземный слой теплоизоляции для того, чтобы снизить теплопотери и воздействия сил морозного пучения (на зону фундамента приходится до 10-15% всех теплопотерь). При возведении мелкозаглубленного фундамента УШП возможно значительно снизить финансовые и трудовые затраты, сократить сроки строительства по сравнению с классическими вариантами фундаментов. Система дренажа, размещенная ниже уровня самого фундамента, защищает конструкцию от воздействия грунтовых вод, которые могут привести к образованию трещин и разрушению. В основании используется пенополистирол, помимо теплоизоляции он будет выполнять функцию опалубки, что позволяет дополнительно уменьшить время и сэкономить средства на строительстве.

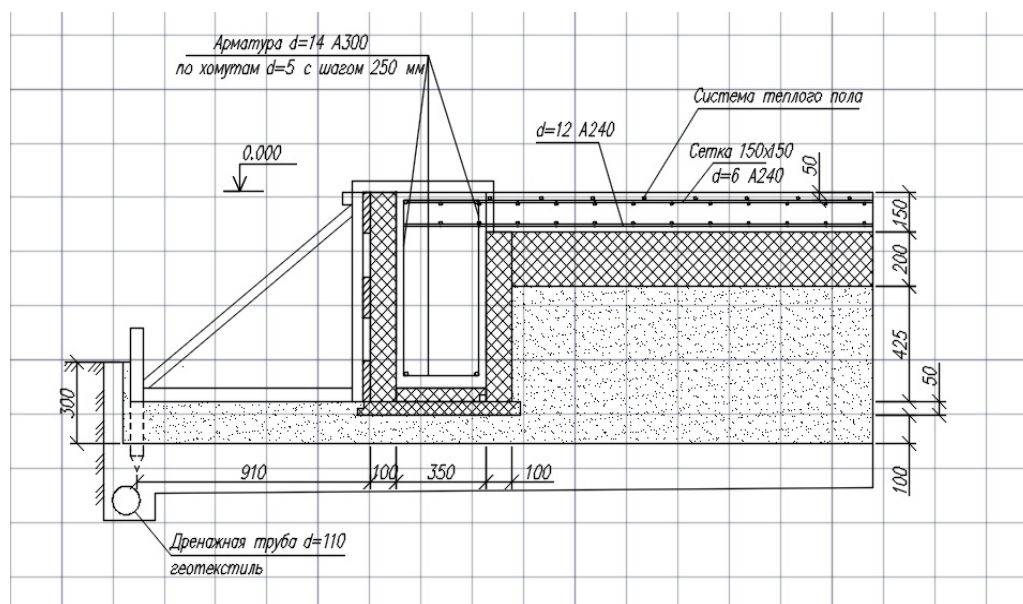


Рис. 1. Конструкция УШП

Монтаж утеплителя производится горизонтально по всей площади и вертикально по краям будущей плиты. Если раньше использовали преимущественно экструдированный пенополистирол, то сейчас все чаще применяют ПСБ-С плотных марок, поскольку его теплотехнические и другие физические характеристики, а также стоимость более привлекательны [3]. После возведения опалубки устанавливается арматура и монтируется инженерное оборудование (система тёплого пола, система водопровода и канализации, система электроснабжения). Далее заливается плита, которая будет аккумулировать

тепло, выполняя функцию большой батареи, обеспечивающей равномерное прогревание воздуха во всем внутреннем объеме здания. Расход бетона значительно меньше, по сравнению с обычным плитным фундаментом.

В данной технологии главную роль выполняет пенополистирол, который, в отличие от других типов утеплителей, способен сохранять свою несущую способность на протяжении всего жизненного цикла здания. Это подтверждено не только лабораторными испытаниями, но и длительным практическим опытом применения материала в строительстве [3]. Утеплитель способен работать во влажных условиях без изменения своих теплоизоляционных свойств.

К недостаткам УШП можно отнести такие факторы, как повышенные требования к используемым материалам, технике и квалифицированным рабочим; на неровных участках, с большим перепадом высот, необходимо предварительно выполнить площадку под фундамент; при использовании такой технологии невозможно строительство подвала; все коммуникации проведены внутри фундамента и ремонт, при аварийной ситуации, затруднён.

Мостики холода оказывают большое влияние на теплотехнические характеристики ограждающих конструкций и способствуют увеличению теплопотерь здания. Основным мостиком холода является понижение температуры на внутренней поверхности ограждений, примыкающих к проблемной области. Кроме увеличения теплопотерь здания, мостики холода повышают вероятность образования конденсата на внутренней поверхности ограждений, что приводит к возникновению плесени. Также разница в температурных режимах может явиться причиной возникновения разрушения конструкций. На рисунке 2 показаны типичные мостики холода.

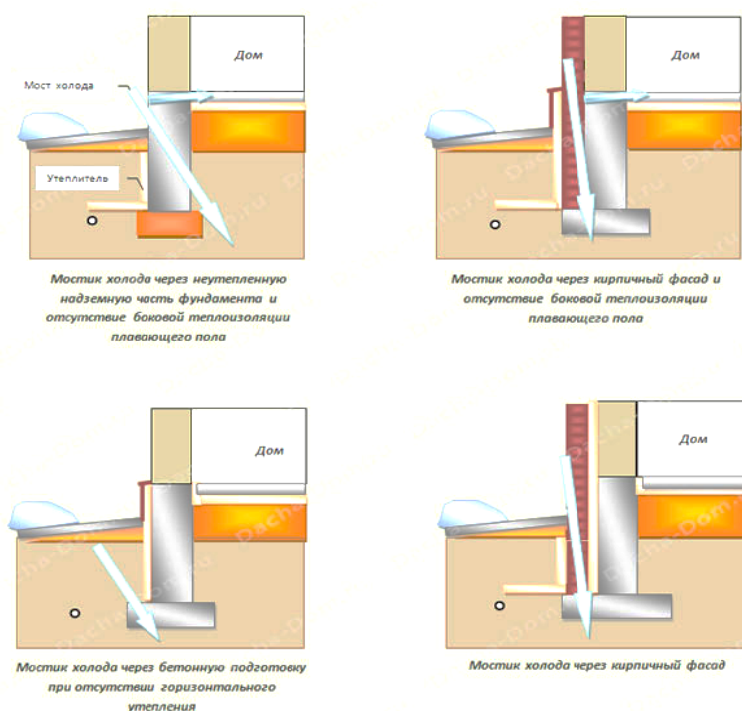


Рис. 2. Ошибки утепления фундаментов и мостики холода

Обеспечение минимальных затрат при возведении фундамента технологическими и экономическими методами, направленными на рациональное использование и экономное расходование ресурсов, дает возможность судить о больших перспективах малоэтажного домостроения.

1. Черешнев И.В. Журнал «Технологии Строительства» 1-2, 2014 [Электронный ресурс]. – Условия доступа: <http://ardexpert.ru/article/147>

2. Жуков А.Д. Эффективные фундаменты на проблемных грунтах: Практическое пособие / Жуков А.Д. Фундаменты: подготовка, устройство, технологии. – М.: Познавательная книга, 2011 – 256с.:илл. – (Серия «Советы мастера») ISBN978-5-904515-02-7

3. Ермолова Е.В. Ресурсосбережение в проектировании фундаментов. Ресурсосберегающие технологии, материалы и конструкции: материалы научно-практической конференции (17 апреля 2013 г.) / ПетрГУ. – Петрозаводск: Издво ПетрГУ, 2013. 168 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЕТРОВОЙ НАГРУЗКИ НА ВЫСОТНЫЕ ЗДАНИЯ

Н.А. Сверчкова

*Научный руководитель И.С. Казакова, канд. техн. наук, доцент
Вологодский государственный университет
г. Вологда*

В настоящее время высотное строительство стало неотъемлемым элементом архитектурно-строительной культуры и модернизации крупнейших городов мира. При возведении высотных сооружений высокий уровень ответственности вызывает необходимость проводить ряд дополнительных мероприятий при проектировании, строительстве и эксплуатации. Действующие строительные нормы не содержат достаточных рекомендаций по проектированию оригинальных по форме и крупногабаритных сооружений, в том числе, и для большинства высотных зданий. Для каждого высотного сооружения требуется разработка специальных технических условий, что обуславливает удорожание строительства.

Ветровая нагрузка для многоэтажных зданий является наиболее существенной из временных нагрузок. Это вызвано тем, что использование в высотном строительстве стальных и облегченных железобетонных конструкций привело к снижению веса сооружения и сняло ограничения на высоту зданий. С другой стороны, снижение постоянных нагрузок и создание больших, более гибких пространственных решений, привело к значительному снижению жесткости здания. В этих условиях ветровые нагрузки приобрели особое значение.

Таким образом, моделирование и расчет ветровой нагрузки является целью исследования. Задачи данной работы включают: анализ ветровых нагрузений по различным нормативным документам [1], [2], [3], подбор формы здания из представленных.

Анализ ветровой нагрузки является многофакторным. В исследовании учитывался тип местности, конструкции и материалы здания, учитывалась статическая и пульсационная составляющая ветровой нагрузки. В работе исследовались две формы здания – цилиндрическая и восьмигранная в плане. Модели здания представлены на рисунке. Ветровое воздействие генерировалось на здания одинаковой высоты 100 м, диаметром в осях 30 м. Здание запроектировано в монолитном исполнении с продольными и поперечными несущими стенами из бетона класса В25. Конструкция всего здания опирается на плитный фундамент. С помощью компьютерного моделирования в программе Robot Structural Analysis Professional созданы расчетные модели зданий.

По нормам [1] средняя составляющая ветровой нагрузки определяется по формуле (1):

$$w_m = w_0 k(z_e) c \quad (1)$$

где w_0 – нормативное, значение ветрового давления; $k(z_e)$ – коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления для высоты z_e ; c – аэродинамический коэффициент.

По нормам [2] для определения ветрового давления на высотное здание используется формула (2):

$$W = W_e - W_i = q_p(z_e) c_{pe} - q_p(z_i) c_{pi} \quad (2)$$

где $q_p(z_e)$ – пиковое значение скоростного напора ветра; c_{pe} – аэродинамический коэффициент внешнего давления; $q_p(z_i)$ – пиковое значение скоростного напора ветра; c_{pi} – аэродинамический коэффициент внутреннего давления

По нормам [3] для определения ветровой нагрузки на высотное здание используем формулу (3):

$$P = q(Gc_p) - q_i(Gc_{pi}) \quad (3)$$

где q , q_i – коэффициент, учитывающий изменение давления ветра по высоте; Gc_p – коэффициент наружного давления ветра на стену; Gc_{pi} – коэффициент внутреннего давления;

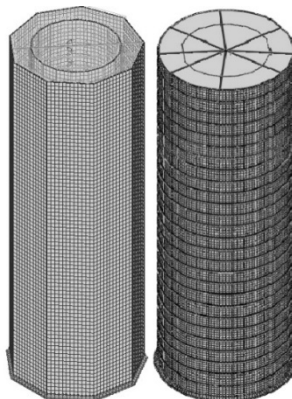


Рис. Модели здания, решенные методом конечных элементов

Учитывая введенные параметры вычисления, производится расчет ветрового нагружения в виде статической и пульсационной составляющих. По нормам [1] нормативное значение пульсационной составляющей находим по п. 11.1.8 по формуле 11.5. По нормам [2] усилие, действующее на внешнюю и на внутреннюю поверхность здания находится по п. 5.3 по формулам 5.5 и 5.6 соответственно. Пульсационная составляющая по нормам [3] находится по п. 6.5.13, формула 6-25.

Расчетные аэродинамические коэффициенты и коэффициенты высоты представлены в таблице 1.

Таблица 1

Нормативные документы	Аэродинамический коэффициент		Коэффициент высоты	
	Восьмигранная форма	Цилиндрическая форма	Восьмигранная форма	Цилиндрическая форма
СП 20-13330-2011	1.5	1.3	2	
EN 1991-1-4-2009	1.1	0.8	1.5	
ASCE Standard 7-05	1.07	0.74	1.43	

Ветровые воздействия назначаются в двух направлениях x и y , относительно здания, для подбора наиболее неблагоприятных условий (табл.2).

Таблица 2

Параметры ветровой нагрузки

Параметры	СП 20-13330-2011	EN 1991-1-4-2009	ASCE Standard 7-05
Тип местности	A	I	D
Высота над уровнем моря, м	0		
Базовая скорость ветра, м/с	24	24	24 (53,69 миль/час)
Категория сооружения по степени ответственности	I	II	III
Коэффициент демпфирования	0.104		

Учитывая введенные параметры вычисления, производится расчет ветрового нагружения в виде статической и пульсационной составляющих. Вследствии пульсационной составляющей ветра проектируемое здание вынужденно колебаться с некоторой частотой (табл. 3).

Таблица 3

**Частоты (коэффициенты динамичности)
первой и второй форм колебаний, Гц**

Нормативные доку- менты	Первая форма колебаний		Вторая форма колебаний	
	Восьмигранная форма	Цилиндрическая форма	Восьмигранная форма	Цилиндриче- ская форма
СП 20-13330-2011	0.26(2.11)	0.29(2.09)	0.30(2.05)	0.33(2.01)
EN 1991-1-4-2009	0.30(1.177)	0.31(1.166)	0.34(1.165)	0.36(1.149)
ASCE Standard 7-05	0.32(1.41)	0.33(1.131)	0.36(1.115)	0.38(1.106)

Горизонтальные перемещения представлены на диаграмме (рис.).

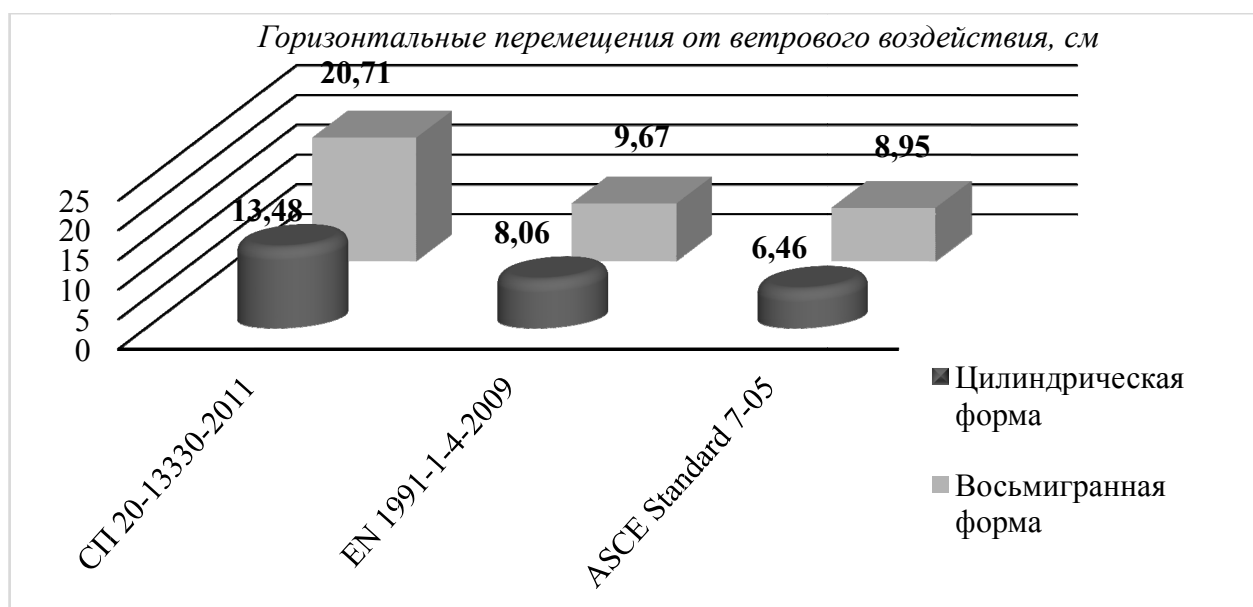


Рис. Диаграмма. Перемещения от ветровой нагрузки

Для зданий сложной конфигурации необходимо проводить специальные расчеты ветрового давления, ускорений, ветровых колебаний для обеспечения комфортности людей внутри зданий. В данной работе по результатам исследования установлено, что из рассмотренных вариантов форм здания предпочтительнее является цилиндрическая. Наибольшие перемещения получаются при расчете по российским нормам [1]. По сравнению с ними перемещения по нормам [2] в 1.67 раза ниже для цилиндрической формы и в 2.09 для восьмигранной. По нормативным документам [3] в 2.14 раз ниже для цилиндрической формы и в 2.31 для восьмигранной. Различия обусловлены разной градацией типов местности, различными значениями аэродинамических коэффициентов, коэффициентов динамичности и коэффициентов высоты. Необходимо

дополнительное изучение влияния окружающей застройки на высотное здание, влияния неоднородности воздушного потока по влажности, запыленности, температуре.

1. Нагрузки и воздействия: СП 20-13330-2011. Свод правил. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85* [Электронный ресурс]: утв. Мин-вом регионального развития РФ 27.12.2010: введ. 20.05.2011 //Техэксперт: инф.-справ. Система /Консорциум «Кодекс».

2. Еврокод 1 ВОЗДЕЙСТВИЯ НА КОНСТРУКЦИИ Часть 1-4. Общие воздействия. Ветровые воздействия. ТКП EN 1991-1-4-2009. Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь Минск 2010

3. Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures. American Society of Civil Engineers, ASCE Standard 7-05.

РАСЧЕТ НАДЕЖНОСТИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ БАЛОК ПРИ НАЛИЧИИ СЕРИИ НОРМАЛЬНЫХ ТРЕЩИН

С.А. Соловьев

Научный руководитель В.С. Уткин, д-р техн. наук, профессор

Вологодский государственный университет

г. Вологда

В 2010 г. в Российской Федерации вступил в силу Закон №384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений», согласно которому, механическая безопасность – это такое состояние строительных конструкций, при котором отсутствует недопустимый риск причинения вреда жизни и здоровья граждан. Согласно европейскому стандарту Eurocode 0 «Basis of structural design», надежность – способность сооружения или конструктивного элемента выполнять требуемые функции в течение расчетного срока эксплуатации, обычно выраженная в вероятностных показателях. Основные принципы обеспечения и расчета строительных конструкций на надежность регулируются европейским стандартом EN 1990-2002 «Basis of structural design» и Международным стандартом ISO 2394:2015 «General principles on reliability of structures». В Российской Федерации основные принципы надежности строительных конструкций регулирует Межгосударственный стандарт ГОСТ 27751-2014 «Надежность строительных конструкций и оснований», введенный в действие с 01.06.2015.

Аварии строительных конструкций, в т. ч. железобетонных балок и плит, по всему миру свидетельствуют об отсутствии методов и методик для расчетов надежности (безопасности) строительных конструкций по некоторым критериям их работоспособности, на частичное устранение чего направ-

лена предлагаемая статья, а также о недостаточном внедрении методов расчета надежности строительных конструкций в практику при их обследовании. Так, в 2015 г. в Китае (г. Тяньцзинь) произошло обрушение железобетонной плиты перекрытия, в результате чего погибли 6 человек. В 2011 г. в России (г. Пушкин) при реконструкции обрушилась железобетонная стропильная балка в результате снижения несущей способности. Все это свидетельствует о необходимости разработки методов расчета оперативной надежности по всем критериям работоспособности несущих элементов строительных конструкций, в частности для железобетонных балок, для выявления возможности дальнейшей эксплуатации или необходимости их усиления или замены. В качестве меры надежности используется вероятность (или возможность) безотказной работы несущего элемента по всем критериям его работоспособности. В частности такими критериями применительно к железобетонным балкам являются прочность арматуры и бетона, жесткость (прогиб, угол поворота), трещинообразование и ширина раскрытия трещин. В данном исследовании рассмотрен метод расчета надежности железобетонной балки по критерию прочности рабочей арматуры при наличии нормальных к продольной оси балки трещин в растянутой зоне бетона балки.

В качестве математической модели предельного состояния принято условие:

$$\tilde{\sigma}_s \leq \tilde{\sigma}_{np,s}, \quad (1)$$

где $\tilde{\sigma}_s$ – напряжение в рабочей арматуре в сечении балки с трещиной, которое является случайной величиной, что отмечено волнистой линией над символом; $\tilde{\sigma}_{np,s}$ – предельное напряжение стали арматуры при растяжении, определяемое экспериментально по результатам испытаний образцов арматуры балки, число которых по [1] не менее двух.

В СП 63.13330. 2012 ширина раскрытия трещин определяется по формуле $a_{crc} = \sigma_s \varphi_1 \varphi_2 \varphi_3 \psi_s l_s / E_s$. Предлагается использовать эту формулу для определения напряжения σ_s по результатам измерений ширины раскрытия трещин с учетом изменчивости контролируемых параметров. В этом случае σ_s определяется по формуле:

$$\tilde{\sigma}_s = \tilde{a}_{crc} E_s / \varphi_1 \varphi_2 \varphi_3 \tilde{\psi}_s \tilde{l}_s, \quad (2)$$

обозначения параметров приведены в СП 63.13330.2012.

В работе [2] академик Н.И. Карпенко и др. предложили уточнить формулу (2), содержащуюся в СП 63.13330.2012, путем замены E_s секущим модулем упругости E_s^{sec} , который меньше нормативного значения $E_s = 2 \cdot 10^{11}$ Па. Значение E_s^{sec} при обследовании и расчете надежности железобетонных балок определяется по результатам испытаний [1] образцов из арматуры балки по диаграмме напряжений $\sigma - \varepsilon$ при средних значениях $\bar{\varepsilon}_s$ и $\bar{\sigma}'_s = \bar{\varepsilon}_s E_s^{\text{sec}}$, полученных при не менее двух испытаний образцов из арматуры балки и принима-

ется детерминированным в силу малого коэффициента вариации [3]. С учетом вышеизложенного математическую модель предельного состояния для расчета надежности примем в виде:

$$\tilde{a}_{crc} E_s^{\text{sec}} / \varphi_1 \varphi_2 \varphi_3 \tilde{\psi}_s \tilde{l}_s \leq \tilde{\sigma}_{s,np}. \quad (3)$$

Рассмотрим расчет надежности железобетонной балки по математической модели (3) возможным методом с использованием принципа обобщения Л. Заде из теории нечетких множеств [4]. Нечеткие переменные в (3) будем описывать наиболее распространенной в расчетах надежности [5] функцией распределения возможностей $\pi_X(x)$, с аналитическим видом:

$$\pi_X(x) = \exp \left[- \left(\frac{x - a_x}{b_x} \right)^2 \right], \quad (4)$$

где $a_x = 0,5 \cdot (X_{\max} + X_{\min})$; $b_x = (X_{\max} - X_{\min}) / \sqrt{-\ln \alpha}$, $X_{\max}$ и $X_{\min}$ – наибольшее и наименьшее значение во множестве значений $\{x\}$, полученных из результатов измерений; $\alpha \in [0;1]$ – уровень среза (риска), значением которого задаются [5]. Обратная функция от $\pi_X(x)$ будет $x = a_x \pm b_x \sqrt{-\ln \alpha^*}$ или $x = a_x \pm b_x \beta$, где $\beta = \sqrt{-\ln \alpha^*}$.

Рассмотрим вариант с условием $a_{crc} > a_{crc,ult}$. В этом случае по СП коэффициент Мурашева ψ_s определяется из $\psi_s = 1 - 0,8 \frac{M_{crc}}{M}$ и примем его случайной величиной. Введем обозначения $\tilde{a}_{crc} = X$, $\tilde{l}_s = Y$, $\tilde{\sigma}_{np,s} = Z$, $\tilde{\psi}_s = T$, $\varphi_1 \varphi_2 \varphi_3 / E_s^{\text{sec}} = k$. Представим (3) в виде:

$$X / Y \cdot Z \cdot T \leq k, \quad (5)$$

где k – детерминированная величина; X, Y, Z, T – нечеткими переменными.

Все нечеткие переменные в (5) будем описывать функциями распределения возможностей вида (4). В соответствии с принципом обобщения Л. Заде, формируем нечеткую функцию J от нечетких аргументов X, Y, Z, T из (5) в виде $J = X / Y \cdot Z \cdot T \leq k$. Нечеткая функция J характеризуется функцией распределения $\pi_J(j)$ с левой $j \leq \alpha_j$ и правой $j > \alpha_j$ ветвями, а обратная функция j от J будет определяться через обратные функции X, Y, Z, T . Для левой ветви:

$$j_{лев} = (a_x - b_x \beta) / (a_y + b_y \beta) (a_t + b_t \beta) (a_z + b_z \beta), \quad (6)$$

и для правой ветви

$$j_{np} = (a_x + b_x \beta) / (a_y - b_y \beta) (a_t - b_t \beta) (a_z - b_z \beta), \quad (7)$$

где $\beta = \sqrt{-\ln \pi_J(j)}$. Из (7) условное «среднее» $a_j = a_x / a_y a_z a_t$ и соответствует $\beta = 0$ или $\pi_J(j) = 1$. По (7) при выполнении $a_j \leq k$ значение возможности безотказной работы принимается $R=1$. Возможность отказа Q (для правой ветви функции $\pi_J(j)$) найдем по значению β , полученного из (10), принимая равенство из (7) для $j_{np} = k$. По результатам решения (7), при $j_{np} = k$ находят $\beta_{\min}$ по абсолютному значению и возможность отказа по критерию прочности арматуры $Q = \exp(-\beta_{\min}^2)$. Соответственно необходимость безотказной работы бал-

ки составит $N=1-Q$. Надежность железобетонной балки по критерию прочности рабочей арматуры характеризуется интервалом $[N; R=1]$ или в вероятностных показателях $[\underline{P}; \bar{P}]$, где $\underline{P}$ и $\bar{P}$ – нижнее и верхнее значение вероятности безотказной работы.

Пример. Пусть условно для железобетонной балки известны следующие значения: $a_{crc,ult} = 0,30$ мм; $E_s^{sec} = 2 \cdot 10^{10}$ Па; $\varphi_1 = 1,4$; $\varphi_2 = 0,5$; $\varphi_3 = 1$; $\tilde{a}_{crc} = \{0,36; 0,34; 0,35\}$ мм; $\tilde{l}_s = \{0,10; 0,12; 0,14\}$ м; $\tilde{\sigma}_{0,2} = \{270; 260; 280\}$ МПа; $\tilde{\psi}_s = \{0,69; 0,71; 0,70\}$. Определяем параметры: $a_x = 0,35$ мм; $a_y = 0,45$ м; $a_z = 270$ МПа; $a_t = 0,70$, $b_x = 0,012$ мм; $b_y = 0,023$ м; $b_z = 11,56$ МПа; $a_t = 0,012$ при $\alpha = 0,05$. Вычислим $k = \varphi_1 \varphi_2 \varphi_3 / E_s = 3,5 \cdot 10^{-11}$ м²/Н, т.к. $a_j = a_x / a_y a_z a_t = 1,13 \cdot 10^{-11} \leq k = 3,5 \cdot 10^{-11}$ м²/Н, то возможность безотказной работы $R=1$. Из (10) для правой ветви $\pi_G(g)$ найдем $\beta_{min} = 3,05$. Тогда возможность отказа $Q = \exp[-(3,05)^2] = 0,00009$. Необходимость безотказной работы составит: $N=1-0,00009=0,99991$. Надежность железобетонной балки по критерию ширины раскрытия нормальных трещин характеризуется интервалом вероятностей $[0,99991; 1]$. Из примера видно, что даже при ширине раскрытия трещин больше нормативного значения равного $a_{crc,ult} = 0,3$ мм, вероятность безотказной работы балки по критерию прочности арматуры может быть выше, чем предельное значение, даже по $\underline{P}$, например при $P_{np} = 0,9995$. Это свидетельствует о том, что по одному критерию – ширине раскрытия трещин a_{crc} , и ее предельному значению нельзя $a_{crc,ult}$ оценить безопасность конструкции и принять адекватное решение о ее работоспособности. Кроме того, необходимо иметь в виду, что надежность железобетонной балки как механической системы находится по теореме умножения вероятностей как: $P = \prod_i^n P_i$, где P_i – вероятность безотказной работы балки по i -му критерию работоспособности балки.

1. Бедов А.И., Сапрыкин В.Ф. Обследование и реконструкция железобетонных и каменных конструкций эксплуатируемых здания и сооружений. М.: АСВ, 1995. 192 с.

2. Карпенко Н.И., Соколов Б.С., Радайкин О.В. К оценке прочности, жесткости, момента образования трещин и их раскрытия в зоне чистого изгиба железобетонных балок с применением нелинейной деформационной модели // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2015. №3. С. 5-12.

3. Аугусти Г., Баратта А., Кашиати Ф. Вероятностные методы в строительном проектировании. М.: Стройиздат, 1988. 584 с.

4. Zadeh L. A. Fuzzy sets // Information and Control. 1965. No. 3. pp. 338-353.

5. Уткин В.С., Соловьев С.А., Каберова А.А. Значение уровня среза (риска) при расчете надежности несущих элементов возможным методом // Строительная механика и расчет сооружений. 2015. №6. С. 63-67.

ИССЛЕДОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНОЙ СХЕМЫ МОНОЛИТНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОННОГО КАРКАСА ЗДАНИЯ ПРИ РАСЧЕТЕ НА ПРОГРЕССИРУЮЩЕЕ ОБРУШЕНИЕ

К.А. Тиханова

Научный руководитель Н.М. Дементьев, канд. техн. наук, доцент

Вологодский государственный университет

г. Вологда

В настоящее время все чаще в СМИ появляются новости, связанные с разрушением строительных конструкций, а затем и здания в целом либо его части. Причинами разрушения являются взрывы бытового газа, пожары, дефекты проектирования, неверные перепланировки, а также природные явления. Все это приводит к прогрессирующему обрушению.

Прогрессирующее обрушение обозначает последовательное разрушение несущих строительных конструкций здания, обусловленное начальным локальным повреждением отдельных несущих конструктивных элементов и приводящее к обрушению всего здания или его значительной части [1].

В нашей работе для исследования на прогрессирующее обрушение было выбрано двенадцатиэтажное здание из монолитного железобетонного каркаса.

Конструктивная схема включает в себя:

- 1) несущие монолитные железобетонные колонны, сечением 400х400 мм из бетона класса В25;
- 2) несущие диафрагмы жесткости по контуру лестнично-лифтового узла, а также дополнительные диафрагмы в количестве трех в продольном и поперечном направлении толщиной 160 мм из бетона класса В25;
- 3) конструкция перекрытий и покрытия – монолитные железобетонные плиты толщиной 180 мм из бетона класса В25.

Для зданий и сооружений каркасного типа колонны являются ключевыми элементами. Поэтому для исследования наиболее неблагоприятного локального разрушения было выбрано разрушение угловой колонны на первом этаже, а также разрушение средней колонны крайнего ряда первого этажа.

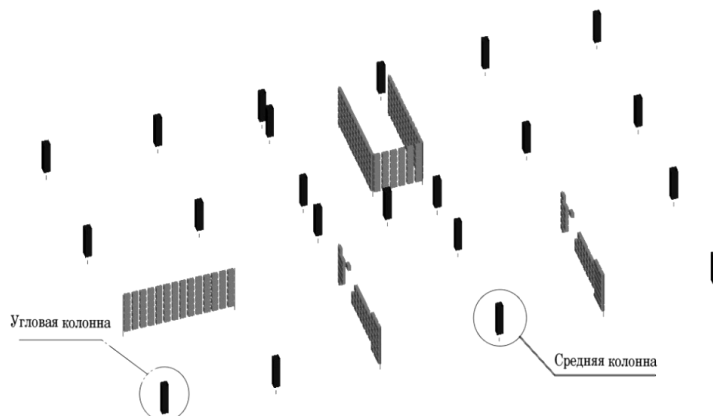


Рис. 1. Схема расположения удаляемых колонн

Расчет здания на прогрессирующее обрушение был выполнен в программном комплексе SCAD Office 11.5 в соответствии с нормативной литературой [2], [3].

Методика расчета:

- 1) статический расчет с целью определения напряженно-деформируемого состояния конструкции в нормальных условиях;
- 2) определение расчетных сочетаний усилий;
- 3) подбор арматуры с учетом первого и второго предельных состояний;
- 4) выбор удаляемого фрагмента конструкции;
- 5) составление комбинации загружений, в которую входят постоянные нагрузки и длительные временные нагрузки с коэффициентом 1;
- 6) назначение группы нагрузок, определяющей вес обрушившихся конструкций;
- 7) задаются коэффициенты динамичности для учета эффекта падения обрушившихся конструкций $K_g=2$ и для учета внезапности удаления элементов конструкции $K_f=2$;
- 8) задается значение интервала неопределенности.

Результаты расчета представлены на рисунке 2 в двухцветной цветовой шкале. Темно серым цветом выделены вышедшие из строя элементы. Их значение максимального по величине коэффициента использования ограничений $K_{\max} \geq 1$. Светло серым цветом выделены работающие элементы с $K_{\max} < 1$.

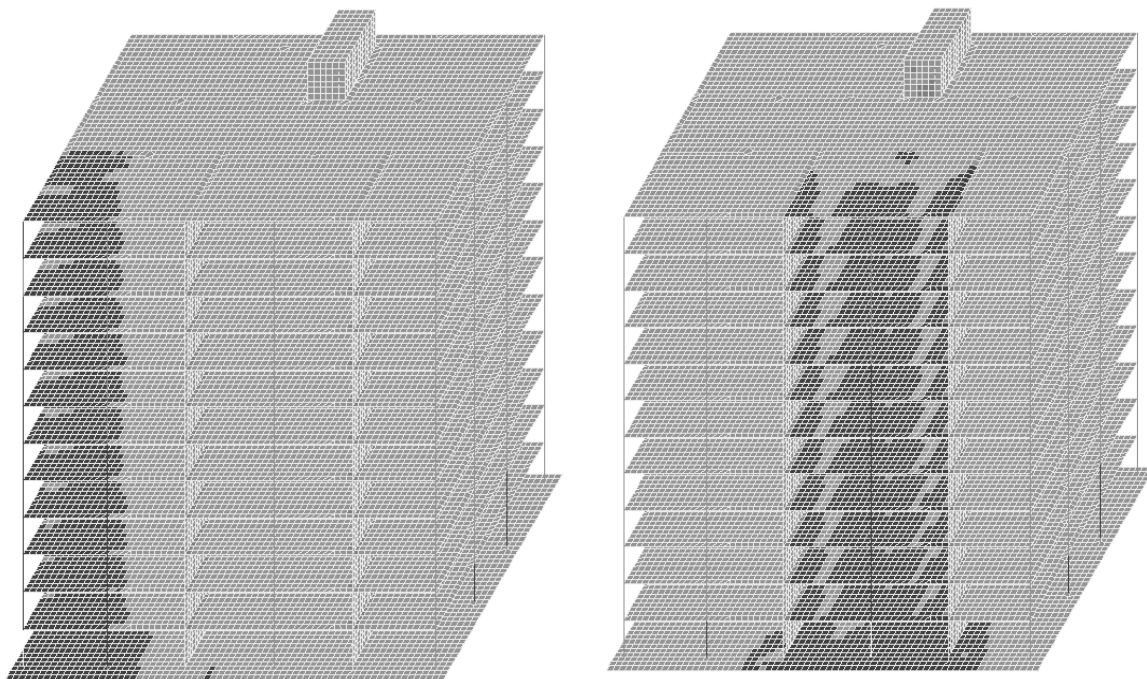


Рис. 2. Результаты расчета на прогрессирующее обрушение

В результате численного моделирования мы получаем качественную характеристику устойчивости конструкции по отношению к прогрессирующему обрушению и имеем возможность выявить слабые места конструкции при определенных сценариях обрушения.

Для повышения устойчивости здания от прогрессирующего разрушения можно применять жесткие блоки по высоте здания, которые могут исполнять роль технического этажа. Возможно использование балок в перекрытии, что также способствует снижению риска возникновения прогрессирующего обрушения.

1. СТО-008-02495342-2009. Стандарт организации. Предотвращение прогрессирующего обрушения железобетонных монолитных конструкций. Проектирование и расчет. – Введ. 07.09.2009г. – М.: ЦНИИПромданий, 2009. – 21с.

2. СП 20.13330.2011. Свод правил. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП II-01-85*: утв. Минрегион России 27.12.2010г. №787.- Введ. 20.05.2011г. – М.: Минрегион России, 2011. – 80с.

3. СП 52-101-2003. Свод правил по проектированию и строительству. Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного напряжения арматуры: утв. Госстрой России 25.12.2003г. №215. – Введ. 01.03.2004. – М.: Госстрой России, 2004. – 142с.

ОПТИМИЗАЦИЯ СТЫКА КОЛОНН С ФУНДАМЕНТОМ В СТРОИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЕ «КУБ»

Д.И. Тугаринов

*Научный руководитель **Е.А. Кабанов**, канд. техн. наук, доцент
Вологодский государственный университет
г. Вологда*

В настоящее время строительная система «КУБ» представлена на строительном рынке г. Вологды.

Строительная система «КУБ» представляет собой сборно-монолитную систему с безбалочными, бескапительными перекрытиями, состоящую из железобетонных плит одинаковой толщины и колонн постоянного сечения. Монолитный железобетон при этом остается только в узлах, соединяющих различные элементы конструкции воедино.

Система «КУБ» берет свое начало в 60-х годах прошлого столетия, когда в ЦНИИЭП жилища под руководством А. Э. Дорфмана и Л. Н. Левонтина для высотной гостиницы во Владивостоке были разработаны конструкции безбалочного бескапительного перекрытия. Такой железобетонный каркас получил название «КУБ-1».

Таким образом, система «КУБ» является не новинкой, а уже проверенной десятилетиями технологией и она постоянно улучшается и дорабатывается. На сегодняшний день самой совершенной является система «КУБ-3V»,

разработанная в 2010 году и активно продвигаемая на территории России, а также на территории ближнего и дальнего зарубежья компанией ООО «СИСТЕМА СТРОЙ».

Каркас «КУБа» состоит из квадратных многоярусных колонн и плоских крупноразмерных плит. Их номенклатура включает надколонные, межколонные и средние плиты и диафрагмы жесткости (рисунок 1).

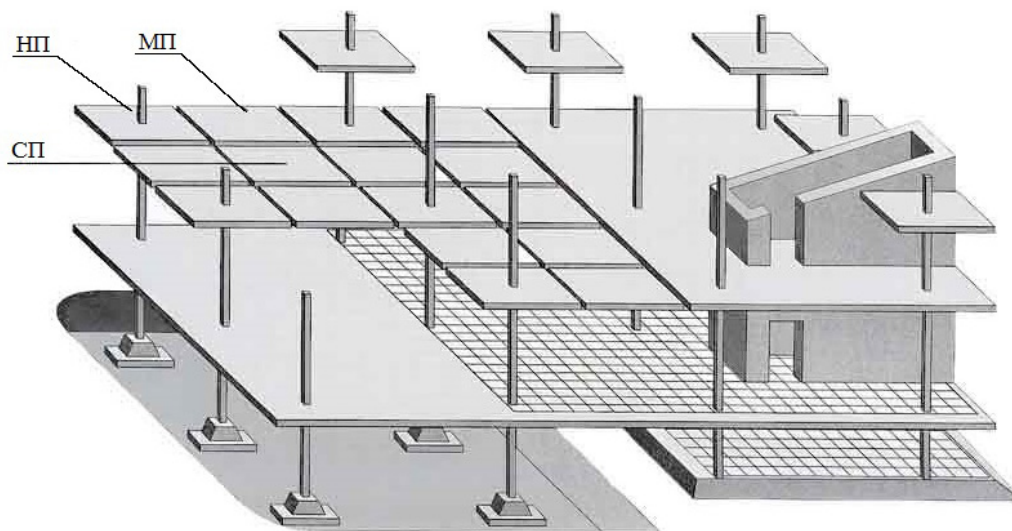


Рис. 1. Конструктивная схема строительной системы «КУБ»
НП – надколонная плита; МП – межколонная плита; СП – средняя плита

Размеры плит приняты из условия расположения их стыков в теоретической зоне минимальных изгибающих усилий (на расстоянии равном 0,25 от длины рабочего пролета). Для пропуска колонн через перекрытия и организации поэтажных стыков в надколонных плитах выполнены соответствующие отверстия.

Монтаж каркаса начинается с монтажа многоярусных колонн, которые могут быть высотой от 2-х этажей и выше. Колонны устанавливают в отдельно стоящие фундаменты стаканного типа или в подколонники на монолитной фундаментной плите.

Монтаж плит перекрытия производится в следующем порядке. Производится монтаж надколонных плит перекрытия, размером 3х3 метра, которые надевают на колонну, проходя вдоль направляющих пластин кондуктора (рисунок 2). Установленная надколонная плита прикрепляется к колонне с помощью сварки обечайки плиты с рабочей арматурой колонны, зазор между колонной и плитой заливается мелкозернистым бетоном. Следующими устанавливаются межколонные плиты перекрытия и в последнюю очередь – средние плиты.

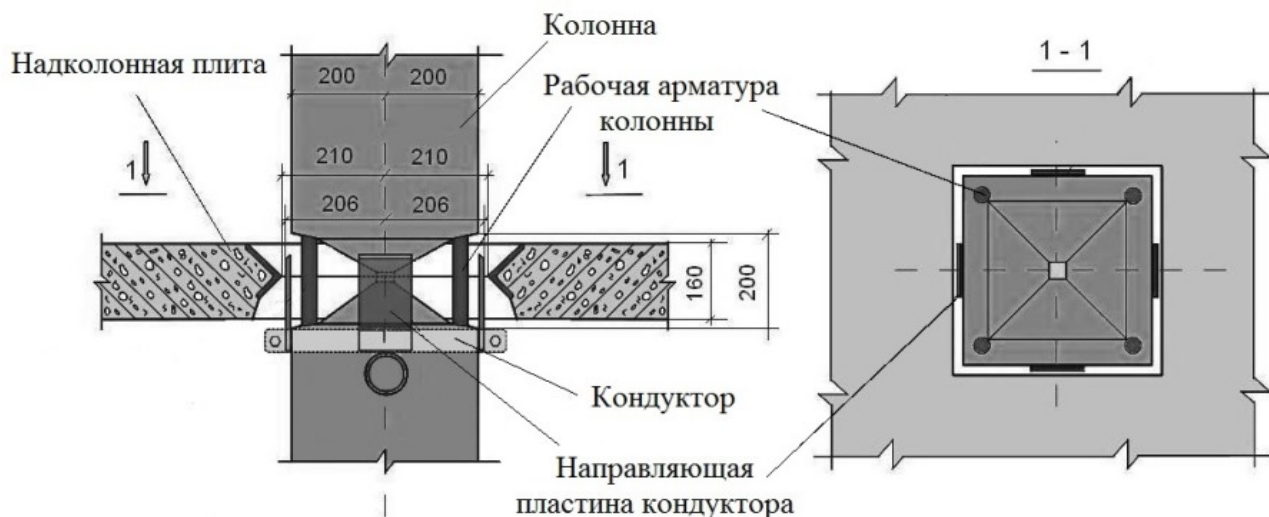


Рис. 2. Узел опирания надколонной плиты на колонну

Целью исследования является сравнение типового варианта узла стыка колонны с фундаментом через подколонник, применяемого в строительной системе «КУБ» (Рисунок 3), и нового варианта узла, в котором колонна соединяется с плитой фундамента через выпуски арматуры (Рисунок 4). Новый вариант узла даёт некоторую экономию в процессе устройства фундамента сооружения за счет упрощения опалубочных работ и бетонирования, а также за счет экономии бетона и арматуры, необходимых для устройства подстаканников. Но при этом увеличиваются затраты на устройство выпусков арматуры из фундаментной плиты, на опалубочные работы и бетонирование в узлах соединения плиты с колоннами, а также на изготовление нетиповой колонны.

В ходе проведения работы были рассчитаны и спроектированы выпуски арматуры и новая конструкция колонны, необходимые для прочного и жесткого соединения вертикальных элементов каркаса с фундаментной плитой без использования подстаканников.

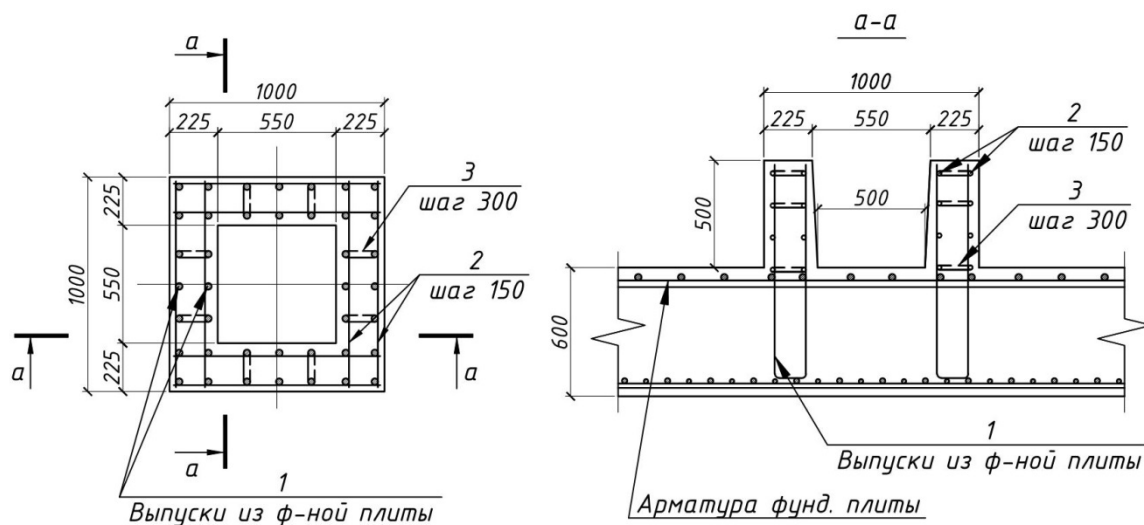


Рис. 3. Монолитный подколонник

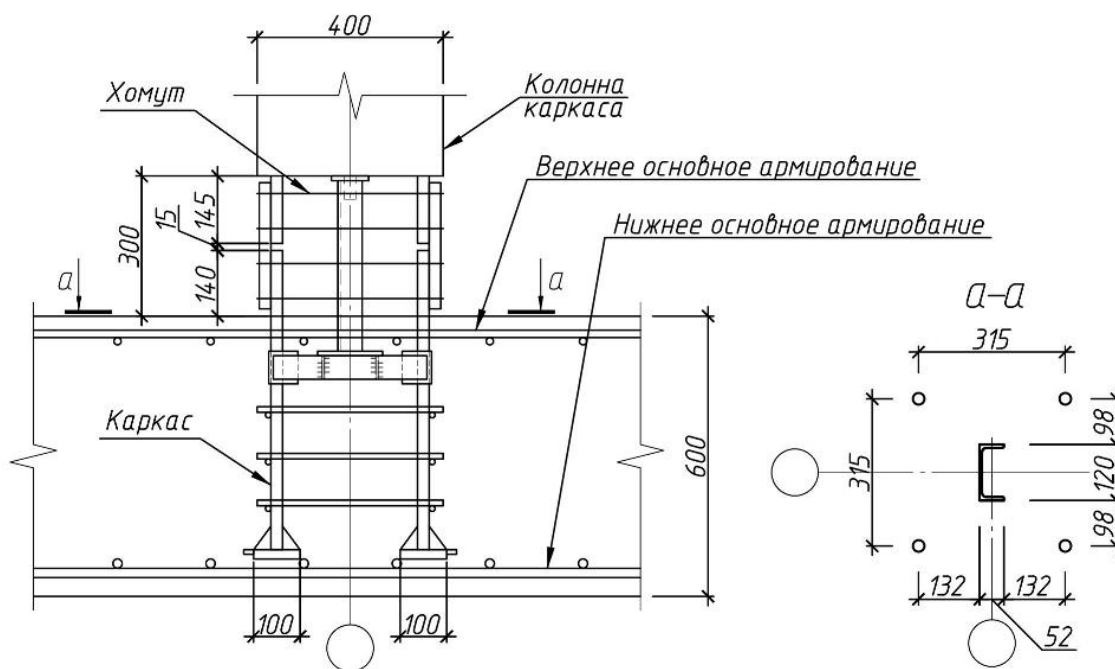


Рис. 4. Узел соединения колонны каркаса с фундаментной плитой через выпуски арматуры без подколонника

Рассмотрим экономию материалов от использования нового варианта узла на примере здания с размерами в осях 54x12 м и имеющего 32 колонны. За счет устранения монолитных подстаканников была получена экономия стали в размере 2820 кг и бетона в размере 19 м³. При этом часть сэкономленной стали было потрачено на устройство выпусков арматуры – 1080 кг. Также была получена дополнительная эксплуатируемая площадь цокольного этажа в размере 27 м².

Рассчитаем стоимость сэкономленных материалов и дополнительной площади на цокольном этаже. Экономия за счет уменьшения объема бетона класса В30 составляет:

$$5,98 \cdot 0,6545 \cdot 19 \cdot 1,18 = 87,75 \text{ тыс. руб.},$$

где 5,98 – расчетный индекс стоимости строительных материалов по отношению к базовым ценам на 01.01.2000 года по состоянию на II квартал 2016 года (без учета НДС);

0,6545 – сметная цена тяжелого бетона В30, взятая из территориального сборника сметных цен по Вологодской области, тыс. руб./м³;

19 – объем сэкономленного бетона, м³;

1,18 – коэффициент, учитывающий налог на добавленную стоимость (НДС) в размере 18%.

Стоимость сэкономленной арматуры составляет:

$$5,98 \cdot 11,4848 \cdot 1,74 \cdot 1,18 = 141 \text{ тыс. руб.},$$

где 11,4848 – сметная цена арматурной стали А500С, диаметром 10 мм, взятая из территориального сборника сметных цен по Вологодской области, тыс. руб./т;

1,74 – объем сэкономленной стали, т.

Исходя из средней стоимости 1 м² помещения цокольного этажа в г. Вологда, равной 15 тыс. руб., получим примерную стоимость освободившейся площади на цокольном этаже:

$$15 \cdot 27 = 405 \text{ тыс. руб.}$$

Таким образом, общая выгода от использования нового варианта узла оценивается в пределах 630 тыс. руб. для данного здания. Стоит отметить, что данная оценка произведена без учета изменения стоимости работ на возведение фундамента и устройство нового варианта стыка колонны с фундаментной плитой. Также без внимания осталось и удорожание производства новых колонн. Конечная же стоимость устройства нового варианта узла будет определена в дальнейшем, после обработки фактических затрат на реализацию данного решения в проекте.

1. СП 52-103-2007. Свод правил. Железобетонные монолитные конструкции зданий: утв. ФГУП «НИЦ «Строительство» 12.07.2007 № 123. – Введ. 12.07.2007. – М.: ФГУП «НИЦ «Строительство», 2007. – 22 с.

2. Руководство по проектированию плитных фундаментов каркасных зданий и сооружений башенного типа / НИИОСП им. Н.М. Герсевича. – М.: Стройиздат, 1984. – 263 с.

3. Великжанин, Г.М. Домостроительная система КУБ-3V (KUB-3V). – М.: ООО «СИСТЕМА СТРОЙ», 2010. – 60 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИЧИН ТРЕЩИНООБРАЗОВАНИЯ НА ВНУТРЕННИХ НЕСУЩИХ СТЕНАХ ЖИЛЫХ ДОМОВ

Т.Н. Чекулаева

Научный руководитель Е.А. Кабанов, канд. техн. наук, доцент

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Качество отделки покупаемого жилья постепенно улучшается, но иногда в домах появляются дефекты, не связанные с качеством отделочных работ, например, трещинообразование на внутренней поверхности стен жилых домов. Данная проблема может быть связана с тем, что люди приобретают жилье, вкладывая немалую сумму денег, а в итоге получают квартиры, где дефекты иногда появляются после проведения отделочных работ. В данной статье раскрывается вопрос о причинах появления трещин.

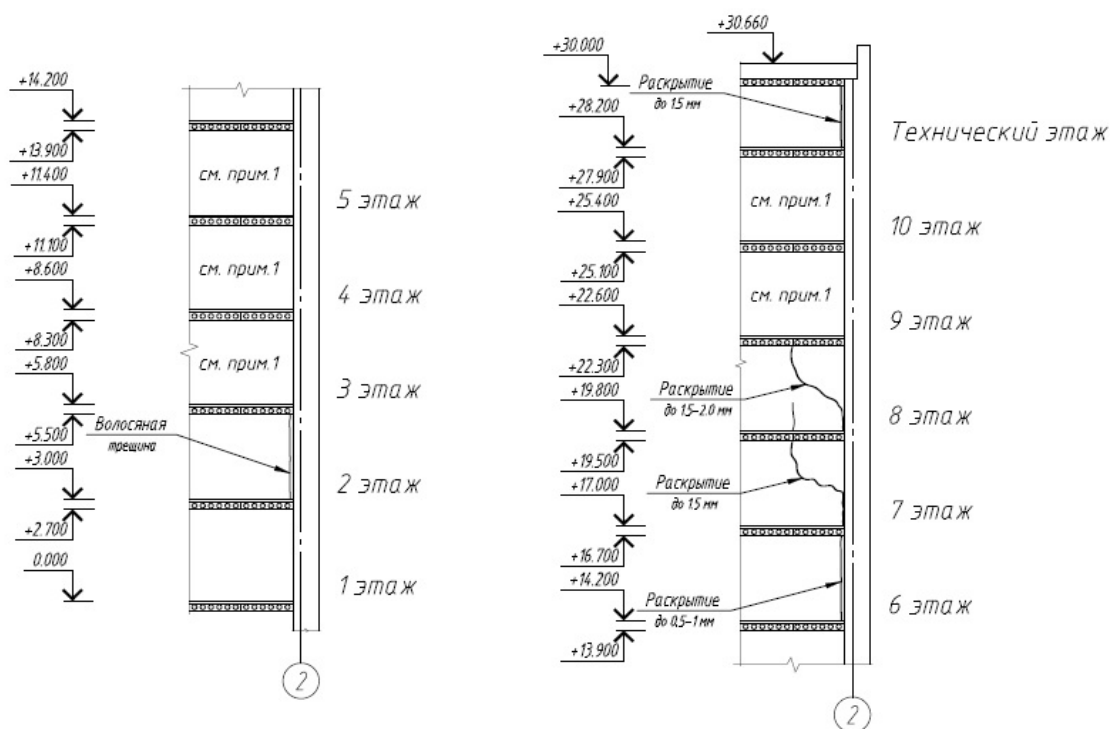
В качестве примера были взяты результаты обследования жилого дома на выявление причин трещинообразования на внутренних стенах здания.

Обследование проводилось в соответствии с требованиями [1]. По проектным данным – внутренние стены выполнены из силикатного кирпича полнотелого СУР 150/15 и СУР 185-15. Наружные стены имеют толщину 770 мм, стены помещения технического этажа – 640мм. Кладка запроектирована из камня щелевого керамического рядового с облицовочным слоем из силикатного кирпича, что было подтверждено в ходе обследования.

По результатам обследования кирпичной кладки стен здания выявлены многочисленные сквозные наклонные и вертикальные трещины с различной шириной раскрытия (до 3мм), находившиеся в местах примыкания внутренних стен к наружным.

На верхних этажах наблюдается наибольшее раскрытие трещин. Наклонные трещины во внутренних несущих стенах идут в основном от стыка между первой и второй плитами перекрытия, прилегающими к наружным продольным стенам под углом 30-50 градусов (к горизонту), также следует отметить образование трещин в рустах между первой и второй плитой, куда приходит наклонная трещина на верхних этажах (рисунок).

На нижележащих этажах образования наклонных трещин не обнаружено. В ряде случаев также с верхних этажей идет только вертикальная волосная трещина в месте примыкания к наружной стене (рисунок, этаж 2).



1. Обследование не проводилось по причине отсутствия доступа в квартиру.

Рис. Положение трещин на стене по оси Б, примыкающей к оси 2

Похожие дефекты были описаны в статье инженера Р.С.Шахназарова [2]. Он провел обследования домов по сериям II-20-01САКБ и I-511 САКБ. Данные серии домов начали строить в начале 50-х годов. В своей работе автор ссылается на отсутствие учета различных свойств материалов, используемых в кладке наружных и внутренних несущих стен при проектировании данных серий. Им был произведен расчет и определена разность свободных деформаций, она превышала допустимые значения, что являлось причиной появления трещин.

Было установлено, что в нормативной документации [3], действующей на момент строительства выше указанных серий, расчета по деформациям представлено не было, он появился в более поздних изданиях [4].

На основе полученных данных о конструкции здания и проведенном сборе нагрузки был произведен расчет, согласно следующим нормативным документам: [5],[6].

При расчете условно принимается, что обе стены не связаны друг с другом, и определяется свободная деформация каждой из двух стен отдельно при действии расчетных длительных нагрузок.

Разность свободных деформаций этих стен должна удовлетворять условию

$$\delta_1 - \delta_2 \leq \delta_u \quad (\text{прил.Е})[5]$$

где :

δ_1 – абсолютная свободная деформация сжатия одной из стен (или участка стены)

δ_2 – то же, второй стены;

δ_u – предельная допустимая разность деформаций согласно таблице Е.1 [5].

Участок стен на пересечении осей Б/2:

$$\delta = \delta_2 - \delta_1 = 31,65 - 2,75 = 28,9 \text{ мм} > 13 \text{ мм}$$

где :

δ_1 – абсолютная свободная деформация сжатия наружной несущей стены из керамического камня;

δ_2 – абсолютная свободная деформация сжатия внутренней несущей стены из силикатного кирпича;

Из результатов расчета видно, что полученная разность деформаций превышает допустимую более чем в 2 раза, что и вызывает образование трещин.

Наибольшее раскрытие трещин в верхних этажах объясняется тем, что разность абсолютных деформаций внутренних и наружных стен достигает наибольшего значения в самом верхнем этаже и постепенно уменьшается в

нижележащих. Участок внутренней стены, примыкающей к наружной, находится в сложном напряженном состоянии вследствие перекоса под влиянием большего смещения средней части стены.

Выводы:

На основании изученной проектной документации, проведенного обследования, камеральной обработки данных, анализа научно-технической литературы и расчетов можно сделать вывод о том, что появление трещин во внутренних несущих стенах у стыка с наружной стеной вызвано различным уровнем напряжения связанных между собой стен и применением материалов с различной степенью деформативности и ползучести.

Рекомендации:

1. При проектировании зданий необходимо учитывать требования [5] по расчету используемых материалов на образование и раскрытие трещин. При несоблюдении этого простого правила все затраты на устранение данных дефектов лягут на проектировщиков.

2. Управляющие компании при приемке дома и обследовании появившихся трещин должны учитывать, что описанный дефект является скрытым.

1. ГОСТ 31 937-2011 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния».

2. Анализ причин аварий и повреждений строительных конструкций, проф. А.А. Шишкин, статья инж. Шахназарова Р.С. «Исследование причин трещинообразования во внутренних несущих стенах жилых домов серии П-20-01 САКБ и I-511 САКБ/ГОССТРОЙ СССР/ ЦНИИОСК им. Н.М. Герсееванова. – М.: Стройиздат, 1964. – 292 с.

3. «Строительные нормы и правила, часть II, Нормы строительного проектирования», Государственное издательство литературы по строительству и архитектуре, Москва, 1954г.

4. СНиП II-B.2-62* строительные нормы и правила. Каменные и армокаменные конструкции. Нормы проектирования: утв. Постановлением государственного комитета совета министров СССР по делам строительства от 16 сентября 1971 г. N 154взамен: СНиП II-B.2-62; СН 29-58; СН 52-59; СН 175-61; СН 344-65, Москва, 1969г.

5. СП 15.13330.2012 Свод правил. Каменные и армокаменные конструкции: утв. приказом Министерства регионального развития Российской Федерации (Минрегион России) от 29 декабря 2011 г. N 635/5.-Введ. 01.01.2013.

6. «Пособие по проектированию каменных и армокаменных конструкций к СНиП II-22-81». Утв. приказом ЦНИИСК им. Кучеренко Госстроя СССР от 15 августа 1985 г. № 243/л, Москва. – 272с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВАРИАНТОВ УСИЛЕНИЯ ПРОГОНОВ ИЗ ПРОКАТНОЙ СТАЛИ В ПОКРЫТИИ ЗДАНИЯ

Я.Н. Якуничева

Научный руководитель И.С. Казакова, канд. техн. наук, доцент
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Одной из актуальных проблем строительства и эксплуатации существующих зданий является защита от атмосферных осадков и восстановление несущей способности строительных конструкций. Залогом успешного решения такого рода проблемы является строгое соблюдение требований нормативных документов, комплексный подход к ведению работ на каждом объекте, включающий в себя не только полномасштабное обследование сооружений с проведением инженерно-геологических изысканий, но и правильный выбор материалов и технологий, производство работ на высоком профессиональном уровне, экспертный надзор за объектом.

В работе представлены варианты усиления несущих конструкций кровли пожарной части на 4 машиновыезда с учебно-тренировочным комплексом. Было проведено обследование кровли в связи с ее постоянными протечками.

При обследовании кровли здания установлено, что кровля выполнена по основанию из стеновых сэндвич-панелей толщиной 200мм с металлическими обкладками. Для механического крепления кровли к основанию используются самонарезающиеся винты. В отдельных местах наблюдается выпирание над кровлей самонарезающихся болтов, прикрепляющих сэндвич-панели к прогонам, приводящее к прорыву кровли. Имеются участки с герметизацией поверхности кровли мастикой. Выявлено некачественное устройство примыканий кровли к вертикальным поверхностям в местах перепадов высот кровли и местах проходов через кровлю воздухопроводов, вентиляционных шахт.

При осмотре внутри здания наблюдаются протечки через продольные и поперечные швы панелей кровли во всех помещениях, в местах перепадов высот кровли, в местах прохода воздухопроводов, вентиляционных шахт, через одиночные отверстия в панелях.

В покрытии здания приняты прогоны из прокатного швеллера 14, 20, 22 и 24 по ГОСТ 8240-93 с шагом 3м. Применение такого шага не обеспечивает несущую способность стеновых сэндвич-панелей из условия прочности утеплителя на сжатие. Установлено, что проектный шаг прогонов 3м влияет на увеличение нагрузок на утеплитель сэндвич-панелей в местах опирания на прогоны и может привести к деформации панелей (осадке слоя утеплителя) в местах опирания на прогон, приподниманию головок саморезов и, как следствие, прорыву кровельного покрывала.

На основании проведенных исследований и осмотра здания, были сделаны выводы, что причины протечек кровли связаны с неправильным конструктивным решением покрытия здания.

Поскольку не обеспечивается несущая способность прогонов конструкции кровли, то необходимо их усиление. В работе были исследованы два варианта усиления стальных прогонов.

Первый вариант усиления: Подведение снизу дополнительных прогонов, для уменьшения шага, и как следствие уменьшение нагрузки на стеновые сэндвич-панели кровли и сами прогоны.

Представленный вариант трудоемок, требует больших материальных затрат, так как необходим демонтаж инженерного оборудования в межферменном и межбалочном пространстве здания.

Второй вариант усиления заключается в превращении прогонов в ячеистые балки, сечение которых представляет собой: нижний пояс – это существующие прогоны, верхний пояс выполнен из двух равнополочных уголков, соединение верхнего и нижнего пояса производится с помощью металлических пластин (фасонок), для которых в сэндвич-панелях прорезаются отверстия, к швеллерам и уголкам пластины привариваются.

Сверху на ячеистые балки опирается профилированный лист и конструкция кровли из гибкой черепицы [1].

Во втором варианте усиления стеновые сэндвич-панели кровли не воспринимают снеговую нагрузку, а выполняют только ограждающую функцию.

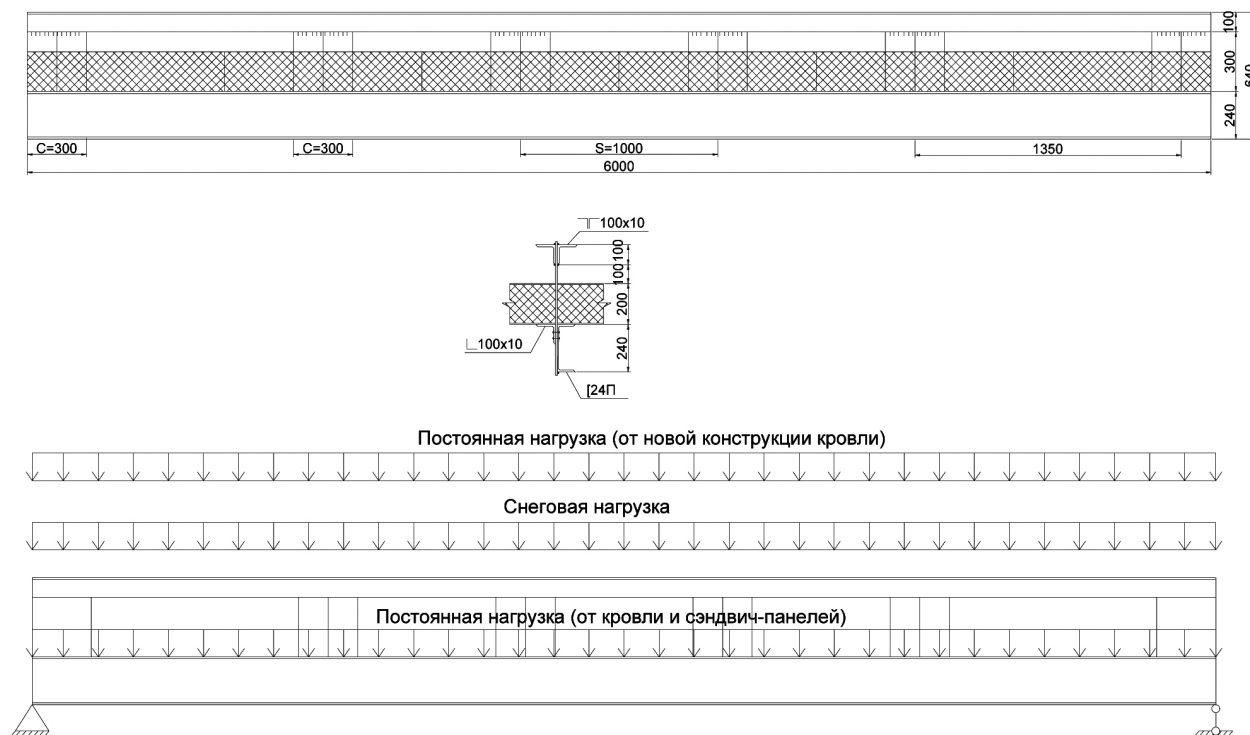


Рис. Конструкция усиления стальных прогонов и схема распределения нагрузки на усиленную конструкцию пролетом 6 м

В работе проведено технико-экономическое сравнение вариантов усиления, которое представлено в таблице.

Таблица

Сравнительный анализ вариантов усиления по весу и расходу материала

	I вариант	II вариант
По весу материала, т	19,22	17,8
По стоимости материала, руб	844368	481797

В результате сравнения представленных вариантов усиления стальных прогонов, наименее трудоемким и, как следствие, более экономичным является второй вариант. Использование в качестве усиливающей конструкции ячеистой балки позволяет сократить расходы на материал на 43%, общий вес конструкции усиления на 8% меньше, нет необходимости в демонтаже инженерного оборудования и существующей конструкции кровли.

1. СП 17.13330.2011 Свод правил. Кровли. Актуализированная редакция СНиП II-26-76: введ. Минрегионом России с 20.05.2010г. № 784 – 71с.

2. СП 16. 13330.2011 Строительные правила. Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II -23-81*: введ. Министерством регионального развития Российской Федерации (Минрегион России) от 27 декабря 2011.г № 791 – 171с.

**Секция «ТЕПЛОГАЗОСНАБЖЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ,
КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ И ПРОМЫШЛЕННАЯ
ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА»**

**ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ АППРОКСИМАЦИИ ГРАНИЧНЫХ
УСЛОВИЙ В МЕТОДЕ КОНЕЧНЫХ РАЗНОСТЕЙ**

А.В. Армеев, К.А. Белоглазова, А.Е. Кузнецов

Научный руководитель Н. Г. Баширов, канд. техн. наук, доцент

Вологодский государственный университет

г. Вологда

В данной статье рассмотрены методы повышения порядка аппроксимации во внутренних точках тела и на его границе при решении задач теплопроводности методом конечных разностей (МКР).

Вначале рассмотрим граничные условия II рода для уравнения теплопроводности с постоянными коэффициентами в виде:

$$\frac{\partial t(0, \tau)}{\partial x} = q_2(\tau)/\lambda \quad (1)$$

$$\frac{\partial t(S, \tau)}{\partial x} = q_2(\tau)/\lambda, \quad (2)$$

Чтобы найти невязку граничных условий (погрешность аппроксимации) заменим производную $\frac{\partial t(0, \tau)}{\partial x}$, например, разностью вперед (правой разностью)

$$\frac{t_2^{i+1} - t_1^{i+1}}{\Delta x} = q_1(\tau_{n+1})/\lambda \quad (3)$$

Далее используя разложение по формуле Тейлора в граничной точке x_1

$$t_2 = t_1 + \Delta x \left(\frac{\partial t}{\partial x} \right)_1 + \frac{(\Delta x)^2}{2} \left(\frac{\partial^2 t}{\partial x^2} \right)_1 + \dots,$$

находим первую производную в точке x_1 на границе тела

$$\left(\frac{\partial t}{\partial x} \right)_1 = \frac{(t_2 - t_1)}{\Delta x} - (\Delta x) \frac{\partial^2 t(0, \tau)}{2 \partial x^2} + \dots$$

Отсюда невязка этого разностного уравнения получится в виде

$$e = \left(\frac{\partial t}{\partial x} \right)_{x=1} - \frac{(t_2 - t_1)}{\Delta x} = - \left(\frac{\Delta x}{2} \right) \left(\frac{\partial^2 t}{\partial x^2} \right)_{x=1} = O(\Delta x).$$

Для получения невязки во внутренних (регулярных) узлах тела используются простые шаблоны из четырех точек при явной, неявной и центральной разностях. Тогда искомые формулы температур получаются в виде

$$t_j^{i+1} = (1 - 2Fo_c) t_j^i + Fo_c (t_{j+1}^i + t_{j-1}^i) \quad \text{для явных схем,}$$

$$Fo_c (t_{j+1}^{i+1} + t_{j-1}^{i+1}) - (1 + 2Fo_c) t_j^{i+1} = -t_j^i \quad \text{для неявных схем,}$$

$$\frac{(t_j^{i+1} + t_j^{i-1})}{2\Delta\tau} = \frac{a(\delta^2)_j^i}{(\Delta x)^2} \quad \text{для центральной разности,}$$

Для оценки порядка аппроксимаций этих разностных функций разложим их также по формуле Тейлора и найдем вторую производную, например, для центральной аппроксимации

$\left(\frac{\partial^2 t}{\partial x^2}\right)_2 = \frac{(t_3 - 2t_2 + t_1)}{\Delta x^2} - (\Delta x)^2 \left(\frac{\partial^4 t(0, \tau)}{24 \partial x^4}\right)_2 + \dots$ и обозначив вторую производную как

$$\left(\frac{\partial^2 t}{\partial x^2}\right)_2 = \frac{(t_3 - 2t_2 + t_1)}{\Delta x^2} \quad \text{выразим погрешность аппроксимации}$$

$$e = (\Delta x^2) \max \left| \frac{d^4 t}{dx^4} \right| \quad (4)$$

Существует несколько способов повышения точности аппроксимации на границе тела. Расчеты проведем на примере явной схемы.

Вначале рассмотрим **способ фиктивных узлов**, который очень нагляден. В данном способе вводится вне тела $0 \leq x \leq S$ фиктивный узел $x_0 = x_1 - \Delta x$ и считается, что уравнение теплопроводности справедливо для точек $x_0 \leq x$. Тогда разностное уравнение для явной схемы:

$$\frac{t_1^{i+1} - t_1^i}{\Delta\tau} = a(t_2^i - 2t_1^i + t_0^i)/(\Delta x)^2.$$

Например, для левого граничного условия (1) заменим производную центральной разностью, включая фиктивный узел:

$$\frac{t_2^i - t_0^i}{2\Delta x} = \frac{q_1(\tau_i)}{\lambda}.$$

Решая два последних уравнения относительно температуры на границе тела, получим разностный аналог граничного условия

$$t_1^{i+1} = (1 - 2Fo_c)t_1^i + 2Fo_c t_2^i - \frac{2\Delta x Fo_c q_1(\tau_i)}{\lambda}. \quad (5)$$

Как видим это уравнение содержит только одно значение температуры нового слоя t_1^{i+1} , т.е. оно явное и имеет второй порядок аппроксимации.

Второй способ – **метод уменьшения невязки**, который менее нагляден, но более универсален.

Выразим $t(\Delta x, \tau)$ при помощи формулы Тейлора:

$$t(\Delta x, \tau) = t(0, \tau) + \Delta x \frac{\partial t(0, \tau)}{\partial x} + (\Delta x)^2 \frac{\partial^2 t(0, \tau)}{2 \cdot \partial x^2} + \dots$$

На основании граничного условия (1) положим $\frac{\partial t(0, \tau)}{\partial x} = q_1(\tau)/\lambda$, а из уравнения теплопроводности найдем $\frac{\partial^2 t(0, \tau)}{\partial x^2} = \left(\frac{1}{a}\right) \partial t(0, \tau)/\partial \tau$. Подставляя эти выражения в формулу Тейлора, находим

$$t(\Delta x, \tau) = t(0, \tau) + \left(\frac{\Delta x}{\lambda}\right) q_1(\tau) + \frac{\left[\frac{(\Delta x)^2}{2\alpha}\right] \frac{\partial t(0, \tau)}{\partial \tau}}{\partial \tau} + \dots$$

Заменяя производную по времени на границе $\frac{\partial t(0, \tau)}{\partial \tau} \approx (t_1^{i+1} - t_1^i)/\Delta \tau$ и переходя к индексным обозначениям, снова получаем формулу

$$t_1^{i+1} = (1 - Fo_c) t_1^i + 2Fo_c t_2^i - \frac{2\Delta x Fo_c q_1(\tau_i)}{\lambda}. \quad (5)$$

Теперь покажем, как можно получить разностный аналог граничных условий III рода, например, на правой поверхности пластины

$$\frac{\partial t(S, \tau)}{\partial x} = -\left(\frac{\alpha}{\lambda}\right) [t(S, \tau) - t_{cp}(\tau)], \quad (6)$$

Покажем формулу получения температуры последующего узла (по координате и времени). Используя разложение по формуле Тейлора к аппроксимации назад, получим

$$t_j^i = t_{j+1}^i - \Delta x \frac{\partial t(S, \tau)}{\partial x} + (\Delta x)^2 \frac{\partial^2 t(S, \tau)}{2 \cdot \partial x^2} + \dots$$

Перепишем данное уравнение, используя индексы узлов

$$t_j^i = t_{j+1}^i + \frac{\Delta x \alpha}{\lambda} (t_{j+1}^i - t_{cp}) + \frac{(\Delta x)^2}{2 \cdot \alpha \cdot \Delta \tau} (t_{j+1}^{j+1} - t_{j+1}^i).$$

Обозначим $\frac{\Delta x \alpha}{\lambda} = Bi$ (число Био), использование метода уменьшения невязки приводит к выражению

$$t_{j+1}^{i+1} = 2Fo_c t_j^i + 2Fo_c Bi_c t_{cp}^i + [1 - 2Fo_c(1 + Bi_c)] t_{j+1}^i, \quad (7)$$

Можно показать, что порядок аппроксимации выражений (5) и (7) составляет $O[(\Delta \tau)^2 + (\Delta x)^2]$.

Однако применение этих формул в расчетах ограничивает выбор сеточного числа Фурье. Снятие отмеченных ограничений на Fo_c возможно при использовании для аппроксимации граничных **условий метода неопределенных коэффициентов**. Если, например, в граничное условие третьего порядка

$$\frac{\partial t(0, \tau)}{\partial x} = \left(\frac{\alpha}{\lambda}\right) [t(0, \tau) - t_{cp}(\tau)] \text{ подставить разложение} \quad \left(\frac{\partial t}{\partial x}\right)_1 = \frac{-(3t_1 - 4t_2 + t_3)}{2\Delta x}, \quad (8)$$

то после решения найдем

$$t_1^n = (2Bi_c t_{cp} + 4t_2^n - t_3^n)/(3 + 2Bi_c). \quad (9)$$

Далее рассмотрим построение разностных схем повышенной точности. Путем повышения порядка невязки. Разложим функции $t_{j\mp 1}^i, t_j^{i+1}$, которые входят в дифференциальное уравнение теплопроводности:

$$t_{j\mp 1}^i = t_j^i - \Delta x \left(\frac{\partial t}{\partial x}\right) + \frac{(\Delta x)^2}{2} \left(\frac{\partial^2 t}{\partial x^2}\right) \mp \frac{(\Delta x)^3}{6} \left(\frac{\partial^3 t}{\partial x^3}\right) + \frac{(\Delta x)^4}{24} \left(\frac{\partial^4 t}{\partial x^4}\right) \mp \frac{(\Delta x)^5}{24} \left(\frac{\partial^4 t}{\partial x^4}\right) + O(\Delta x^6) \quad (10)$$

$$t_j^{i+1} = t_j^i + \Delta \tau \left(\frac{\partial t}{\partial \tau}\right) + \frac{(\Delta \tau)^2}{2} \left(\frac{\partial^2 t}{\partial \tau^2}\right) + O(\Delta x^3). \quad (11)$$

Если рассматриваемая функция гладкая, то из уравнения теплопроводности следует:

$$\frac{\partial^2 t}{\partial \tau^2} = \frac{\partial}{\partial \tau} \left(a \cdot \frac{\partial^2 t}{\partial x^2} \right) = a \cdot \frac{\partial^2}{\partial x^2} \left(\frac{\partial t}{\partial \tau} \right) = a^2 \cdot \frac{\partial^4 t}{\partial x^4} \quad (12)$$

Из уравнения (11) получим $\frac{t_J^{i+1} - t_J^i}{\Delta \tau} = \left(\frac{\partial t}{\partial \tau} \right) + \frac{\Delta \tau}{2} \left(\frac{\partial^2 t}{\partial \tau^2} \right) + O(\Delta \tau^2)$. Отсюда невязка $e_\tau = \left(\frac{\partial t}{\partial \tau} \right) - \frac{t_J^{i+1} - t_J^i}{\Delta \tau} = -\frac{\Delta \tau}{2} \left(\frac{\partial^2 t}{\partial \tau^2} \right) + O(\Delta \tau^2)$.

Из уравнения (10) после сокращений получим:

$$e = \left(\frac{\partial^4 t}{\partial x^4} \right) \left(-\frac{\Delta \tau}{2} \right) \frac{t_J^{i+1} - t_J^i}{\Delta \tau} = -\frac{\Delta \tau}{2} \left(\frac{\partial^2 t}{\partial \tau^2} \right) + O(\Delta \tau^2)$$

В последнем уравнении главный член приравняем нулю, тогда невязка равна $e = O(\Delta \tau)^2 + (\Delta x)^4$. Отсюда получим $\Delta \tau = \frac{(\Delta x)^2}{6a}$ (13)

Вывод: для решения задач теплопроводности при граничных условиях второго и третьего родов требуется повышение порядка погрешности аппроксимации из-за их низкого порядка. Результаты, которые представлены в данной статье являются методами, повышающими точность аппроксимации при граничных условиях второго и третьего рода. Также показаны методы, при которых повышается точность аппроксимации во внутренних точках тела при решении задач теплопроводности. Если сетку построить по соотношению (13), то точность шага в явной сетке увеличивается на порядок по времени и на два порядка по переменной x .

ЧИСЛЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВИХРЕВЫХ ЗОН ПРИ СРЫВЕ ПОТОКА С ВНУТРЕННЕЙ КРОМКИ ОСТРОГО ОТВОДА

Е.Э. Беляева, Т.Ф. Шамсутдинов

Научный руководитель А.М. Зиганишин, канд. техн. наук, доцент

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

г. Казань

Работа посвящена численному исследованию влияния геометрических размеров на протяженность вихревой зоны в двухмерных каналах с фасонными элементами в форме «острый отвод» под углом 90° с различным соотношением размеров до и после поворота.

При течении жидкости и газа в каналах инженерных систем происходят потери давления, вызванные трением потока о стенки трубопроводов и возду-

ховодов, и потерями в местных сопротивлениях. Местные потери давления связаны с перестройкой потока в возмущающих элементах (ВЭ) и образованием вихревой зоны вследствие срыва течения с острых кромок. Причём для вентиляционных систем именно в ВЭ (отводах, тройниках, крестовинах и т.п.) наблюдается наибольшее падение давления, снижение которого является одной из главных задач энергоресурсосбережения.

Одним из самых действенных способов снижения потерь давления является совершенствование фасонных деталей. В последнее время появилось немало работ, посвященных профилированию ВЭ с использованием численных методов [1-2]. Поскольку численный эксперимент позволяет без существенных материальных затрат исследовать сложные течения с геометрией, наиболее приближенной к реальным условиям.

Для создания профилированного фасонного элемента необходимо знать очертания вихревой зоны в непрофилированном местном сопротивлении. Определить её экспериментально достаточно сложно. Кроме того, для разных соотношений геометрических размеров ВЭ она своя.

В работе при помощи комплекса вычислительной гидродинамики Ansys Fluent проводится численное решение задач о течении воздуха в двухмерном канале с отводом для различных соотношений b_1/b_0 (рис. 1). Размеры канала изменяются от 0,1м до 0,2м для b_0 и от 0,12м до 0,4м для b_1 . Входная граница **AB** моделируется при помощи граничного условия (ГУ) “velocity inlet” – задающее равномерный профиль скорости $v=10\text{м/с}$; на выходной границе **ED** – избыточное давление равно нулю, остальные границы – твердая стенка.

В качестве модели турбулентности выбрана «стандартная» k-ε модель со стандартными пристеночными функциями, поскольку наиболее адекватно воспроизводит исследуемое явление [3]. Для избавления от сеточной зависимости при решении каждого варианта задачи производилось последовательное измельчение сетки с определением коэффициента местного сопротивления (КМС) на каждом этапе. КМС выбран в качестве контрольного параметра, поскольку является искомым. К примеру, в задаче с отводом при $b_1/b_0=2$, у первоначальной сетки, размер ячеек составлял 0,1м., а их количество – 804шт. После ряда измельчений, сетка, принятая как окончательная имела: размер ячеек – 0,03125м. и их количество – 346341шт.

Ожидается, что очертание вихревой зоны зависит от соотношения b_1/b_0 , а при одинаковых соотношениях b_1/b_0 и разных размерах b_1 и b_0 остается одинаковым. Для проверки решаются задачи для отвода с $b_1=0,2\text{м.}; b_0=0,2\text{м.}$ ($b_1/b_0=1$) и $b_1=0,4\text{м.}; b_0=0,2\text{м.}$ ($b_1/b_0=2$) и сравниваются с результатами, полученными ранее: $b_1=0,1\text{м.}; b_0=0,1\text{м.}$ ($b_1/b_0=1$) [1] и $b_1=0,2\text{м.}; b_0=0,1\text{м.}$ ($b_1/b_0=2$). Результаты приведены на рис. 1.

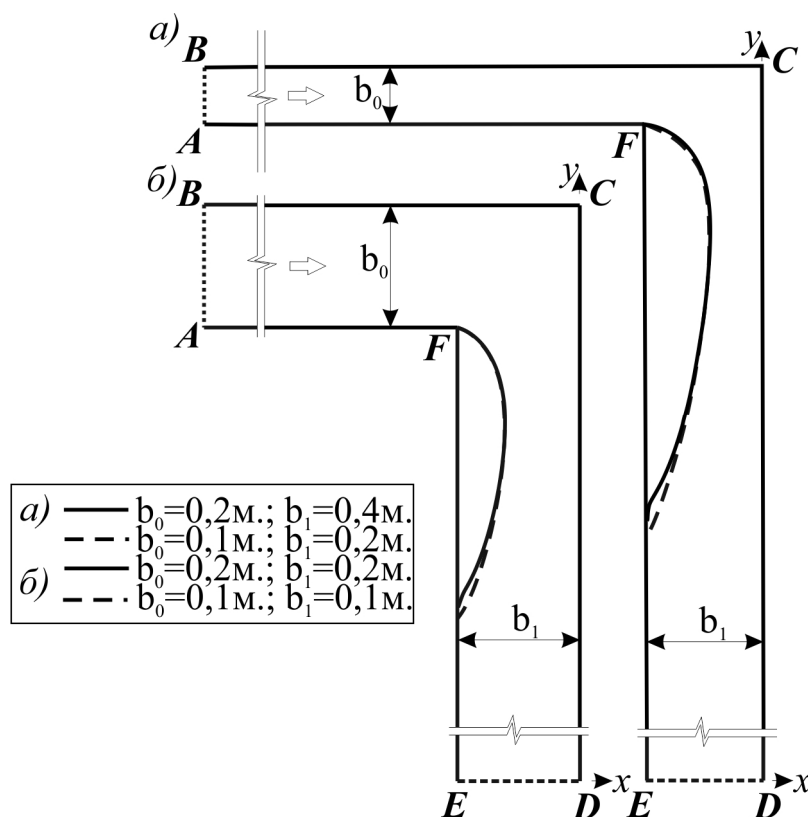


Рис. 1. Геометрия расчетной области и зона влияния:
 а) для $b_1/b_0=2$, б) для $b_1/b_0=1$

На рис. 1а показаны очертания вихревых зон для двух задач о течении воздуха в каналах с разным сечением, но одинаковым соотношением размеров $b_1/b_0=1$. А на рис. 1б – результаты расчетов для отводов с $b_1/b_0=2$. Видно, что размеры вихревой зоны не зависят от размеров канала до и после поворота при одинаковом соотношении b_1/b_0 , но сильно отличаются при разных b_1/b_0 . Причем чем больше это отношение, тем больше зона отрыва.

Далее для определения зависимости очертания вихревой зоны от b_1/b_0 решается ряд задач: $b_1/b_0=0,6$; $b_1/b_0=1$; $b_1/b_0=2$ при $b_0=0,2\text{м.}$

На рисунке 2 приведены очертания вихревых зон построенные в безразмерных координатах ($\bar{x} = \frac{x}{b_0}$ – безразмерное координата вдоль канала после поворота, $\bar{y} = \frac{y}{b_0}$ – безразмерное расстояние поперек канала). Видно, что увеличение b_1/b_0 приводит к существенному увеличению размеров отрывной зоны. Это связано, с тем, что увеличение сечения за поворотом ведет к возрастанию диффузорного эффекта, что усиливает отрыв потока и вихреобразование, тем самым увеличивая вихревую зону [4].

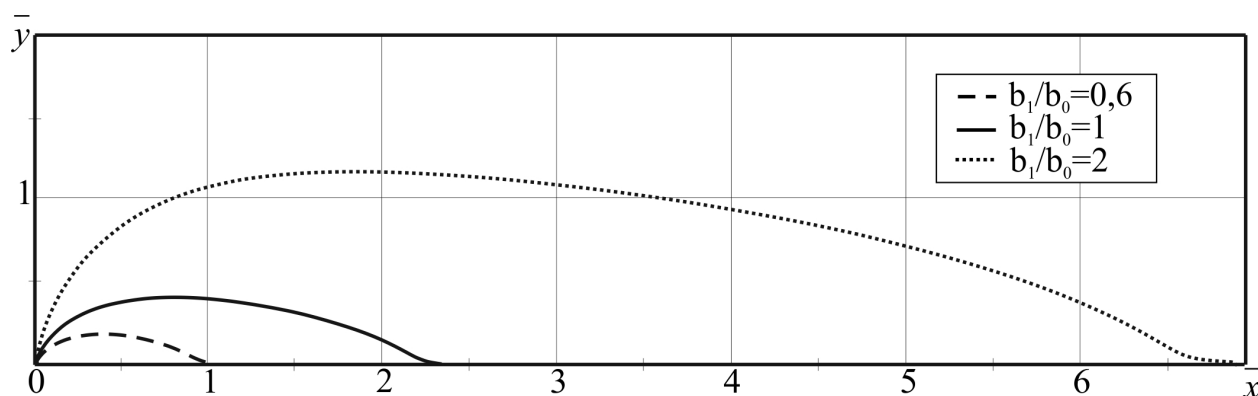


Рис. 2. Зависимость очертания вихревых зон от b_1/b_0

1. Зиганшин А.М. Снижение энергозатрат при движении потоков путём профилирования фасонных частей в коммуникациях энергоустановок // Надёжность и безопасность энергетики. – 2015. – №1(28) – С.63-68.

2. Посохин В.Н., Зиганшин А.М., Самиева А.Ж., Минязова Р.И. Численное моделирование течения в канале с профилированным сужением // Строительная физика. Системы обеспечения микроклимата и энергосбережения в зданиях. Международная конференция – академические чтения. – М. 2-4 июля 2014. – С.126-128.

3. Беляева Е.Э., Зиганшин А.М. Численное определение сопротивления плоского отвода для широкого диапазона изменения размеров. Материалы III международной конференции (IX Всероссийской конференции) «Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции «НАСКР – 2016»» 23-24 ноября. Чебоксары: ЧувГУ, 2016.

4. Идельчик И. Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям/ Под ред. М. О. Штейнберга. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1992. – 672 с.

ПОВЫШЕНИЕ МОЩНОСТИ ПАРОГАЗОВОЙ УСТАНОВКИ В ЛЕТНИЙ ПЕРИОД ВРЕМЕНИ

С.А. Бучнев

Научный руководитель **С.В. Лукин**, д-р техн. наук, профессор

Череповецкий государственный университет

г. Череповец

Последние 15 лет в России происходит активное внедрение газотурбинных (ГТУ) и парогазовых (ПГУ) установок на тепловых электростанциях. При наличии значительных преимуществ ГТУ и ПГУ перед паротурбинными установками, их существенным недостатком является значительная зависимость генерируемой электрической мощности от параметров атмосферного воздуха.

При повышении температуры или снижении давления атмосферного воздуха происходит значительное уменьшение мощности ГТУ или ПГУ [1].

Так, на самой крупной в России ПГУ-800, установленной на Киришской ГРЭС, снижение электрической мощности ГТУ в теплые летние дни может достигать до 20% от их номинального значения, что составляет для двух ГТУ до 110 МВт. Снижение мощности ГТУ, а следовательно и ПГУ в целом, происходит в дневное время, когда имеют место пики потребления электроэнергии.

Решением такой проблемы является охлаждение атмосферного воздуха перед поступлением его в компрессор ГТУ [2].

Полезная мощность ГТУ, кВт, определяется выражением: $N = G \cdot H$, где G – массовый расход рабочего тела, кг/с; H – удельная полезная работа, кДж/кг [3]. Для энергетической ГТУ объемный расход воздуха V , м³/с, забираемого компрессором из атмосферы, остается постоянным. Поэтому при увеличении температуры и при уменьшении давления атмосферного воздуха, когда уменьшается его плотность ρ , происходит снижение массового расхода $G = \rho \cdot V$. Относительное изменение полезной мощности ГТУ можно оценить по выражению: $\Delta N/N_0 = \Delta G/G_0 + \Delta H/H_0$, где N_0 , G_0 , H_0 – величины, соответствующие стандартным условиям для ГТУ: температура и давление атмосферного воздуха $T_0 = 288$ К ($t_0 = 15^\circ\text{C}$), $p_0 = 0,1013$ МПа (760 мм рт. ст.); $\Delta N = N - N_0$ – изменение мощности ГТУ при изменении массового расхода на величину ΔG и удельной полезной работы – на ΔH . Плотность атмосферного воздуха определяется уравнением Клапейрона: $\rho = p/(R \cdot T)$, где p , T – действительные давление и температура воздуха; R – газовая постоянная. С учетом выражения $G = \rho \cdot V$, где $V = \text{const}$, нетрудно получить выражение: $\Delta G/G_0 = -(\Delta T/T_0 - \Delta p/p_0)$, где $\Delta T = T - T_0$; $\Delta p = p - p_0$. Относительное изменение удельной полезной работы определяется изменением температуры по выражению [3]: $\Delta H/H_0 = -(1/\varphi - 1) \cdot \Delta T/T_0$, где φ – коэффициент полезной мощности ГТУ.

Приняв для ГТУ SGT5-4000F $N_0 = 288$ МВт, $\varphi = 0,52$, по приведенным выше формулам рассчитана зависимость ее мощности от температуры атмосферного воздуха при различных давлениях $p = 760; 745; 730$ мм рт. ст. Данная зависимость показана на рис. 1.

Из рис. 1 видно, что при увеличении температуры атмосферного воздуха t от 15 до 35 °С электрическая мощность ГТУ при $p = p_0 = 760$ мм рт. ст. практически линейно снижается на 41 МВт от номинального значения 288 МВт до 247 МВт, т.е. на 14%. Наоборот, при понижении температуры воздуха до 5 °С электрическая мощность возрастает до 308 МВт, что на 7% выше номинального значения.

Снижение атмосферного давления также влияет на мощность ГТУ. Так, при уменьшении давления атмосферного воздуха на 30 мм рт. ст от нормального значения p_0 электрическая мощность ГТУ при $t = t_0 = 15^\circ\text{C}$ практически линейно снижается на 11,5 МВт от 288 МВт до 276,5 МВт.

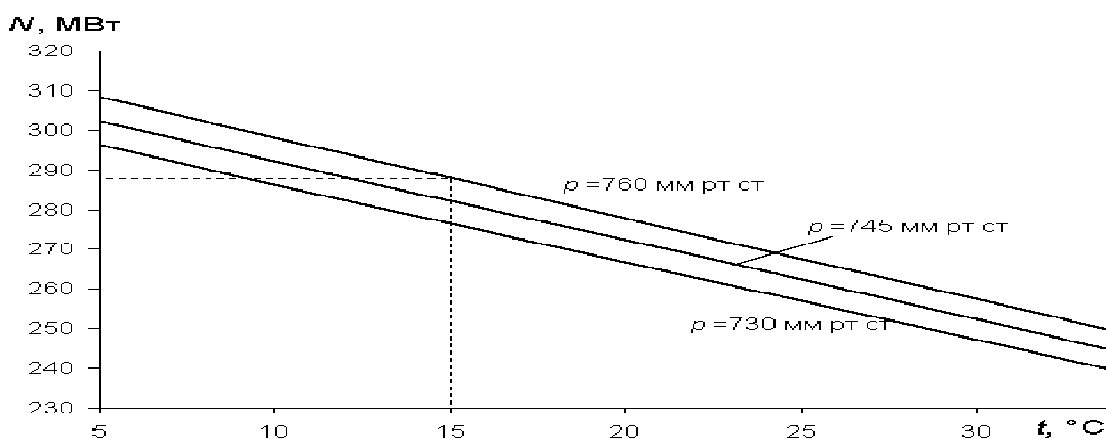


Рис. 1. Зависимость электрической мощности ГТУ SGT5-4000F от температуры атмосферного воздуха

Рассмотрим энергетический аспект предлагаемого решения по охлаждению атмосферного воздуха. Холодильная мощность, кВт, необходимая для охлаждения воздуха от температуры T до T_0 , определяется выражением: $Q_x = c \cdot G_0 \cdot \Delta T$, где $c \approx 1$ кДж/(кг·К) — теплоемкость воздуха; $G_0 \approx 650$ кг/с — нормальный расход воздуха на ГТУ; $\Delta T = T - T_0$ — понижение температуры воздуха в воздухоохладителе, К. При получении холода в парокомпрессионных холодильных установках при охлаждении воздуха, например, от 25°C до 15°C вполне реально получить холодильный коэффициент $\varepsilon \approx 5$. Тогда затрата электроэнергии, кВт, на получение холода составит: $W_x = Q_x / \varepsilon$.

На рис. 2 показаны рассчитанные применительно к ГТУ SGT5-4000F зависимости потери мощности ГТУ ΔN ($\Delta N < 0$), расхода электроэнергии на холодильный цикл W_x ($W_x > 0$), и выигрыша в мощности ГТУ $\Delta N_3 = W_x - \Delta N$ ($\Delta N_3 > 0$) от изменения температуры воздуха ΔT .

Из рис. 2 следует, что, например, при изменении температуры воздуха на $\Delta T = 10$ К ($t = 25^\circ\text{C}$, $t_0 = 15^\circ\text{C}$) мощность ГТУ (без охлаждения воздуха) снижается на 20,9 МВт ($\Delta N = -20,9$ МВт). При охлаждении воздуха с расходом 650 кг/с на 10 К требуется расход холода $Q_x = 6,5$ МВт. Расход электроэнергии на парокомпрессионный холодильный цикл при $\varepsilon = 5$ составит 1,3 МВт. При этом выигрыш в электрической мощности составит 19,6 МВт ($\Delta N_3 = 19,6$ МВт). Отношение $W_x / \Delta N_3 \approx 6,6\%$, т.е. затрачивая 1 кВт электроэнергии на холодильный цикл можно получить 15 кВт выигрыша в электрической мощности.

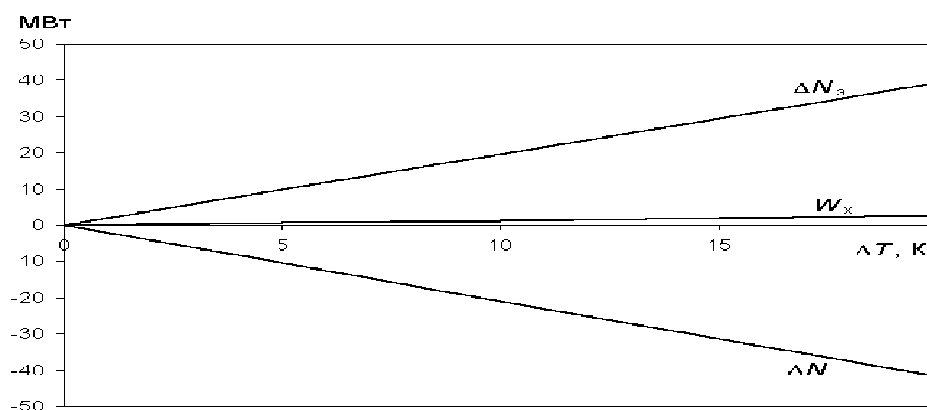


Рис. 2. Зависимость величин ΔN , W_x , $\Delta N_э$ от изменения температуры воздуха ΔT

На Киришской ГРЭС в летнее время имеются избытки тепловой мощности у теплофикационных турбин (типа ПТ-50-130/7, ПТ-60-130/7), поэтому наиболее выгодно вырабатывать холод в абсорбционных холодильных машинах (АБХМ). В современных АБХМ при получении холодной воды с температурой $1 \div 7^\circ\text{C}$ коэффициент теплоиспользования $\chi = Q_x/Q_T$ составляет $0,75 \div 1,43$, при этом расход теплоты греющего пара Q_T с давлением $3 \div 10$ бар составляет $0,7 \div 1,33$ кВт на 1 кВт вырабатываемого холода Q_x , причем более совершенными являются двух- и трехступенчатые АБХМ (у них выше коэффициент χ). При $\chi = 1$ для выработки холода мощностью $Q_x = 6,5$ МВт расход теплоты пара составит $Q_T = 6,5$ МВт, что в пересчете на расход пара равняется примерно 10,5 т/ч. При этом в горячий источник теплоты от АБХМ нужно будет отводить тепловую мощность $Q = Q_x + Q_T = 13$ МВт, что намного меньше тепловой мощности, отводимой в конденсаторах паровых турбин Киришской ГРЭС.

Для охлаждения воздуха перед ГТУ можно использовать стандартные воздухоохладители, применяемые в некоторых ГТУ при промежуточном охлаждении воздуха между компрессорами низкого и высокого давления, или собирать воздухоохладители из стандартных секций оребренных труб, причем внутри труб должна протекать охлаждающая вода (или другой хладагент). Снаружи трубы омываются поперечным потоком воздуха, который охлаждается от температуры T до T_0 .

Поскольку при прохождении охлаждаемого воздуха через воздухоохладитель имеют место аэродинамические потери, то имеет смысл подавать воздух в воздухоохладитель с помощью осевого вентилятора, так как расчеты показывают, что снижение электрической мощности ГТУ в результате потери давления воздуха перед ней в $3 \div 4$ раза превышает затраты электроэнергии на вентилятор, компенсирующий эти потери давления. Так, например, при снижении атмосферного давления на 20 мм рт. ст. мощность ГТУ SGT5-4000F при $T = T_0$ снижается на 7,5 МВт, а вентилятор, повышающий давление воздуха на 20 мм рт. ст. будет потреблять примерно 1,9 МВт (при КПД вентилятора

0,85). То есть, затрачивая 1 кВт электроэнергии на вентилятор, можно получить 3÷4 кВт дополнительной мощности ГТУ.

Основные капитальные затраты приходятся на абсорбционную холодильную машину, удельная стоимость которой у иностранных производителей составляет ~ 110 долл. США на 1 кВт холодильной мощности. При выработке холода в количестве $Q_x = 6,5$ МВт ($\Delta T = 10$ К) стоимость АБХМ составит ~ 700 тыс. долл. США. С учетом дополнительных затрат на воздухоохладитель, вентилятор и градирню, капитальные затраты на СОВ могут составить порядка 1 млн. долл. США. При этом выработка электроэнергии на одной ГТУ SGT5-4000F в летнее время увеличивается примерно на $\Delta N = 20$ МВт. Энергетическими затратами на работу СОВ можно пренебречь, т.к. при ее работе повышается КПД ГТУ, и, кроме того, АБХМ вообще может работать на бросовой теплоте. Удельные капиталовложения в СОВ составят: $k = \Delta K / \Delta N \approx 50$ долл. США на 1 кВт дополнительной электрической мощности. Стоимость СОВ для двух ГТУ SGT5-4000F, входящих в состав ПГУ-800, суммарной холодильной мощностью 13 МВт составит 2 млн. долл. США. При установке отечественного оборудования стоимость СОВ может быть значительно ниже.

Срок окупаемости СОВ зависит от установленной холодильной мощности и степени ее загрузки в течение лета. Чем меньше холодильная мощность, тем больше будет ее степень загрузки, и тем быстрее она окупится. Степень загрузки, в свою очередь, зависит также от конкретных климатических условий.

По предварительным оценкам, СОВ для Киришской ГРЭС холодильной мощностью 13 МВт должна окупиться в течение 2-3 летних месяцев.

1. Цанев С.В., Буров В.Д., Ремезов А.Н. Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электростанций. – М.: Издательский дом МЭИ, 2009. – 548 с.

2. Шахин Н., Акул Х. Системы охлаждения воздуха на входе в газотурбинные установки // Турбины и дизели. – 2011. – № 2. – С. 8 – 11.

3. Костюк А.Г., Фролов В.В., Булкин А.Е., Трухний А.Д. Турбины тепловых и атомных электрических станций. – М.: Издательство МЭИ, 2001. – 488 с.

УСТРОЙСТВО ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАЗДЕЛИТЕЛЯ

Я.В. Ганюк

Научный руководитель **Е.А. Бирюзова**, канд. техн. наук, доцент
Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет
г. Санкт-Петербург

Система отопления является достаточно сложным инженерным сооружением, для эффективного функционирования которого требуется добиться максимального согласования, балансировки работы всех его элементов. Добиться таких результатов не так просто, особенно если система сложная, разветвленная, включающая несколько контуров, различающихся и по принципу работы, и по температурному режиму. Существует несколько вариантов достижения подобного результата, но одним из наиболее простых и эффективных способов является совсем несложное, но очень эффективное устройство – гидравлический разделитель или, как его чаще называют, гидрострелка для отопления. На сегодняшний день гидравлический разделитель является одним из востребованных видов оборудования. При его установке в систему отопления каскадная котельная стабильно работает без каких-либо множественных тепловых колебаний. Традиционная система присоединения котлов к отопительным системам обладала несколькими существенными недостатками. Насосы было сложно подобрать для такой системы, а внутри котла могло быть множество сильных тепловых колебаний. Помимо указанных выше функций, гидравлическая стрелка может быть изготовлена с дополнительными функциями: деаэрации, фильтрации и магнитной обработкой воды. Деаэрация – улавливание и отведение растворенных в воде газов, образовавшихся в результате нагрева воды. Фильтрация – уловление и отведение шлама. Магнитная обработка воды – улавливает частицы металла, окарины из воды, обрабатывает воду магнитным полем. Наличие данных функций в гидравлической стрелке позволяет избежать дополнительных расходов на закупку воздухоотборников, грязевиков и шламоудалителей. Со всеми этими недостатками сегодня борется гидравлический разделитель.

На рисунке 1 движение воды от котла показано стрелкой. Вода, поступающая в гидрострелку, огибает разделительную пластину (2) и поступает через канал воздухоудаления (3) к выпрямителю потока (4). Для сброса лишнего воздуха из воды в конструкции предусмотрен автоматический воздухоотводчик (1). Для контроля температуры воды в гидрострелке в гильзу (5) устанавливается термометр. Дальнейшее движение воды в систему показано стрелкой. Стрелкой более темного цвета показано обратное движение воды из системы к котлу. Через разделительные пластины (6) вода перемешивается в гидрострелке. Внизу гидрострелки расположен грязесборник с пластинами (7).

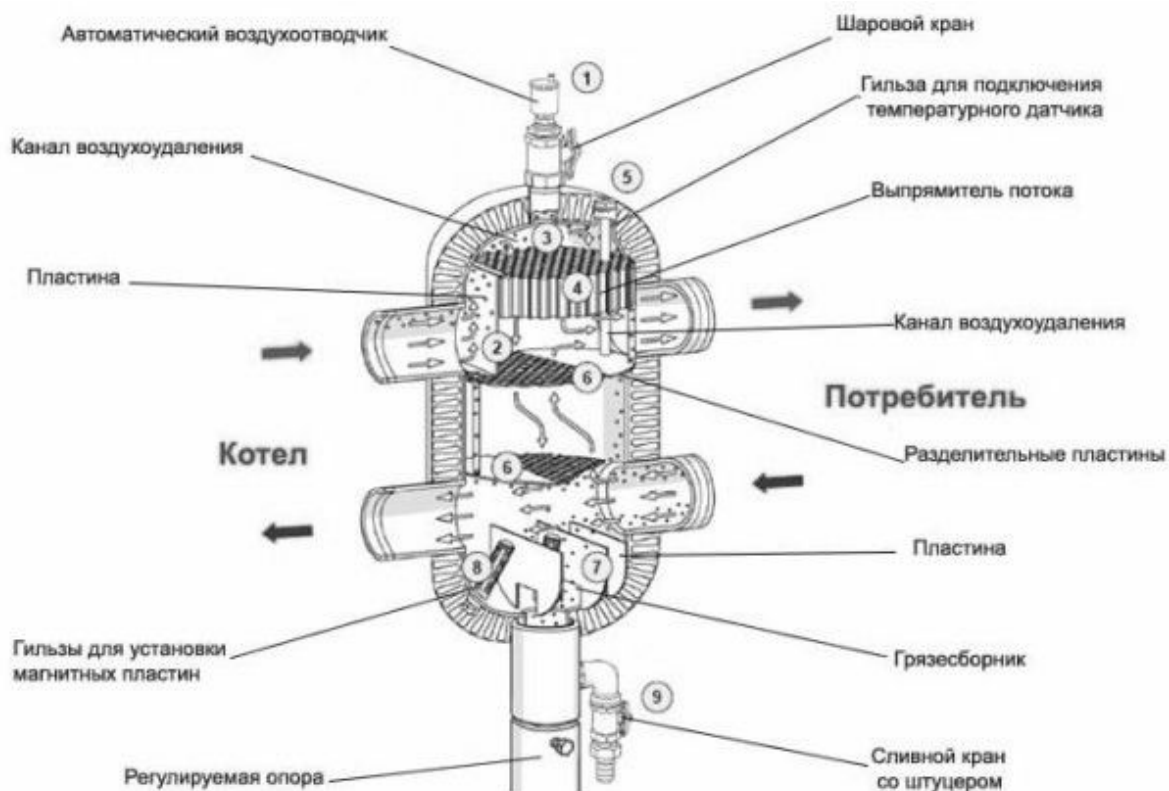


Рис. 1. Схема устройства

Грязь из гидрострелки сливается краном (9). Как видно из схемы, конструкция не такая сложная, и особых требований к эксплуатации нет. Нужно просто следить за работой автоматического воздухоотводчика и сбрасывать накопившуюся грязь из гидрострелки. Кроме того, одна из важнейших функций гидравлической стрелки – защита теплообменника котла от теплового удара. Во время первого включения котла теплообменник может нагреться до высокой температуры за очень короткий промежуток времени, при этом даже в самой короткой петле отопления теплоноситель еще не успевает нагреться до аналогичной температуры. Поэтому из обратного трубопровода системы отопления, "холодный" теплоноситель попадает на раскаленный теплообменник, что приводит к его преждевременному разрушению и выходу котла из строя. Гидрострелка изготавливается в виде вертикальной или горизонтальной емкости с патрубками и внутренними элементами. Количество патрубков зависит от числа контуров системы и может иметь четыре и более. Расположение патрубков гидрострелки определяется расчетом. Изготавливаются они с резьбовым (для малых систем) или фланцевым присоединением к контурам системы отопления. Внутри гидравлической стрелки может происходить перемешивание входящей и возвратной воды, и он может работать в трех режимах.

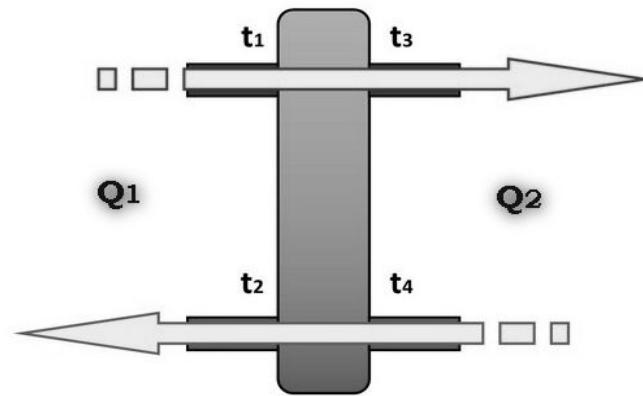


Рис. 2. Поток контура котла равен потоку контура отопления

На рисунке 2 представлена работа гидравлической стрелки следующим образом. Напор, созданный насосом малого контура котла равен суммарному напору всех контуров отопления ($Q_1 = Q_2$). Температура на входе и выходе подачи равны ($t_1 = t_3$). Аналогичная ситуация и на патрубках «обратки» ($t_2 = t_4$). Вертикальное перемещение теплоносителя минимально или даже вовсе отсутствует. На практике такая ситуация если и встречается, то крайне редко, эпизодически, так как параметры работы контуров отопления имеют тенденцию к периодическому изменению.

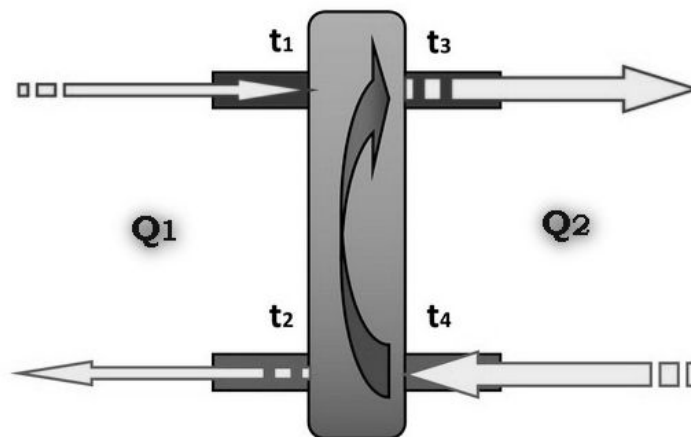


Рис. 3. Контур отопления больше потока контура котла

Ситуация вторая. Суммарный расход теплоносителя в контурах отопления превышает аналогичный показатель насоса котла ($Q_1 < Q_2$). По сути, можно охарактеризовать так: «спрос» на воду превышает то, что может «предложить» котел. Ситуация достаточно часто встречающаяся, когда одновременно задействовано большинство контуров. В этом случае образуется вертикальный восходящий поток от патрубка обратки большого контура к патрубку подачи. Перемещаясь вверх, вертикальный поток перемешивается с горячим теплоносителем, поступающим от котла. Температурный режим: $t_1 > t_3$, $t_2 = t_4$.

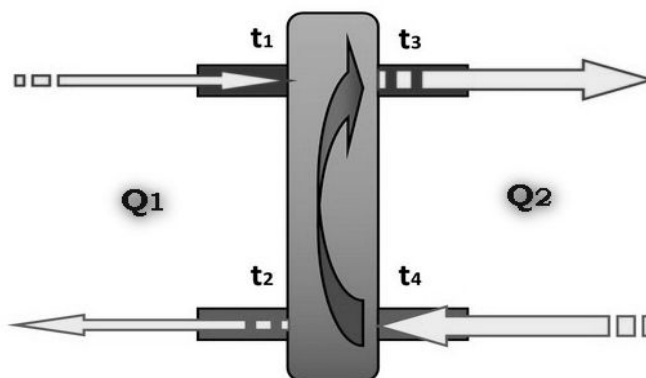


Рис. 4. Поток контура котла больше потока контура отопления

Ситуация три – диаметрально противоположная – расход в малом контуре (не изменяясь номинально) стал выше, чем суммарно в контурах отопления ($Q_1 > Q_2$). «Предложение» превысило «спрос» на теплоноситель. Ничего критичного не происходит – контур котла работает в большей части «на себя», перекачивая основной объем теплоносителя по малому кругу. В самой гидрострелке образуется вертикальный нисходящий поток, от подачи к «обратке». Температурный режим: $t_1 = t_3$, $t_2 > t_4$. При таком режиме работы температура в «обратке» достаточно быстро доходит до порога срабатывания автоматического отключения котельного оборудования, чем достигается рациональное использование топлива.

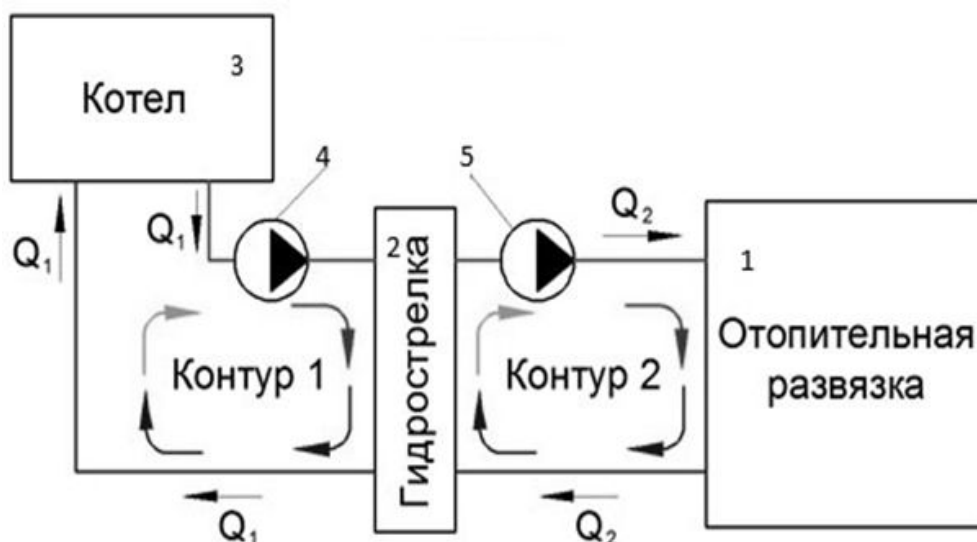


Рис. 5. Принцип работы гидравлической стрелки в системе
1 – отопительная развязка; 2 – гидрострелка; 3 – котел; 4,5 – насосы

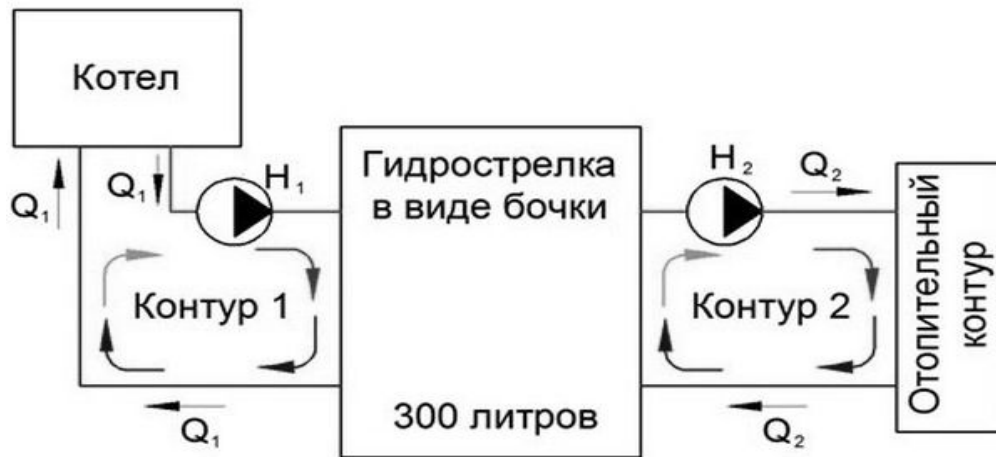


Рис. 6. Схема емкостного разделителя в системе отопления

Насос 4 создает циркуляцию теплоносителя через гидравлическую стрелку по первому контуру. Насос 5 создает циркуляцию теплоносителя через гидравлическую стрелку по второму контуру. Тем самым происходит перемешивание теплоносителя в гидравлической стрелке, но если расход $Q_1 = Q_2$, то происходит взаимное проникновение теплоносителя из контура в контур, тем самым как бы создавая один общий контур. В этом случае вертикальное движение в гидравлической стрелке не происходит или это движение стремится к нулю. В случаях, когда $Q_1 > Q_2$ движение теплоносителя в гидравлической стрелке происходит сверху вниз. В случаях, когда $Q_1 < Q_2$ наоборот снизу в вверх. Если сделать диаметр гидрострелки достаточно большим, то можно получить два в одном: гидрострелку и теплоаккумулятор, так называемый емкостной разделитель.

Как видно из рисунка, гидрострелка такого типа имеет большой объем, порядка 300 литров и более, поэтому способна, кроме выполнения своей основной задачи, еще и накапливать тепло. Использование гидрострелки такого типа особенно оправдано при отоплении твердотопливным котлом, так как способно сглаживать температурные скачки котла отопления и сохранять тепловую энергию котла после окончания горения довольно длительное время. Нужно знать некоторые нюансы при использовании такого типа гидрострелки: Во-первых, такую гидрострелку необходимо утеплить, поскольку в противном случае она будет отапливать котельную, а не отдавать тепло в систему отопления. Во-вторых, котел будет выдавать меньшую мощность. Это объясняется тем, что требуется большая температура теплоносителя, а на котлах установлена автоматика, которая будет автоматически уменьшать его мощность для снижения температуры на выходе.

1. Лапшов, Н. Н. Гидравлика: учебное пособие. / Н. Н. Лапшов— М.: Издательский центр «Академия», 2007. — 272 с.

2. Лебедев, П. Д. Теплоиспользующие установки промышленных предприятий. Курсовое проектирование. Учебное пособие для энергетических вузов / П. Д. Лебедев, А. А. Щукин – М.: Энергия, 1970. – 408 с.

3. Махов, Л. М. Использование гидравлического разделителя при децентрализованном теплоснабжении здания / Л. М. Махов, канд. техн. наук, профессор кафедры отопления и вентиляции Московского государственного строительного университета (МГСУ) // Научно-технический журнал АВОК – №4 – 2000;

4. Мировски, А., Материалы для проектирования котельных и современных систем отопления / Г. Ланге, И. Елень / Польша, Виссман – Изд-во “ЭКОинформ” 2005. – 294 с;

5. Сканави, А. Н. Отопление: Учебник для вузов. / А. Н. Сканави, Л. М. Махов – М.: Изд-во АСВ, 2002. – 576 с.: ил.;

6. Цынаева, А. А. Расчет элементов тепловой схемы котельной установки: методические указания к курсовому и дипломному проектированию / А. А. Цынаева, Д. Л. Жуховицкий – Ульяновск: УлГТУ, 2005. – 22 с.

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ОКОН С РЕГУЛИРУЕМЫМ СОПРОТИВЛЕНИЕМ ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДИНАМИЧЕСКОГО РЕЖИМА ОТОПЛЕНИЯ ЗДАНИЙ С ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОСУШКОЙ ВОЗДУХА ДЛЯ ПОМЕЩЕНИЙ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Д. А. Лапатеев, Е. С. Румянцев

Научный руководитель Н. Н. Смирнов, доцент

Ивановский государственный энергетический университет
им. В. И. Ленина
г. Иваново

Снижение энергопотребления зданий в условиях постоянного удорожания топлива является актуальной задачей для экономики нашей «северной» страны с достаточно холодным климатом, особенно если учитывать весомую долю затрат на ТЭР (5-40%).

В Российской Федерации в последние 5 лет заметно активизировалась законодательная деятельность в области требований по повышению энергоэффективности и энергосбережения.

В соответствии с приказом Минрегионразвития требования к теплозащите конструкций и к потреблению энергии зданием должны предусматривать уменьшение показателей, характеризующих годовую удельную величину расхода энергетических ресурсов в здании, к 1 января 2020 г. не менее чем на 40 процентов по отношению к базовому уровню (рис. 1).



Рис. 1. Изменение нормируемого удельного расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию, q_h^{red} , [кДж/(м³×°C×сут)], для отдельных видов зданий (5 этажей) на период с 2010 (базового) по 2020 гг. согласно приказу Минрегионразвития от 28 мая 2010 года № 262

Существенное значение в доле тепловых трансмиссионных потерь здания приходится на потери через оконные проемы (по разным оценкам, от 20 до 40 процентов от общего объема). В связи с этим целесообразно повышать энергетическую эффективность здания путем увеличения теплозащиты светопрозрачных конструкций.

Сотрудниками ИГЭУ, COSTIC и INSA Strasbourg были разработаны и запатентованы конструкции окон с теплоотражающими экранами панельного, рулонного и жалюзийного типа, выполненные из металла, которые значительно снижают тепловые потери. Применение экранов целесообразно в темное время суток или в отсутствии людей.

В сертифицированной климатической камере АНО «Ивановострой-испытания» были проведены исследования [1] по изучению влияния применения теплоотражающих непрозрачных металлических (алюминиевых) экранов в окнах на повышение сопротивления теплопередаче окон и снижения тепловых потерь. В качестве контроля использовались окна с двухкамерным стеклопакетом с формулой 4M1x10x4M1x10x4M1 и 4M1x10x4M1x10x4И (с теплоотражающим «И» покрытием на стекле).

Было экспериментально (опыт в климатической камере и численное моделирование) доказано, что в окнах с теплоотражающими экранами предусмотрено не только двухпозиционное регулирование сопротивления теплопередаче R_0 за счёт поднятия-опускания экранов, но, как видно из данных моделирования (рис.2), приведенное (и термическое) сопротивление теплопередаче в большей степени зависит от разности температур между внутренним и наружным воздухом Δt , причём чем больше количество установленных экранов, тем более явно проявляется эта зависимость.

Наибольшее сопротивление теплопередаче, как следует из данных, приведённых на рис. 2, получаем при минимальной разности температур и минимальной скорости наружного воздуха. Таким образом, сопротивление теплопередаче для окон с теплоотражающими экранами является нелинейной зависимостью.

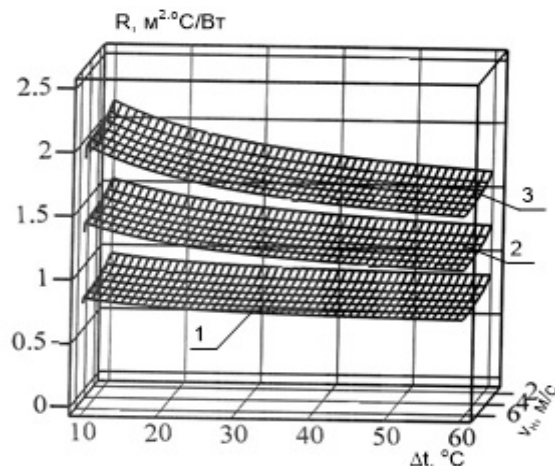


Рис. 2. Зависимость приведенного сопротивления теплопередаче центральной зоны окна при использовании стеклопакета (СП) формулой 4M1x10x4M1x10x4M1 и установленных снаружи 1 – одного металлического экрана; 2 – двух экранов; 3 – трёх экранов

Авторами [1] была разработана методика по определению минимальной температуры внутреннего воздуха при дежурном режиме отопления при выполнении условия недопущения выпадения конденсата на внутренней поверхности стекла окна с повышенными теплозащитными свойствами (с применением теплоотражающих экранов).

Для систем кондиционирования воздуха (СКВ), обеспечивающих необходимые параметры микроклимата для помещений промышленных предприятий, была разработана методика по определению снижения влагосодержания d и температуры воздуха t при «дежурном» режиме отопления с помощью системы кондиционирования в холодный период года.

Для определения энергетической эффективности использования теплоотражающих экранов в окнах в системах поддержания динамического микроклимата было произведено моделирование изменения температуры наружного воздуха для промышленного здания, расположенного в Москве (рис. 3-4). В качестве контроля принято окно со СП 4M1x10x4M1x10x4M1. Теплоотражающая панель, выполненная из 3 листов алюминия, используется снаружи на расстоянии 10 мм. График работы предприятия принят с 8 до 17 часов. Восход в 9 утра; заход в 16 часов (условия января). Относительная влажность внутри производственного помещения принята равной 40%. Моделировалось шесть режимов работы системы поддержания динамического микроклимата в производственном помещении промышленного предприятия: поддержание температуры воздуха в нерабочее время, равной $\bar{t}_{\text{дек}} = \bar{t}_{\text{ддм}} = 21^{\circ}\text{C}$ (контроль); то же, с использованием теплоотражающего экрана в окнах; пониже-

ние температуры $t_{\text{деж}}$ до нормируемых 12°C ; то же, с применением экрана; использование экрана с понижением $t_{\text{деж}}$ до минимально возможной; то же, с предварительной осушкой воздуха. Как видно из графика изменения температур в течение суток (рис. 3) температура внутреннего воздуха в рабочее время изменяется по синусоидальному закону, а в нерабочее время минимальная температура воздуха опускается до значения $8,1^{\circ}\text{C}$, а в случае предварительной осушки воздуха – до $5,3^{\circ}\text{C}$.

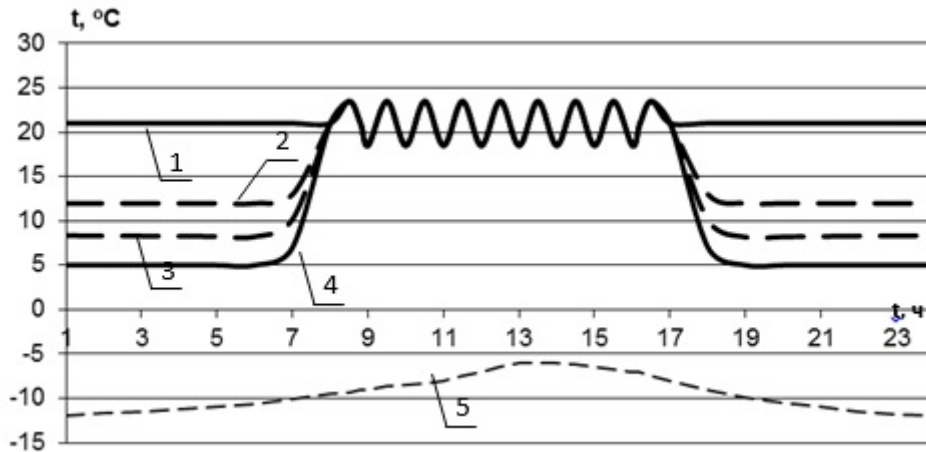


Рис. 3. Изменение температуры внутреннего и наружного воздуха в течение суток:

- 1 – температура внутреннего воздуха в контроле ($t_{\text{деж}} = \bar{t}_{\text{ддм}} = 21^{\circ}\text{C}$);
- 2 – при понижении температуры воздуха до $t_{\text{деж}} = 12^{\circ}\text{C}$;
- 3 – то же, при понижении $t_{\text{деж}}$ до минимально возможной температуры исходя из условия недопущения выпадения конденсата;
- 4 – то же, с предварительной осушкой воздуха; 5 – температура наружного воздуха.

Сопротивление теплопередаче светопрозрачной части окна (рис. 4) значительно отличается в течение суток (относительно контрольного сопротивления $R_{\text{о}}^{\text{см}} = 0,47 \text{ (м}^2\cdot^{\circ}\text{C) / Вт}$) не только из-за использования экранов в окнах, но и претерпевает изменения из-за непостоянной разности температур внутреннего и наружного воздуха Δt . Δt принимает различные значения вследствие разных вариантов задания температуры воздуха в нерабочее время $t_{\text{деж}}$ и изменения температуры наружного воздуха. Для окна со стеклопакетом (СП) без экранов (график 1 на рис.4) сопротивление теплопередаче во времени будет постоянным. Как только в конструкции окна появляется теплоотражающий экран, то сопротивление теплопередаче окна становится достаточно зависимым от температуры внутреннего и наружного воздуха, поэтому на рис. 4 мы можем наблюдать в нерабочий период 4 вариации изменения сопротивления $R_{\text{о}}^{\text{см}}$ (графики 2-5). Максимальное сопротивление теплопередаче окна, равное $1,93 \text{ (м}^2\cdot^{\circ}\text{C) / Вт}$, достигается в случае использования экрана и минимальной температуры внутреннего воздуха (при предварительной осушке) в ближайшее время после окончания рабочей смены, что также связано с температурой наружного воздуха, которая принимает свои максимальные значения в эти часы.

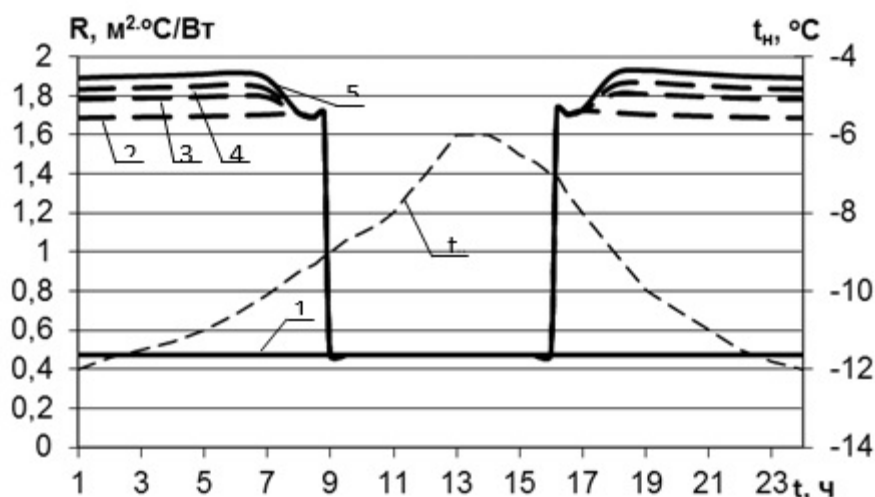


Рис. 4. Изменение приведенного сопротивления теплопередаче окна R в течение суток:

1 – контроль; 2 – при использовании в темное время суток экранов;
 3 – при использовании в темное время суток экранов и понижении температуры воздуха до $t_{\text{деж}} = 12^\circ\text{C}$; 4 – при использовании в темное время суток экранов и минимальной температуры внутреннего воздуха $t_{\text{деж. мин}}$; 5 – то же, с предварительной сушкой; t_n – график изменения температуры наружного воздуха

Получаем, что при применении окон с теплоотражающими экранами и солнечной батареей наблюдается тройной энергетический эффект: в отопительный период уменьшаются теплотери за счёт увеличения сопротивления окна, снижаются затраты теплоты на нагрев помещения за счёт понижения температуры воздуха внутри помещения, а в летний период снижается холодильная нагрузка на системы кондиционирования воздуха.

1. Энергосберегающий потенциал от использования теплоотражающих экранов с солнечными батареями в окнах для систем энергоснабжения зданий / Захаров В.М., Тютиков В.В., Смирнов Н.Н., Лапатеев Д.А., Фламан Б., Барба М. // Вестник ИГЭУ. – Иваново: Иван. гос. энерг. ун-т, 2015 г.. – №2. – С. 5-14.

ОСОБЕННОСТИ ВЫБОРА СОЛНЕЧНОГО КОЛЛЕКТОРА ДЛЯ ОРАНЖЕРЕИ

Е.А. Лебедева

Научный руководитель **А.А. Синицын**, канд. техн. наук, доцент

Вологодский государственный университет

г. Вологда

В соответствии с Федеральным законом от 23 ноября 2009 г. №261-ФЗ "Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» перечень мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической

эффективности должен включать в себя мероприятия по увеличению количества случаев использования в качестве источников энергии вторичных энергетических ресурсов или возобновляемых источников энергии.

С давних времен, еще до того, как лидером в мировой энергетике стало ископаемое топливо, люди нагревали воду с помощью энергии солнца. Они заметили, что поверхность, покрашенная в черный цвет, нагревается сильнее, чем светлые. Это свойство используется в солнечных коллекторах.

Сами коллекторы были разработаны около двухсот лет назад. Самый известный из них – плоский коллектор, который состоит из стекла, деревянной коробки и внутреннего нагревающегося слоя – был изготовлен в 1767 году швейцарским ученым по имени Гораций де Соссюр. Ученый тогда отметил, что конструкция "маленькая, дешевая и простая". Позднее им воспользовался для приготовления пищи сэр Джон Гершель во время своей экспедиции в Южную Африку в 30-х годах XIX века.

На практике подобные устройства начали использовать для нагрева воды ещё в конце 19 века в Южной Калифорнии. Различные фирмы производили простейшие солнечные коллекторы в виде черных баков для воды, установленных в деревянном ящике, одна из сторон которого была закрыта стеклом и обращена к солнцу [1].

Прототип современного коллектора был создан в 1909 году Вильямом Бейли из американской "Carnegie Steel Company". Он имел теплоизолированный корпус и устанавливался отдельно от бака-аккумулятора, вода в котором нагревалась через теплообменный контур, состоящий из медных труб.

В 2000-х годах, в связи с ростом цен на энергоносители, начался новый этап производства и использования солнечных коллекторов. Ежегодно устанавливается свыше 30 гигаватт. Сейчас общая мощность солнечных коллекторов мира превышает 200 гигаватт тепловой энергии.

Благодаря использованию новых материалов, основанных на передовых разработках, с каждым годом создаются всё более новые варианты солнечных коллекторов. Однако, строение плоских солнечных коллекторов остается практически без изменений, они также состоят из жесткого каркаса, утеплителя, труб, которые покрываются сверху металлическим листом с селективным покрытием и стекла.

Принцип действия коллектора заключается в том, что, пройдя через остекление, энергия солнечного излучения идет на нагрев поглощающей панели и находящуюся в ее трубопроводах воду. Плотность воды уменьшается по мере ее нагрева, поэтому, нагреваясь, жидкость начинает перемещаться по трубопроводу в верхнюю точку коллектора, создавая циркуляцию. Затем всё по тому же трубопроводу попадает в бак-аккумулятор, нагревая воду, которая в нем находится. После того, как вода нагреется до нужной температуры, она остается в баке-аккумуляторе до момента ее использования.

В случаях, когда солнечный коллектор не сможет нагревать воду до необходимой температуры (например, из-за пасмурной погоды или в зимний период), можно дополнительно использовать электрический нагреватель, так называемый дублер, чтобы он догревал воду до заданной температуры.

Проведенный анализ литературных и патентных источников позволил сформировать следующую классификацию солнечных коллекторов (рис. 1.).

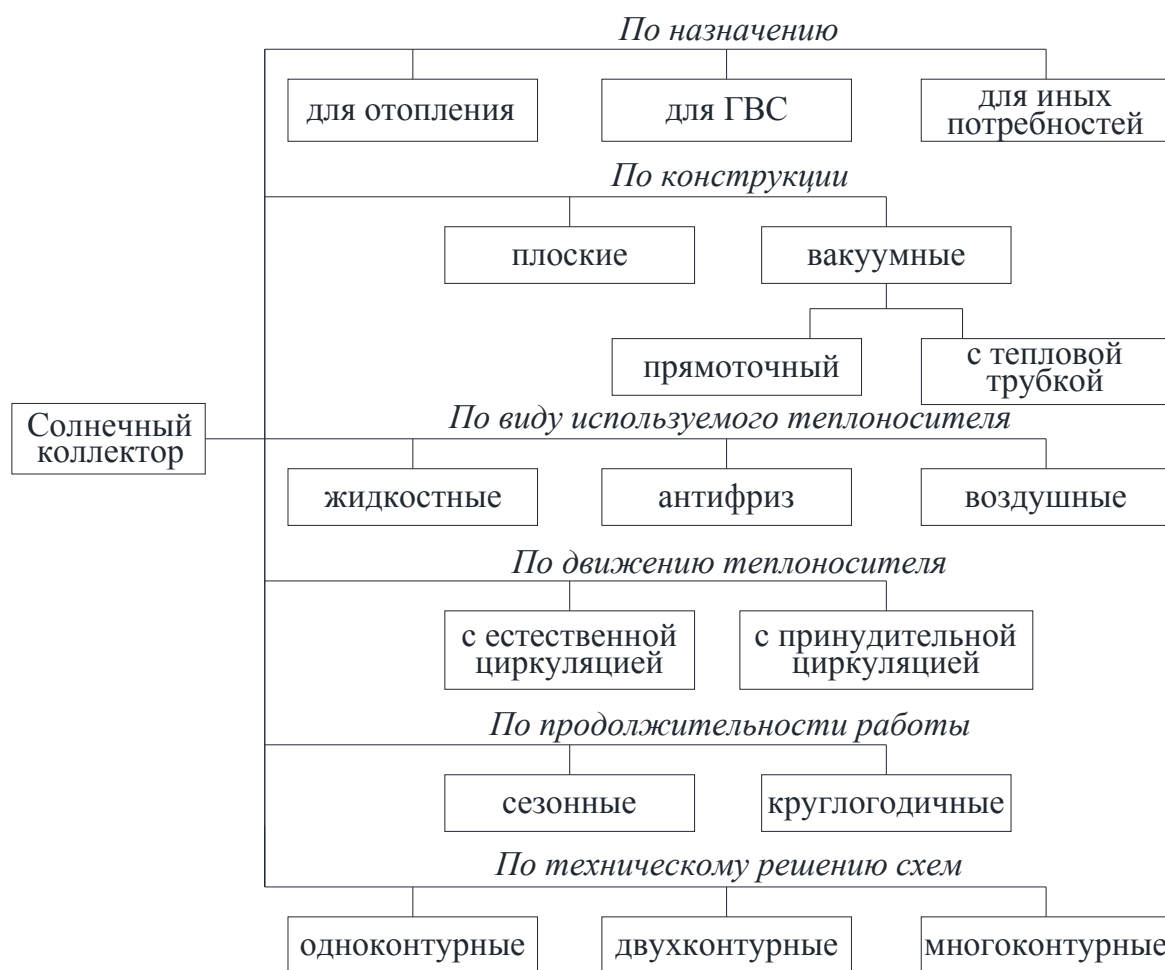


Рис. 1. Классификация солнечных коллекторов

На сегодняшний день одними из крупнейших зарубежных производителей коллекторов являются китайская компания «Yingli Green Enerdgy», занимающаяся созданием высокоэффективных коллекторов с самой низкой себестоимостью, и немецкая компания «Solarworld». В России разработкой и созданием солнечных модулей занимаются такие компании, как ООО «СоларИннТех», ЗАО «Телеком-СТВ» и другие. Также и вологодские компании, а именно ООО «Северный город» и ООО «Альтернативные технологии «Вермер», занимаются продажей и обслуживанием солнечных коллекторов.

Чаще солнечные коллекторы применяются в теплицах или оранжереях для их отопления. Широкое применение коллекторов среди дачников, кото-

рые в основном стараются создать его своими руками. Благодаря этому они получают урожай круглый год.

Патенты на системы солнечных коллекторов направлены на повышение эффективности и понижение тепловых потерь через корпус. Например, ООО «Гелиотерм» предложило коллектор, в котором на все поверхности нанесено просветляющее покрытие, увеличивающее пропускную способность материала [2]. Применение солнечных коллекторов с емкостями в корпусе выпуклой, вогнутой или выпукло-вогнутой формы, улучшают его технологичность и позволяет выдерживать значительное давление [3].

Как и у любой другой системы, у солнечных коллекторов существуют свои недостатки. К ним относятся: сложность монтажа; высокие тепловые потери; низкая работоспособность в холодное время года, в утренние и вечерние часы и в ветреную погоду; сложность ремонта; загрязнение поверхности коллектора.

В соответствии с поставленной задачей по проектированию системы подогрева горячей воды для капельного орошения почвы и полива растений в оранжерее на основе солнечного коллектора, был проведен анализ вариантов его размещения.

Предлагаемая схема установки показана на рисунке 2.

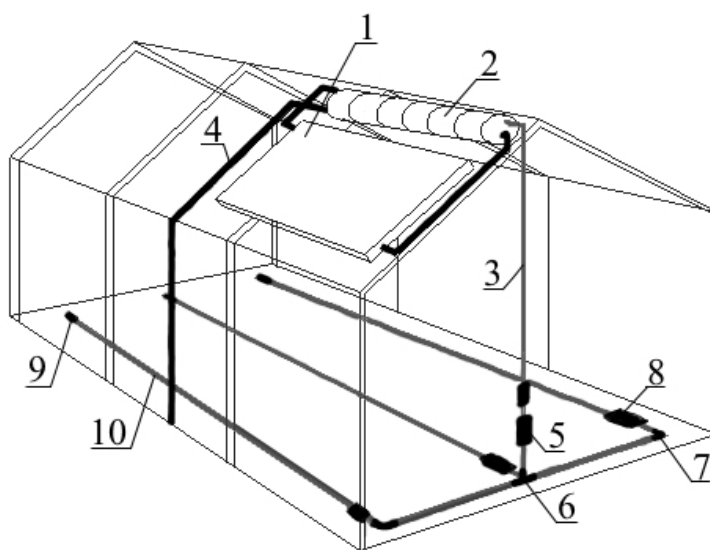


Рис. 2. Схема солнечной установки:

- 1 – солнечный коллектор; 2 – бак-аккумулятор; 3 – трубопровод горячей воды;
4 – трубопровод холодной воды; 5 – фильтр; 6 – тройник; 7 – уголок;
8 – соединение шланга с лентой; 9 – заглушка; 10 – лента капельного орошения

Необходимость нагрева воды обусловлена тем, что в оранжерее выращиваются растения, не привыкшие к климату Вологодской области. Температура воды для них должна быть на порядок выше температуры водопроводной воды, которой на данный момент осуществляется полив.

Задача полива обеспечить растения достаточным количеством воды, доставить растению требуемое количество элементов питания, создать корневой зоне растения комфортные условия.

Капельное орошение является на сегодняшний день наиболее совершенным способом полива. Особое внимание проблемам капельного орошения уделяется в странах, где хорошо развито поливное земледелие.

Примером служит Израиль: его сельское хозяйство на сегодня является одним из самых передовых в мире по производству продукции, а благодаря этой системе орошения, изобретенной в 1959 году, современный Израиль выращивает фрукты и овощи не только для своих нужд, но и для широкого экспорта.

Предварительные расчеты показали следующие характеристики установки:

- площадь коллектора – $0,5 \text{ м}^2$;
- объем бака-аккумулятора – 55 литров.

Установку предполагается смонтировать следующим образом:

- вмонтировать корпус коллектора в кровлю крыши оранжереи;
- разместить бак-аккумулятор несколько выше корпуса коллектора;
- проложить ленты капельного орошения по площади оранжереи в соответствии с уровнями и зонами водопотребления.

Направлениями дальнейшей работы станут:

- уточненный расчет площади солнечного коллектора;
- гидравлический расчет трубопроводов капельного орошения;
- согласование инженерного проекта и монтаж системы;
- проведение расчетно-экспериментальных исследований эффективности подобной системы;
- разработка технико-экономических показателей при формировании бизнес-плана внедрения подобных установок в Вологодской области.

1. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии / В. И. Ляшков, С. Н. Кузьмин // Тамбов: Издательство ТГТУ, 2003. — 72 с.

2. Патент RU№2393390 C1, МПК С 02 F 2/24. Солнечный коллектор/ А.С. Дьячишин (RU), И.М. Язвина (RU), А.В. Стадник (RU). – № 2008149288/06. – Заявлено 16.12.2008 – Решение о выдаче патента от 16.12.2008 г. – Опубл. 27.06.2010 г., Бюл. № 18. – 6 с.

3. Патент RU№2395757 C2, МПК С 02 F 2/24. Солнечный коллектор/ В.М. Харченко (RU). – № 2008106718/06. – Заявлено 21.02.2008 – Решение о выдаче патента от 21.02.2008 г. – Опубл. 27.07.2010 г., Бюл. № 21. – 7 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ КОНТАКТНОГО ТЕПЛООБМЕНА МЕЖДУ ГОРЯЧИМ И ХОЛОДНЫМ СЛЯБОМ

К.О. Новиков

Научный руководитель С.В. Лукин, д-р техн. наук, профессор

Череповецкий государственный университет

г. Череповец

В сталеплавильном производстве ЧерМК ПАО «Северсталь» горячие стальные слябы, выходящие из машины непрерывного литья заготовок со среднемассовой температурой порядка $900 \div 1000^\circ\text{C}$, направляются на холодный склад, где складываются в штабеля для хранения. При достаточно длительном нахождении слябов на складе, их температура становится равной температуре окружающей среды, которая в зимнее время обычно ниже 0°C . Холодные слябы часто приходится разрезать для получения нужного сортамента стальных заготовок перед их отправлением в прокатное производство. Перед газовой резкой холодные слябы (с температурой ниже 0°C) нужно подогреть примерно до температуры 20°C и выше.

Поскольку физическая теплота горячих остывающих слябов сейчас никак не используется, то применяется разогрев холодных слябов горячими слябами за счет контактного теплообмена. Для этого на холодный сляб сверху кладут горячий сляб, через несколько минут горячий сляб убирают, и через некоторое время производят резку холодного подогретого сляба. Чтобы при газовой резке не возникало термических напряжений, которые могут вызвать образование трещин в металле, необходимо, чтобы температурное поле разрезаемого сляба было достаточно равномерным. Для этого нужно правильно выдерживать длительности нагрева и выдержки холодного сляба после нагрева (до резки). Эти длительности зависят от толщин слябов, начальных температур холодного и горячего слябов, от способа нагрева (с одной или двух сторон), от теплофизических свойств сталей, от интенсивности теплопередачи при контактном теплообмене и потерь теплоты с поверхности слябов излучением, конвекцией и теплопроводностью.

Данную задачу можно решить с помощью численного моделирования процесса нагрева и охлаждения слябов. Рассмотрим математическую модель одностороннего нагрева холодного сляба. Слябы представим в виде плоских пластин толщиной B_1 и B_2 . При этих условиях температурное поле слябов будет одномерным и нестационарным: $t_1(x, \tau)$ и $t_2(x, \tau)$, где t_1 – температура горячего сляба; t_2 – температура холодного сляба; x – координата, перпендикулярная наружной поверхности сляба и отсчитываемая от поверхности, где происходит контактный теплообмен, причем значения x из диапазона $B_1 < x < 0$ соответствуют горячему слябу, а x из диапазона $0 < x < B_2$ – соответствуют холодному

слябу; τ – время, прошедшее с момента начала нагрева. Схема контактного теплообмена между слябами показана на рис. 1.

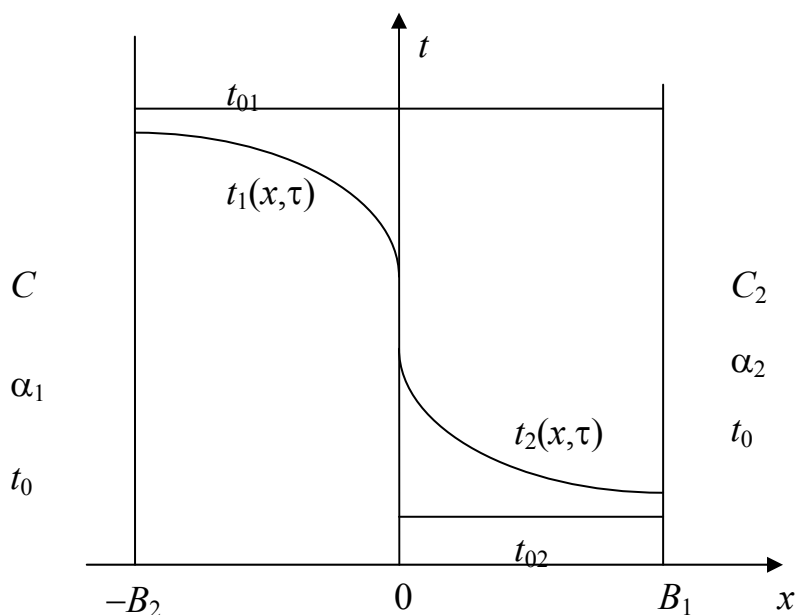


Рис.1. Схема контактного теплообмена между слябами

Поскольку поверхности слябов, как правило, покрыты слоем окалины, то между ними отсутствует идеальный контактный теплообмен, и температуры поверхностей горячего и холодного слябов вместе контакта не равны друг другу. На рис. 1 введены дополнительные обозначения: t_0 – температура окружающей среды; t_{01} , t_{02} – начальные температуры горячего и холодного слябов, причем $t_{02} = t_0$; α_1 , α_2 – коэффициенты теплоотдачи в окружающую среду, и C_1 , C_2 – коэффициенты излучения с поверхностями горячего и холодного сляба, не участвующих в контактном теплообмене.

Температурное поле слябов описывается уравнением теплопроводности [1]:

$$\begin{aligned} c_1 \cdot \rho_1 \frac{\partial t_1}{\partial \tau} &= \frac{\partial}{\partial x} \left(\lambda_1 \frac{\partial t_1}{\partial x} \right), \quad B_1 < x < 0, \quad 0 < \tau; \\ c_2 \cdot \rho_2 \frac{\partial t_2}{\partial \tau} &= \frac{\partial}{\partial x} \left(\lambda_2 \frac{\partial t_2}{\partial x} \right), \quad 0 < x < B_2, \quad 0 < \tau, \end{aligned} \quad (1)$$

где c , ρ , λ – теплоемкость, плотность и коэффициент теплопроводности стали, зависящие от температуры; индексы «1» и «2» относятся к горячему и холодному слябу соответственно.

Начальное условие для температурного поля слябов имеет вид:

$$\begin{aligned} t_1(x, \tau) \Big|_{\tau=0} &= t_{10}, \quad B_1 < x < 0; \\ t_2(x, \tau) \Big|_{\tau=0} &= t_{20}, \quad 0 < x < B_2, \end{aligned} \quad (2)$$

где $t_{01} = 500 \div 900$ °С – температура горячего сляба; $t_{02} = -30 \div 0$ °С – температура холодного сляба.

На поверхности слябов, участвующих в контактном теплообмене, задается граничное условие IV-ого рода:

$$-\lambda_1 \frac{\partial t_1}{\partial x_1} \Big|_{x=0} = -\lambda_2 \frac{\partial t_2}{\partial x_2} \Big|_{x=0} = k \cdot (t_1(0, \tau) - t_2(0, \tau)), \quad 0 < \tau_1, \quad (3)$$

где k – коэффициент теплопередачи при контактном теплообмене. При идеальном контакте $k \rightarrow \infty$, и температуры поверхностей слябов, участвующих в контактном теплообмене (при $x = 0$), принимают одинаковые значения:

$$t_1(0, \tau) = t_2(0, \tau), \quad 0 < \tau_1,$$

где τ_1 – длительность процесса контактного теплообмена.

На поверхностях слябов, не участвующих в контактном теплообмене, задаются граничные условия III-ого рода, причем для горячего сляба важную роль играет теплообмен излучением, а для холодного – конвективный теплообмен, что можно записать следующим образом:

$$\begin{aligned} -\lambda_1 \frac{\partial t_1}{\partial x_1} \Big|_{x=-B_1} &= C_1 \left(\left(\frac{T_1(-B_1, \tau)}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_0}{100} \right)^4 \right), \quad 0 < \tau; \\ -\lambda_2 \frac{\partial t_2}{\partial x_2} \Big|_{x=B_2} &= \alpha_2 (t_2(B_2, \tau) - t_0), \quad 0 < \tau, \end{aligned} \quad (4)$$

где $T_1(-B_1, \tau)$, T_0 – абсолютные температуры поверхности горячего сляба, не участвующей в контактном теплообмене; $t_2(B_2, \tau)$ – температура поверхности холодного сляба, не участвующей в контактном теплообмене.

После окончания процесса контактного теплообмена, на поверхностях горячего и холодного слябов, задаются граничные условия III-ого рода:

$$\begin{aligned} -\lambda_1 \frac{\partial t_1}{\partial x_1} \Big|_{x=0} &= C_1 \left(\left(\frac{T_1(0, \tau)}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_0}{100} \right)^4 \right) + \alpha_1 (t_1(0, \tau) - t_0), \quad \tau_1 < \tau < \tau_1 + \tau_2; \\ -\lambda_2 \frac{\partial t_2}{\partial x_2} \Big|_{x=0} &= C_2 \left(\left(\frac{T_2(0, \tau)}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_0}{100} \right)^4 \right) + \alpha_2 (t_2(0, \tau) - t_0), \quad \tau_1 < \tau < \tau_1 + \tau_2, \end{aligned} \quad (5)$$

где τ_2 – длительность выдержки холодного сляба после окончания процесса нагрева до момента резки.

Система дифференциальных уравнений (1)-(5) решалась численным методом по явной конечно-разностной схеме. Рассмотрим результаты расчета температурных полей горячего и холодного слябов при следующих данных: $B_1 = B_2 = 315$ мм; сталь Ст-20; $t_0 = -30$ °С; $t_{01} = 800$ °С; $t_{02} = -30$ °С; $C_1 = C_2 = 4,5$ Вт/(м²К⁴); $\alpha_1 = \alpha_2 = 10$ Вт/(м²К); $k = 1000$ Вт/(м²К); $\tau_1 = 5$ мин; $\tau_2 = 30$ мин.

На рис. 2 показано изменение температур на поверхностях горячего и холодного слябов в процессе контактного теплообмена и выдержки на воздухе. Из рис. 2 следует, что после начала контактного теплообмена между слябами температура поверхности горячего сляба, участвующая в теплообмене, за 5 мин быстро снижается от значения 800°C до 450°C , а температура поверхности холодного сляба, участвующая в теплообмене – так же быстро возрастает от значения -30°C до 300°C . Температура свободной поверхности горячего сляба за это время уменьшается от 800°C до 715°C , температура свободной поверхности холодного сляба практически не изменяется.

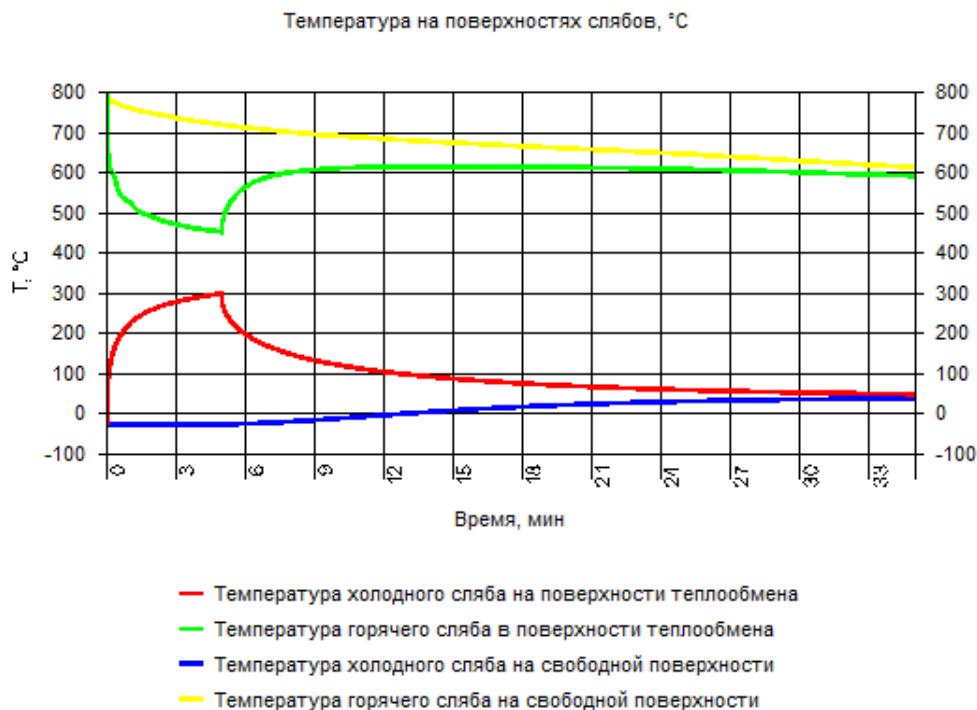


Рис. 2. Изменение температур горячего и холодного слябов

После того, как процесс контактного теплообмена прекращается, температура поверхности горячего сляба, участвовавшая в теплообмене, за 4 мин возрастает до значения 610°C , после чего начинает медленно уменьшаться. Температура свободной поверхности горячего сляба непрерывно уменьшается, при этом разность температур на его разных поверхностях постепенно стремится к нулю. При этом среднемассовая температура холодного сляба в течение рассматриваемого времени практически не изменяется, держась на значении 40°C . Через 15 мин после окончания процесса нагрева, перепад температур по сечению холодного сляба составляет 50°C , через 20 мин – 30°C , через 25 мин – 20°C , через 30 мин – 10°C .

Разработанная математическая модель нуждается в адаптации, после чего ее можно использовать для исследования и совершенствования режимов нагрева слябов за счет контактного теплообмена.

1. Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомел А.С. Теплопередача. Учебник для вузов, изд-е 3-е // М.: «Энергия». – 1975. – 488 с.

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО ВАРИАНТА УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОРОШЕНИЯ РАСТЕНИЙ

М.Л. Обрядина

Научный руководитель А.А. Синицын, канд. техн. наук, доцент
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Начиная с 2014 года, Президент РФ своим указом [1] запретил ввозить в Россию сельскохозяйственную продукцию из стран, которые поддержали решение о введении санкций в отношении России. Сейчас на территории страны активно действует программа импортозамещения, рассчитанная до 2020 года. Поэтому подобная разработка будет актуальна организациям, осуществляющим свою сельскохозяйственную деятельность.

В экономике России сельскохозяйственное производство в наибольшей степени зависит от возможных климатических условий.

Россия – это огромная страна, расположенная в различных климатических зонах, начиная от субтропиков в Сочи и Крыму до арктических пустынь на севере. Немалую площадь занимают тундра и зона «вечной мерзлоты», именно поэтому Россия считается одной из самых холодных стран мира со среднегодовой температурой воздуха $-5,5^{\circ}\text{C}$. Невозможность выращивания растений в районах с такими температурными условиями очевидна.

В то же время, в южных российских регионах достаточно мягкий климат, который в целом весьма благоприятен.

В связи с этим большая часть урожая и земель, отведенных для растениеводства, приходится на районы с субтропическим или умеренно-континентальным климатом (Краснодарский край, Ростовская область, Республика Крым, Алтайский край, Ставропольский край), но и они характеризуются высокими дневными температурами и низкой влажностью воздуха, что снижает объем выращиваемых продуктов без применения некоторых затрат по мелиорации земель.

На юге России растениеводство является исключительно выгодным бизнесом. Но существуют некоторые проблемы, стоящие перед сельским хозяйством в таких районах – засуха, низкое плодородие почв, сорняки, глобальное потепление, вызванное изменением климата. По оценкам специалистов воздействие на сельское хозяйство глобального потепления будет неоднозначным, позитивные последствия могут сочетаться с негативными. Из-за повышения температуры воздуха и нерегулярного выпадения осадков в сельскохозяйственной отрасли необходимо применять дополнительное орошение.

Применение специальных устройств для орошения растений в условиях высокой температуры и низкой влажности воздуха позволит уменьшить риск гибели урожая и избежать истощения почвы. В результате понижается темпе-

ратура приземного слоя воздуха и увеличивается его влажность, влага задерживается в почве намного дольше.

Еще в древнейшие времена люди начали свою земледельческую практику в дельтах больших равнинных рек, где почва отличалась небывалым плодородием. Около 3-го тыс. до н.э. в Египте начали строиться первые ирригационные системы в виде оросительных каналов и водоемов. Следом начали создаваться простые механические устройства (Архимедов винт, водяное колесо), которые упрощали подачу воды для орошения, возводились дамбы и плотины для накопления воды.

В настоящее время существует огромное разнообразие устройств для орошения растений. Все они отличаются как по принципу действия, так и по конструкции. Наиболее распространенные из них по принципу действия можно разделить на 3 класса. На рисунке приведена схема такой классификации.



Рис. Классификация устройств для орошения растений по принципу действия

Наиболее распространены автоматические системы орошения. Но они имеют ряд недостатков, таких как большие энергетические потери и количество нормочасов на обслуживание сложного оборудования. Требуются внушительные временные ресурсы на обучение молодых специалистов для обслуживания сложных установок. Таким образом, использование имеющихся на сегодняшний день установок по орошению не всегда экономически обосновано.

В настоящей работе предложено принципиально новое устройство для орошения, способное по многим своим характеристикам превзойти имеющиеся в современном использовании установки.

Аналогом данного устройства является садово-огородная воронка [2], которая также осуществляет сбор и подачу влаги к корням саженцев. Но в от-

личие от предлагаемой модели имеет низкую производительность по количеству конденсируемой влаги вследствие отсутствия свободного доступа под воронку влажного воздуха.

Таким образом, данное устройство разработано с целью получения высокого урожая. Применение подобных устройств в сельскохозяйственных районах России позволит существенно снизить финансовые расходы на мелиорацию земель. Сэкономленные в результате использования данного устройства средства могут быть направлены, например, на развитие животноводства в регионах или другие отрасли сельского хозяйства нашей страны.

Предлагаемая модель состоит из корпуса, изготовленного из прозрачного или непрозрачного пластика, торообразной формы, усеченного в нижней части. В корпусе посредством фиксаторов крепится абсорбционный слой из хорошо впитывающего влагу материала, а над ним устанавливается конденсационный слой из высокопористого материала, обладающего хорошей теплопроводностью. В центральной части корпуса, а также конденсационном и абсорбционном слоях имеются отверстия, в которых располагают орошаемое растение. Между стенкой корпуса и слоями имеется зазор для стока капель сконденсированной влаги. В нижней части корпуса расположены вентиляционные отверстия.

Действие устройства для орошения растений основано на принципе конденсации присутствующей в ночное время в атмосферном воздухе влаги и ее дальнейшего использования для орошения. В ходе дальнейших исследований необходимо будет изучить процессы тепломассопереноса: а) влаги из атмосферного воздуха внутрь устройства; б) во влагоаккумулирующем материале внутри устройства; в) в грунте под устройством.

Данные процессы уже рассматривались в работах российских ученых [3]. Влажный прохладный воздух преимущественно в ночное и утреннее время попадает внутрь устройства через отверстие в корпусе. Далее проходит через конденсационный и абсорбционный слои и выходит сквозь вентиляционные отверстия в корпусе, но при этом атмосферный воздух охлаждается (конденсируется) при контакте с конденсационным слоем и собирается в абсорбционном слое. Выделенное тепло при конденсации влаги отводится в атмосферу. Днем за счет воздействия высокой температуры впитанная влага медленно испаряется и далее процесс повторяется.

Предлагаемое устройство имеет следующие конкурентные преимущества:

- простая конструкция, простота в эксплуатации;
- отсутствие регулярного полива и отслеживания систем автоматики;
- легко переносимое и компактное устройство;
- ценовая доступность и долговечность;
- экономия воды, электроэнергии, трудозатрат человека.

Сущность устройства заключается в следующем:

- сбор и передача влаги в прикорневую зону растения;

– консервация влаги в прикорневом пространстве растения (ветер и прямые солнечные лучи способствуют мгновенному испарению (выветриванию) влаги с поверхности земли, наличие закрытой зоны замедляет процесс выветривания);

– регенерация (восстановление) влаги в прикорневом почвенном слое;

– изоляция стебля и корней растения от вредных факторов (перепад температур, ветер);

– защита корневой системы и самого растения от различных вредителей.

В ходе дальнейших исследований могут быть выделены следующие направления, представляющие наибольший теоретический и практический интерес:

– разработка физической модели процесса конденсации влаги из воздуха;

– построение математической модели данного процесса;

– экспериментальные исследования в лабораторных условиях;

– экспериментальные исследования в натуральных условиях;

– разработка опытно-промышленной модели устройства и проработка бизнес-плана для реализации подобных устройств на нужды реального сектора экономики РФ и за ее пределами.

1. О применении отдельных специальных экономических мер в целях обеспечения безопасности Российской Федерации: Указ Президента РФ от 06.08.2014 №560// Российская газета.– 2014.– 8 августа.– С. 4.

2. Пат. 79747, МПК А 01 С 14/00. Садово-огородная воронка/ В.В. Зеленков; заявитель и патентообладатель В.В. Зеленков.– № 2008133333/22; заяв. 05.08.2008; опубл. 20.01.2009.–Б.и.–2009.–№ 2.

3. М.В. Павлов, Д.Ф. Карпов, А.А. Сеницын. Исследование процессов теплопереноса в слое почвы на примере фрезерного торфа при инфракрасно-лучистом обогреве[Электронный ресурс]: научная электронная библиотека.– Режим доступа: <http://elibrary.ru/>

РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕПЛОВОЙ СЕТИ

С.А. Попов

Научный руководитель В.А. Петринчик, канд. техн. наук, доцент
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Энергосбережение и энергоэффективность являются одними из наиболее приоритетных направлений развития экономики многих стран мира. Для России вопрос энергетического развития стоит очень остро, так как именно мы обладаем значительными запасами энергетических ископаемых и возобновляемых источников, однако неэкономно их потребляем [1].

Россия является самой большой по территории страной мира, следовательно, климатические условия из-за значительных размеров довольно разнообразны. Мы живем при перепадах температур от -40°C до $+35^{\circ}\text{C}$, именно поэтому огромное значение имеет обеспечение потребителей тепловой энергией в должном количестве.

Немалая часть котельных построена еще в советское время с огромным размахом и сейчас работают неэффективно. Важнейшим компонентом любой системы централизованного теплоснабжения являются тепловые сети. В транспортировку тепловой энергии вкладываются огромные средства, которые соизмеримы со стоимостью строительства крупных котельных и ТЭЦ. В России насчитывается более 220 тыс. км в двухтрубном исчислении тепловых сетей.

По разным оценкам общая доля тепловых потерь в тепловых сетях составляет около 30%. Одной из причин этой проблемы является завышенный диаметр трубопроводов тепловой сети. Если завышение диаметров магистральных трубопроводов еще как-то оправдано запасом для развития системы теплоснабжения и присоединения в дальнейшем новых объектов, то завышение диаметров отводящих трубопроводов является причиной неоправданных потерь тепловой энергии в тепловых сетях.

Одним из способов повышения эффективности данной системы теплоснабжения является уменьшение диаметров существующих трубопроводов. Необходимо произвести замену старых труб, желательно на трубы с пенополиуретановой изоляцией, в связи с их долговечностью, простотой монтажа и низкими теплопотерями.

Наиболее перспективным является снижение диаметра трубопроводов ТС путём замены используемых отводящих трубопроводов на трубопроводы меньшего диаметра при аварийных или планово-предупредительных ремонтах. Такой подход позволит оптимизировать систему теплоснабжения, сохранив потенциал ТС по транспортировке тепловой энергии на случай подключения новых потребителей, окажет наименьшее влияние на существующую систему теплоснабжения.

Сущность способа заключается в прокладке нового прямого или обратного отводящего трубопроводов, осуществляемой путем установки трубопроводов меньшего диаметра. При этом диаметр устанавливаемых трубопроводов выбирают таким образом, чтобы гидравлическое сопротивление прямого и обратного трубопровода было максимально приближено к гидравлическому сопротивлению сужающего устройства, но не превышало его. Преимущество отдаётся подающим трубопроводам, так как их потери тепловой энергии больше ввиду более высокой температуры проходящего по ним теплоносителя.

К установке принимаются трубопроводы с ближайшим по значению большим внутренним диаметром.

Снижение диаметра отводящих трубопроводов ведёт к снижению общей поверхности трубопроводов ТС и увеличению скорости движения в них теплоносителя, а, следовательно, приводит к снижению потерь тепловой энергии.

Необходимо отметить, что некоторые участки тепловых сетей обладают завышенным диаметром трубопроводов, что обусловлено перспективными планами развития ТС. В этом случае снижение диаметров участков тепловой сети следует проводить в соответствии с учётом дальнейшего увеличения тепловой нагрузки.

Ещё одним важным аспектом реализации указанного мероприятия является увеличение скорости движения теплоносителя по трубопроводам ТС, что может привести к возникновению повышенного уровня шума и вибрации трубопроводов. Согласно работе [2], оптимальное значение скорости теплоносителя в тепловых сетях, которое не повышает уровень шума $v = 1,5 \text{ м/с}$. При возникновении таких явлений необходимо предусмотреть установку антивибрационных компенсаторов, позволяющих развязать систему теплоснабжения здания от негативных последствий снижения диаметров трубопроводов.

Предлагаемая методика позволяет предприятию теплоснабжения составить план реконструкции тепловой сети, предполагающий при аварийных или планово-предупредительных ремонтах замену используемых трубопроводов на трубопроводы меньшего диаметра. Её использование позволяет снизить тепловые потери ТС в среднем на 20 – 25 % за счёт снижения среднего диаметра трубопроводов сети.

Экономию отводящих трубопроводов рассчитывают в предположении, что новые трубопроводы выбираются меньшего диаметра (рекомендованного ранее) и разность, вычисленная в рублях, считается экономическим эффектом замены.

В качестве примера оценим средний размер диаметра трубопровода тепловой сети для сельского населенного пункта Вологодской области – Тарногский Городок.

$$D_{cp} = \frac{D_1 \cdot l_1 + D_2 \cdot l_2 + \dots + D_n \cdot l_n}{\sum l}, \text{ мм}, \quad (1)$$

где D_i – диаметр i -го участка, мм;

l_i – длина i -го участка, м;

$\sum l$ – суммарная длина участка, м.

Отсюда получаем $D_{cp} = 86 \text{ мм}$.

Расчетный расход теплоносителя определяется по формуле:

$$G = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot v_{opt}, \text{ м}^3 / \text{ч}, \quad (2)$$

где d – оптимальный диаметр, м;

v_{opt} – оптимальная скорость движения теплоносителя, м/с.

Вычислим скорость теплоносителя для села Тарногский Городок.

Найдем скорость движения сетевой воды на каждом участке трубопровода по формуле:

$$v = \frac{4 \cdot G_q}{3,14 \cdot d^2 \cdot 3600}, \text{ м/с}, \quad (3)$$

где G_q – расчетный расход сетевой воды на участке, т/ч;

d – фактический диаметр расчетного участка трубопровода, м.

По результатам расчетов строим диаграмму.

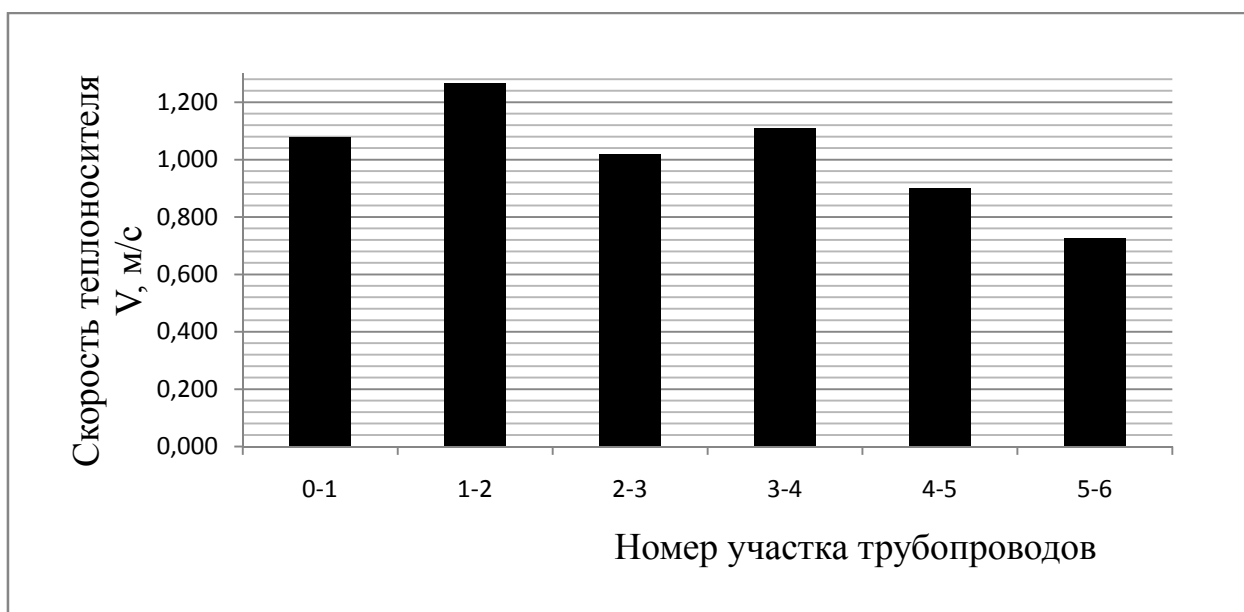


Рис. Скорость движения теплоносителя в магистральном трубопроводе

Из диаграммы видно, что средняя скорость теплоносителя, равная $v_{cp} = 0,98$ м/с, меньше рекомендуемой скорости в $v_{omm} = 1,5$ м/с. Скорость на отводящих трубопроводах из-за небольшого расхода явно так же будет меньше рекомендуемой скорости, что еще раз подтверждает завышение диаметров.

Учитывая предложения [4], можно рекомендовать отводящие трубопроводы $d = 32$ мм.

В ходе анализа ситуации по тепловой сети в с. Тарногский Городок в целом, было обнаружено, что существующие диаметры трубопроводов значительно превышают рекомендуемые (оптимальные), поэтому предлагается осуществить их замену. На большинстве участков отводящих трубопроводов принимается рекомендуемый диаметр равный 32 мм.

1. Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации: федер. закон от 23.11.2009 № 261-ФЗ (ред. от 13.07.2015). – Москва: 2009. – 94 с.

2. О теплоснабжении: федер. закон от 27.07.2010 № 190-ФЗ (ред. от 28.11.2015). – Москва, 2010. – 115с.

3. Петринчик, В.А., Мусинов, Д.О. Энергосбережение в тепловых сетях (Часть1): учеб. пособие/ В.А. Петринчик, Д.О. Мусинов. – Вологда: ВоГТУ, 2005. – 53 с.

4. СП 124.13330.2012. Свод правил. Тепловые сети: актуализированная редакция СНиП 41-02-2003: утв. Минрегионом РФ 30.06.2012 №280.– Введ. 01.01.2013.– Москва: ФАУ «ФЦС», 2012. –81 с.

К РАЗРАБОТКЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО СТЕНДА ПО ИЗУЧЕНИЮ ВЛИЯНИЯ МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА СТРУКТУРУ ГАЗОВОГО ТОПЛИВА

Д.О. Русаков

Научный руководитель А.А. Сеницын, канд. техн. наук, доцент
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Проблема экономии в использовании газообразного топлива, а также экологические проблемы, связанные с продуктами его сгорания, несгоревший углеводород (СН) и вещества, которые отравляют окружающую среду, например, угарный газ (СО), относятся к наиболее актуальным на сегодняшний день проблемам. Согласно закону от 23 ноября 2009 г. N 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», а также

федеральному закону от 9 июля 2010 г. о «Теплоснабжении», и «Энергетической стратегии России в период до 2030 г» энергосбережения и повышение энергетической эффективности основывается на следующих принципах:

- 1) Эффективное и рациональное использование энергетических ресурсов;
- 2) Системность и комплексность проведения мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности;
- 3) Использование энергетических ресурсов с учетом ресурсных, производственно-технологических, экологических и социальных условий.

Новые технологии позволят существенно повысить экономическую эффективность и экологические показатели, что и определяет актуальность разработки конструкции лабораторной установки по влиянию магнитного поля на свойства газа перед его сжиганием.

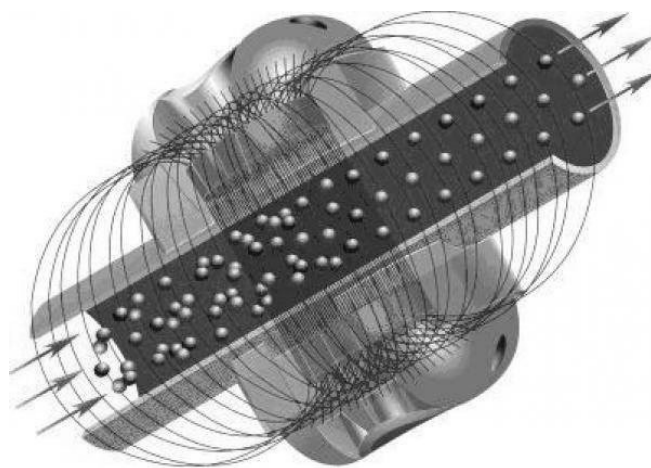


Рис. 1. Влияние магнитного поля на структуру топлива

Для достижения поставленной цели необходима разработка лабораторной установки, на которой должны быть отработаны режимы работы и варианты применения магнитной активации на движущийся поток топлива. На основании сравнения данных будут сделаны выводы о целесообразности применения подобных устройств в промышленных установках.

Известна разработка конструкции установки для исследования влияния на свойства природного газа импульсного магнитного поля в процессе его горения, выполненная научной группой Херсонской государственной морской академии (Украина). Установка была апробирована и позволяла фиксировать изменение температуры сгорания газа и состава продуктов горения с помощью газоанализатора (ИНФРАКАР-М) при воздействии на газ импульсным магнитным полем разной силы и продолжительности. Представлен внешний вид установки, её схема и описание. Однако, результаты исследования эффективности сгорания топлива опубликованы не были.

Известны результаты исследования влияния на свойства природного газа магнитного поля опытно-конструкторского внедренческого предприятия «ИННОВА-ОРТО» (Россия). В газовом орто-модификаторе под воздействием мощного магнитного поля происходит наиболее полное сгорание энергоносителя и в связи с этим повышается теплоэффективность процесса горения до 25%, в зоне пламени не образуется копоти и сажи, повышается теплообмен оборудования, значительно сокращаются вредные выбросы в атмосферу до 70%, экономится до 25% газа. Орто-модификаторы для магистрального котельного газового оборудования, работающего на природном газе, находятся в стадии разработки.

В работе [1] проводились исследования эффективности сгорания газового топлива в опытно-промышленном котле, а в работах [2], [3] представлены результаты влияния магнитного поля на структуру газового топлива.

Исследование проводилось на опытном образце ОРТО-модификатор ОМТ-5. Устройство при помощи шланга было подключено к газовому баллону с одной стороны, и к газовой горелке с другой.

Поток обрабатываемого газа, поступающий из газового баллона, через входной штуцер модификатора поступал в корпус, где происходило разделение на два потока. Потoki двигались навстречу друг другу и активно сталкивались. Далее происходил разворот на заданный угол α . Таким образом, обрабатываемый газ двигался зигзагообразно по проточному каналу и перпендикулярно силовым линиям магнитного поля. Далее поток турбулизировался за счет гидродинамического сопротивления, обусловленного формой проточного канала. В турбулентном потоке группы молекул интенсивно сталкивались, что приводило к их частичному распаду, уменьшению вязкости и увеличению объемной доли газа, и, в конечном итоге, повышению активности топлива в окислительных реакциях. Газ, обработанный магнитным полем, через выходной штуцер выходил из корпуса и поступал в горелку.

Таким образом, экспериментально получено, что применение магнитных дисков из сплава неодим-железо-бор позволило снизить расход топлива на 12%, при этом магнитное поле влияло на характер пламени [2].

Главными недостатками проводимого исследования являются:

- 1) Невозможность выставления постоянного давления во время протекания всего опыта.
- 2) Отсутствие в схеме установки устройства для измерения расхода газа.
- 3) Возможная разгерметизация установленного модификатора и проскок пламени.
- 4) Отсутствие управления режимами работы модификатора.
- 5) Невозможность определения калориметрических показателей эффективности сгорания топлива или их альтернативных аналогов.

Для устранения существующих недостатков предложена следующая схема нового лабораторного стенда.

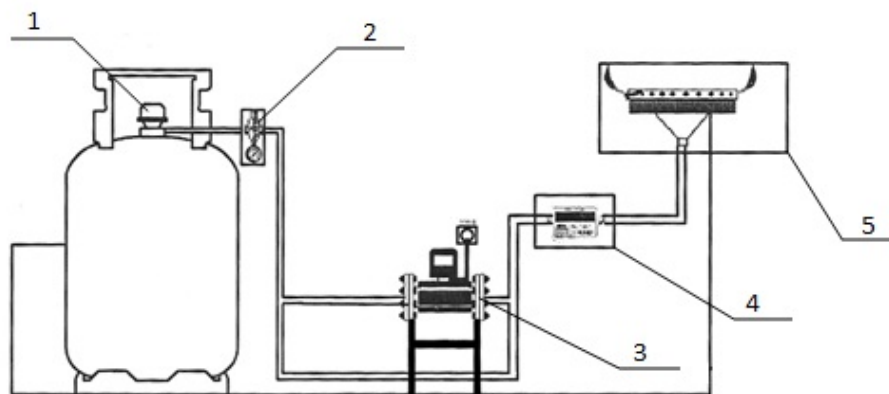


Рис. 2. Схема лабораторного стенда:

- 1 – газовый баллон с предохранительным клапаном;
 2 – редуктор с регулятором давления; 3 – модификатор;
 4 – расходомер газа; 5 – газовая горелка

Установка снабжена газовым баллоном с предохранительным клапаном 1, газовым редуктором с регулятором давления 2, двумя линиями топливопроводов. Магнитное поле создается активатором 3, установлен расходомер газа 4, сгорание газа осуществляется на горелке 5. Для модификатора, внедренного в лабораторный стенд, предполагает использовать различную силу магнитных импульсов и продолжительность воздействия на газ.

Ставятся следующие задачи:

- 1) Разработка лабораторного стенда по влиянию магнитного поля на свойства газа перед его сжиганием.
- 2) Проведение расчетно-экспериментальных исследований эффективности воздействия магнитного поля на топливо.
- 3) Разработка опытного образца модификатора по результатам исследования.

1. Сеницын, А.А. Пульсирующее горение / Сеницын А.А // Энергия: экономика, техника, экология. – 2007. – № 1. – С. 80.

2. Русаков, Д.О. Исследование эффективности сгорания газового топлива при воздействии на него магнитного поля / Русаков Д.О. // Novainfo. – 2016. – № 47-2. – С. 19–26.

3. Русаков, Д.О. Магнитная обработка газового топлива / Русаков Д.О. // European research. – 2016. – № 6. – С. 33–36.

СИСТЕМА КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ДИНАМИЧЕСКОГО МИКРОКЛИМАТА НА ТРЕНАЖЁРЕ БЩУ АЭС

А.С. Сафронов, П.А. Комарницкий

Научные руководители: В.К. Пыжов, канд. техн. наук, профессор

Н.Н. Смирнов, доцент

Ивановский государственный энергетический университет

им. В.И. Ленина»

г. Иваново

Для поддержания работоспособности персонала в помещении создаётся микроклимат с оптимальными метеорологическими параметрами при использовании систем кондиционирования воздуха (СКВ). Однако в помещениях высокого уровня ответственности, как пульта управления АЭС (блочный щит управления), только создания микроклимата недостаточно. Монотонная работа, требующая внимательности и оказывающая нервно-эмоциональную нагрузку, может привести к утомлению работника и снижению его работоспособности, а далее к непоправимым последствиям.

Данная проблема может быть решена путем создания системы кондиционирования «динамического микроклимата» [1]. Эта система создаёт периодические изменения метеорологических параметров воздуха, таких как температура, влажность и скорость потока. Изменения должны поддерживать концентрацию внимания персонала, не допуская его утомления, а также не превышать критических значений.

В предыдущих работах [2] авторами рассматривались процессы перехода из рабочего режима отопления в дежурный режим отопления при предварительной осушке воздуха, которые так же являются динамическими и удовлетворяют концепции создания систем динамического микроклимата.

Решением же задачи создания систем кондиционирования «динамического микроклимата» занимались несколько учёных. А.В. Гараниным впервые были рассчитаны параметры допустимого динамического микроклимата и приточного воздуха для промышленного здания, а также разработаны алгоритмы и составлены математические модели, учитывающие некоторые внешние и внутренние воздействия на здание [3]. Однако характеры влагопереноса и воздухообмена остались не исследованными. Поэтому необходимость создания математической модели, учитывающей закономерности влагопереноса и характер распространения воздушных потоков в помещении, остаётся актуальной.

Полученное уравнение теплового баланса, составленное А.В. Гараниным [3], представлено ниже.

$$\frac{dQ_{\text{ок}}}{d\tau} + \frac{dQ_{\text{стен}}}{d\tau} + \frac{dQ_{\text{пол}}}{d\tau} + \frac{dQ_{\text{покр}}}{d\tau} + \frac{dQ_{\text{инф}}}{d\tau} + \frac{dQ_{\text{оборуд}}}{d\tau} + \frac{dQ_{\text{осв}}}{d\tau} + \frac{dQ_{\text{люод}}}{d\tau} + \frac{dQ_{\text{предм}}}{d\tau} + \frac{dQ_{\text{инсол}}}{d\tau} + \frac{dQ_{\text{уд.в-х}}}{d\tau} + \frac{dQ_{\text{СКВ}}}{d\tau} + \frac{dQ_{\text{вн.в-х}}}{d\tau} = 0; \quad (1)$$

где $\frac{dQ_{\text{ок}}}{d\tau}$, $\frac{dQ_{\text{стен}}}{d\tau}$, $\frac{dQ_{\text{пол}}}{d\tau}$, $\frac{dQ_{\text{покр}}}{d\tau}$, $\frac{dQ_{\text{инф}}}{d\tau}$, $\frac{dQ_{\text{оборуд}}}{d\tau}$, $\frac{dQ_{\text{осв}}}{d\tau}$, $\frac{dQ_{\text{люод}}}{d\tau}$, $\frac{dQ_{\text{предм}}}{d\tau}$, $\frac{dQ_{\text{инсол}}}{d\tau}$, $\frac{dQ_{\text{удал.в-х}}}{d\tau}$, $\frac{dQ_{\text{вн.в-х}}}{d\tau}$, $\frac{dQ_{\text{СКВ}}}{d\tau}$ – тепловой поток во времени соответственно через окна, стены, пол, покрытие, с инфильтрацией, от оборудования, освещения, людей, предметов, инсоляции, удаляемого и внутреннего воздуха, в СКВ.

Целью работы является создание системы уравнений, описывающих процессы теплообмена и распределение воздушных потоков в помещении тренажёра блочного щита управления (БЩУ). Необходимо также создать математическую модель, отражающую все эти уравнения, в программном комплексе Comsol Multiphysics. Ниже представлена упрощённая модель тренажёра БЩУ АЭС (рис.1, рис. 2, рис. 3).

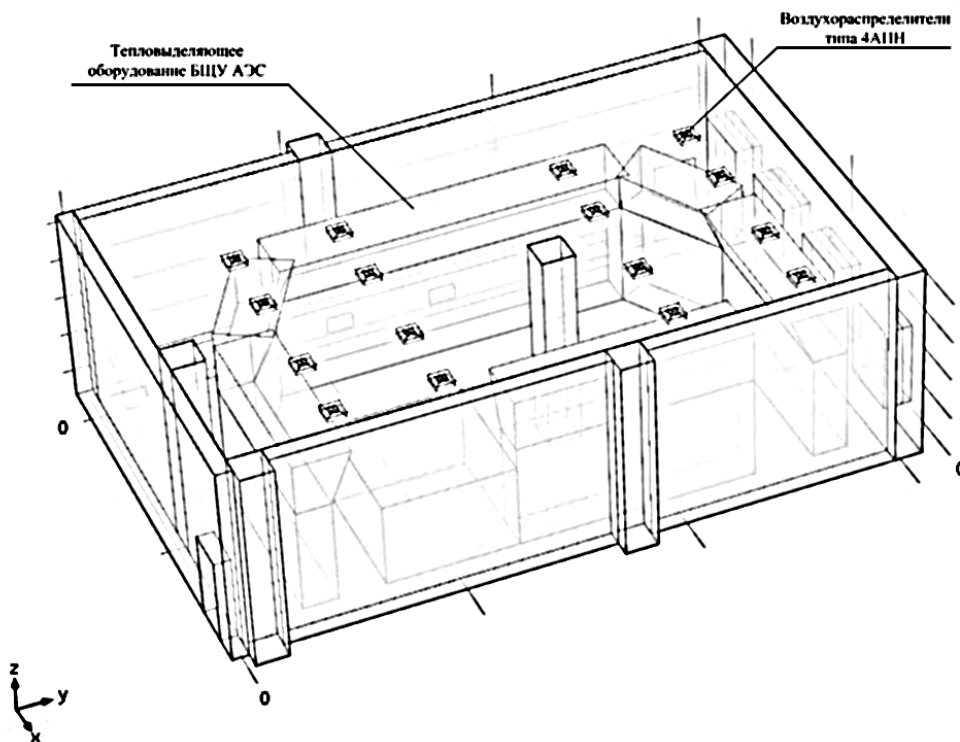


Рис. 1. Общий вид тренажёра БЩУ АЭС

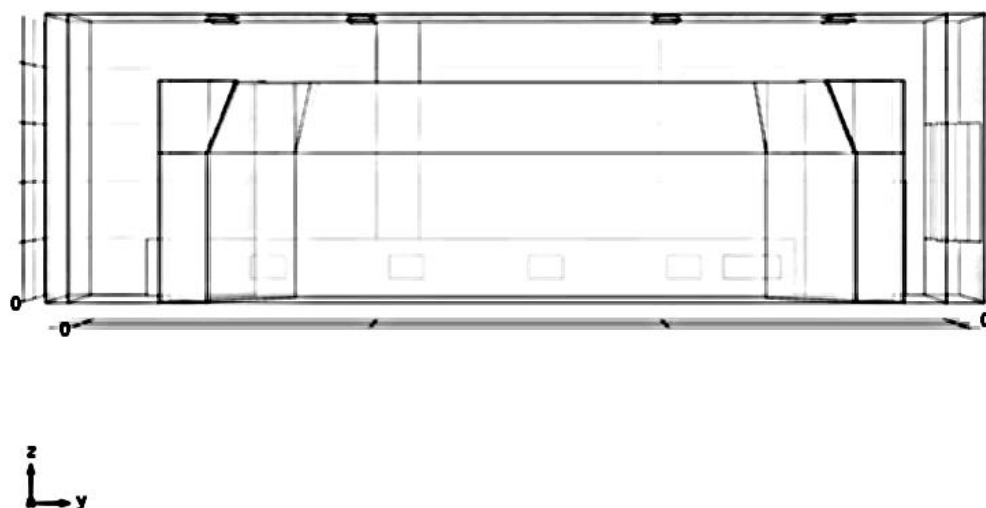


Рис. 2. Модель тренажёра БЩУ АЭС (вид сбоку)

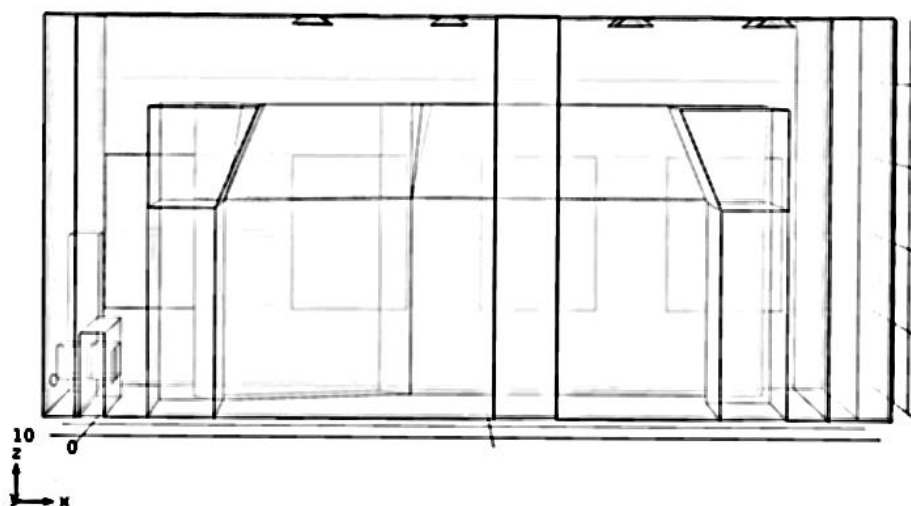


Рис. 3. Модель тренажёра БЩУ АЭС (вид слева)

Для расчёта температурных и скоростных полей в пакете программ необходимо было выбрать физический режим моделирования Non-Isothermal Flow. Программный пакет Comsol Multiphysics использует метод конечных элементов, который применяется при расчёте температурных и скоростных полей и давления при решении дифференциальных уравнений. Сетка конечных элементов в ручном режиме уплотняется вокруг моделируемых объектов, при этом наименьший размер элемента будет у воздухораспределителей (рис. 4).

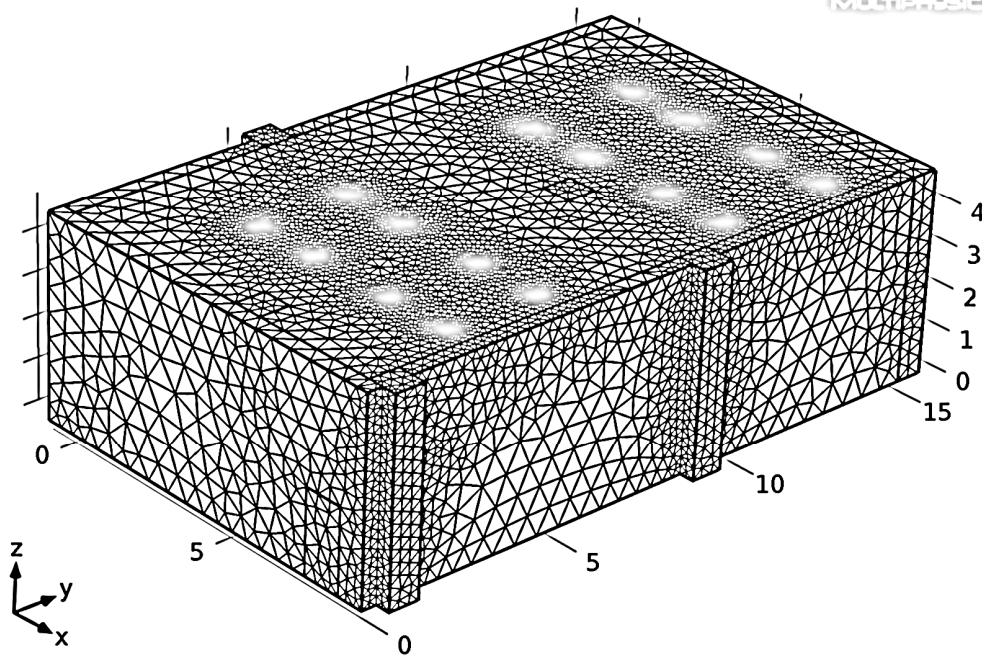


Рис. 4. Сетка конечных элементов тренажёра БЩУ АЭС

В проектируемом помещении тренажёра установлено следующее тепло-выделяющее оборудование: оборудование блочного щита управления, а также персональные компьютеры. Воздухораспределители 4АПН расставлены в соответствие с планом проекта (рис. 5).

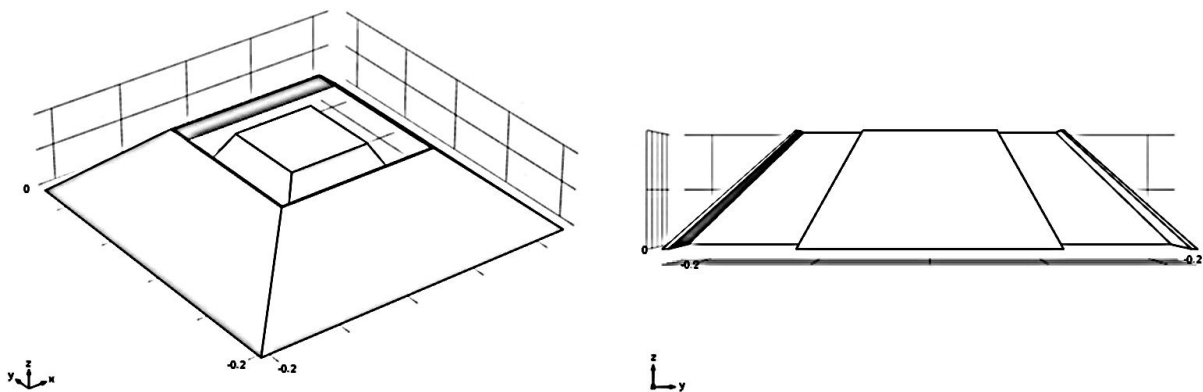


Рис.5. Геометрия внутренней части воздухораспределителя типа 4АПН

Наибольший интерес вызывают условия наибольшего расхода и перепада температур приточного и внутреннего воздуха, поэтому расчёт необходимо производить в тёплый период года в рабочее время в момент использования всего тепловыделяющего оборудования. Также рассчитываются следующие режимы работы – тёплый период года в нерабочее время, холодный в рабочее время и в нерабочее время. При этом в течение времени будут меняться параметры микроклимата (температура, скорость воздуха) в сторону уменьшения

или увеличения, а также определяться амплитуда этих колебаний в системе кондиционирования динамического микроклимата.

Полученная модель позволит определять требуемый расход подаваемого воздуха, температуру внутреннего воздуха, необходимого для поддержания работоспособности и комфорта персонала путём изменения амплитуды температур и скорости. Также можно будет исследовать влияние тепловыделяющего оборудования на температурное и скоростное поле внутри помещения, различные схемы воздухообмена и способы установки воздухораспределителей типа 4АПН.

Данная модель может быть применима для тренажёров блоков управления АЭС, а также для реальных БЩУ АЭС при создании систем кондиционирования динамического микроклимата.

1. Ловцов, В. В. Системы кондиционирования динамического микроклимата помещений [Текст] / В. В. Ловцов, Ю. Н. Хомуцкий. – Л. : Стройиздат, 1991.

2. Сафронов А.С., Лапатеев Д.А. Энергосберегающий эффект при использовании предварительной осушки воздуха в прерывистом режиме отопления. В книге: РАДИОЭЛЕКТРОНИКА, ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭНЕРГЕТИКА, тезисы докладов Двадцать второй Международной научно-технической конференции студентов и аспирантов: в 3-х томах. 2016. С. 321.

3. Гаранин, А. В. Разработка систем динамического микроклимата и создание на их основе энергосберегающих режимов работы оборудования: дис. . канд. техн. наук: 05.14.04 / Гаранин Алексей Валентинович. – Иваново: Б.и., 2010. – 209 л: ил.

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТОРФА В КАЧЕСТВЕ ТЕПЛОИЗОЛЯТОРА ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ В ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОМ СЕКТОРЕ

М.С. Серова

Научный руководитель А.А. Синицын, канд. техн. наук, доцент

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Согласно Федеральному Закону об энергетической эффективности, актуальность исследований основывается на следующих принципах:

1. эффективное и рациональное использование энергетических ресурсов;

2. поддержка и стимулирование энергосбережения и повышения энергетической эффективности;

3. системность и комплексность проведения мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности;

4. планирование энергосбережения и повышения энергетической эффективности;

5. использование энергетических ресурсов с учетом ресурсных, производственно-технологических, экологических и социальных условий [1].

Технология строительства за последние десятилетия существенно изменилась. Так в странах Европы при строительстве зданий и сооружений в конструкциях стен перестали использовать (применять) кирпич, камень и т.д. Стены стали сооружать в виде каркаса, собранного из брусков или балок и заполнение их утеплителем (минеральной ватой, древесноволокнистыми плитами и т. д.).

Проблема производства строительных материалов с улучшенными физико-механическими и теплофизическими свойствами с использованием в качестве сырьевых компонентов некондиционных веществ и отходов промышленности была и остается объектом исследований и инноваций. На сегодняшний день большинство материалов, применяемых в качестве теплоизоляции, производятся на основе полимеров. У таких теплоизоляционных изделий существует ряд недостатков: низкая клеящая способность (т.е. взаимодействия клея с субстратом), невысокая долговечность во время эксплуатации, выделение токсичных веществ (при разложении и горении), малая прочность (при изгибе и сжатии).

В условиях регионального климата стоит особая задача по выбору материала с высоким термосопротивлением. Термосопротивление стен определяется физическими свойствами выбранного теплоизоляционного материала, его толщиной и воздушными пустотами (т. к. воздух является хорошим изолятором тепла). Так, например, теплопроводность воздуха составляет $\lambda = 0,0262$ Вт/(м×К), тогда как стекловолокно минеральной ваты от 0,7 до 1,3. Поэтому минеральная вата при плотности $\gamma = 100$ кг/м³ имеет $\lambda = 0,047$ (250 – 0,057); стекловата имеет те же значения. Плиты (маты) на синтетическом связующем вообще весят от 50 кг/м³, а λ имеют 0,038. То есть, чем меньше плотность, тем меньше теплопроводность, и тем утеплитель лучше.

Традиционно теплоизоляционными материалами считаются: древесноволокнистые плиты, арболит, минеральная вата, стеклянная вата, газобетон, пеностекло, плиты на синтетическом связующем и так далее. Такие утеплители делятся на разные виды в силу своих особенностей: материала изготовления, способа установки, теплосохранимости, ценового диапазона и так далее. Для увеличения биостойкости, огнестойкости, водостойкости в теплоизоляционных материалах разработанных на основе органики вводят антипирены, антисептики и гидрофобизаторы. Рекомендованная толщина таких теплоизоляторов считается от 10 см. В случае проведения внутренних утеплительных работ, слой теплозащиты составляет 5..10 см. Такая толщина стен позволит достигнуть лучшего энергосбережения.

На сегодняшний день существует множество инновационных теплоизоляционных материалов, и одним из таких материалов можно выделить торф.

Использование торфяных болот на территории России началось с древнейших времен. Во времена Петра I началось изучение болот и торфяного дела на Руси, но только с мая 1913 г. зарождается первое промышленное торфяное предприятие и начинается торфяная индустрия России, когда торфоразработки начали давать первые тонны промышленного торфа. Развитие теплоэнергетики Вологды связано с развитием торфяного производства. В 1937 г. началось строительство Вологодской теплоэлектроцентрали, в качестве топлива должен был использоваться торф с Турундаевских торфоразработок, а 5 февраля 1955 г. была построена вторая очередь ТЭЦ, для которой основным топливом являлся торф, а мазут – резервным.

Торфяные теплоизоляционные изделия в настоящее время изготавливают в виде: плит, скорлуп, сегментов и используют для теплоизоляции ограждающих конструкций зданий III класса, поверхностей промышленного оборудования и трубопроводов. На рисунке показана классификация торфяных плит.

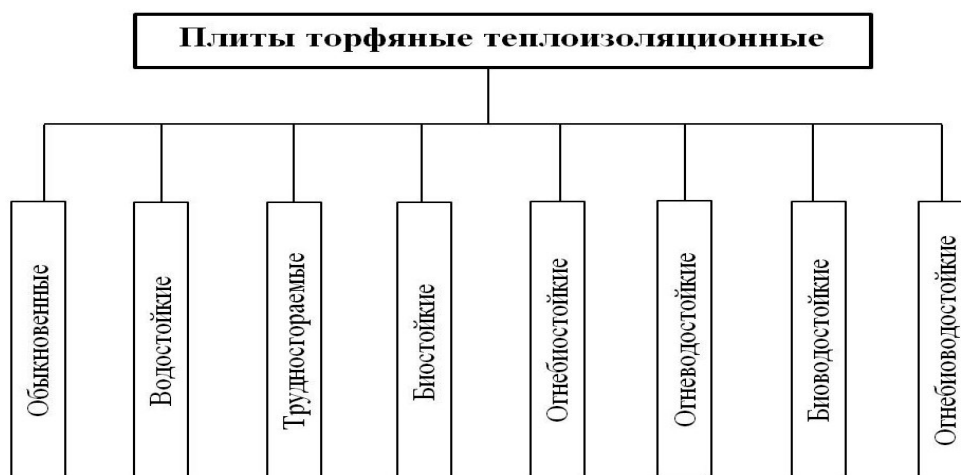


Рис. Классификация торфяных плит

Плотность плит около 170 кг/м^3 , а коэффициент теплопроводности составляет $0,06 \text{ Вт/(м} \times \text{К)}$. Теплопроводность таких плит существенно зависит от плотности: при $\gamma = 275$; $\lambda = 0,064$, а при $350 - 0,076$. Торф выпускают как теплоизоляционный строительный материал в виде блоков и кирпичей. Их плотность различна: $250 - 500 \text{ кг/м}^3$, а коэффициент теплопроводности $0,066 - 0,083 \text{ Вт/(м} \times \text{К)}$. Сменные матрицы позволяют изготавливать блоки различных размеров [2].

Сырьем для производства торфяных плит служит малоразложившийся верховой торф, имеющий волокнистую структуру, что благоприятствует получению из него качественных изделий путем прессования. Плиты изготавливают путем прессования в металлических формах с последующей сушкой при температуре $120...150^\circ\text{C}$. Различают два способа изготовления плит, в зависимости от их начальной влажности торфяной массы: мокрый (влажность $90...95\%$) и сухой (влажность около 35%).

Свойства торфяных теплоизоляционных плит определяются качеством торфа. Пористость характеризуется волокнистой однородной массой, и колебаться в пределах – 84...91%. Прочность и плотность зависит от качества используемое сырье. При изготовлении торфяных плит структура нарушается не сильно, поэтому плотность готового изделия близка к плотности торфа и может колебаться от 170 до 260 кг/м³. Торфяные плиты по плотности относятся к группе высококачественных теплоизоляционных материалов. При изгибе прочность плит составляет от 0.3 до 0.5 МПа, что является возможным обеспечить их простоту монтажа и транспортировки. Водопоглощение торфоплит очень высокое. Высокопористое строение плит способствует гигроскопическому увлажнению и капиллярному подсосу. Так, у обычных плит водопоглощение (по массе) за сутки составляет от 170 до 190%, а у водостойких плит, получаемых с помощью введения гидрофобных добавок в массу водопоглощение – 50%. Теплопроводность в сухом состоянии у торфяных плит составляет 0,052... 0,075 Вт/(м °С). Объясняется это мелкопористой смешанной структурой плит и органическим происхождением твёрдой фазы. Температура воспламенения плит, примерно, 160°C, а температура самовоспламенения около 300°C.

Таким образом, ставится задача провести расчетно-экспериментальные исследования возможности использования теплоизоляционных материалов на основе торфа с последующей разработкой технологии изготовления и технико-экономической оценкой рентабельности такого производства.

Первоочередной задачей стоит исследование теплотехнических свойств торфяных плит и оценка влияния влагосодержания на теплопроводность материала. Определение теплопроводности и термического сопротивления широкого спектра строительных и теплоизоляционных материалов производится методом стационарного теплового потока по ГОСТ 7076-99 и методом теплового потока по ГОСТ 30256. В работе [3] ранее проводились подобные исследования.

Последовательность действий при исследовании влияния влагосодержания на термическое сопротивление может быть следующей:

1. Подготовка образцов: из торфяной плиты вырезаются образцы с размерами 150x150 мм, а толщина образца не должна превышать 25 мм. После получившиеся образцы просушиваются в сушильном шкафу не менее 24 часов.

2. Определение массы образца. Для определения массы сухого образца воспользуются электронными весами.

3. Определение теплопроводности образца теплоизоляционного материала. Теплопроводность полностью высушенных образцов определяется не менее пяти раз для каждого образца.

4. Увлажнение и определение относительной влажности образцов. После определения теплопроводности сухих образцов необходимо их увлажнить до требуемой для эксперимента влажности. Непосредственно перед началом

определения теплопроводности увлажненного образца взвешивается на весах и определяется его относительная влажность

5. После определения теплопроводности влажного образца он снова увлажняется до требуемого значения для повторного определения теплопроводности. Теплопроводность определяется не менее пяти раз для каждого образца с измерением влажности перед каждым опытом.

Планируемым результатом экспериментов станет выявление расчетной зависимости теплопроводности образцов от их относительной влажности [4].

1. Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации: федер. закон от 23.11.2009 N 261-ФЗ- Москва: 2016 – 116 с.

2. Ерхов А.А. Торф в качестве утеплителя стен и перекрытий бюджетного панельно-каркасного малоэтажного дома сельского жителя // «Вестник РГУЗУ»: электронное научное издание. 2016. URL: <http://studygur.ru/doc/1104577/torf-v-kachestve-uteplitelya-sten-i-perekrytij-byudzhetnogo>

3. Павлов М. В., Карпов Д.Ф., Калягин Ю.А., Сеницын А.А., Мнушкин Н. В.: Экспериментально-расчетное определение температуропроводности и теплопроводности сыпучего дисперсного материала на примере фрезерного торфа при нестационарном тепловом режиме/ Журнал «Механизация строительства», изд. дом. «Библио-Глобус» – Москва – 2013г. – 34-39 с.

4. Сеницын А.А., Шевченко В.П.: Пути повышения эффективности использования торфяных энергетических ресурсов/ Журнал «Автоматизация и энергосбережение машиностроительного и металлургического производств, технология и надежность машин, приборов и оборудования», изд. ВоГТУ – Вологда – 2009 г. – 149-152 с.

НАГРЕВ СТАЛЬНЫХ СЛЯБОВ В МЕТОДИЧЕСКИХ ПЕЧАХ ПРИ ГОРЯЧЕМ ПОСАДЕ

С.Е. Сидоренкова

*Научный руководитель С.В. Лукин, д-р техн. наук, профессор
Череповецкий государственный университет
г. Череповец*

На металлургических комбинатах жидкая сталь разливается преимущественно на машинах непрерывного литья заготовок (МНЛЗ). Высокотемпературные стальные слябы, выходящие из МНЛЗ, имеют среднемассовую температуру порядка 1000°С и содержат значительное количество физической теплоты. При отсутствии поверхностных дефектов (трещин и т.п.) горячие слябы можно сразу загружать в нагревательные печи прокатного производства, осуществляя так называемый горячий посад, тем самым повышая производитель-

ность печей и снижая удельный расход топлива в печах [1, 2]. Однако на отечественных комбинатах горячий посад слэбов после МНЛЗ практически не применяется, что связано, в частности, с достаточной удаленностью цехов разливки и прокатки друг от друга. Слябы, полученные при неизменной технологии разливки (при стационарных режимах) или при несущественном ее изменении, могут считаться качественными и направляться не на холодный склад, а в термостаты (теплоизолированные боксы с подогревом) для выравнивания температуры по их сечению, а затем в нагревательные печи. После нагрева в печи слябы целесообразно снова помещать в термостаты для выравнивания температуры по их сечению, после чего их можно направлять на прокатку.

На рис. 1 показана предлагаемая схема движения слэбов, выходящих из МНЛЗ. На выходе из МНЛЗ производится диагностика горячих слэбов, в результате которой выявляются слэбы с дефектами поверхности. Эти слэбы отправляются на холодный склад, или на машину огневой зачистки, где производится зачистка поверхностных дефектов, после чего, с температурой, примерно равной температуре окружающей среды $t_{o.c} \approx 0^\circ\text{C}$, они поступают в нагревательные печи прокатного производства. Горячие слэбы после МНЛЗ, не имеющие поверхностных дефектов, направляются сразу в термостаты. Из термостата слэбы с температурой $t_0 = 800 \div 1100^\circ\text{C}$ загружаются в нагревательную печь с постоянной температурой в рабочем пространстве $t_{\text{п}} = 1300 \div 1500^\circ\text{C}$, где нагреваются до среднemasсовой температуры $t_{\text{м}} = 1200 \div 1250^\circ\text{C}$, после чего снова направляются в термостат для выравнивания температуры по их сечению и далее поступают на прокатный стан.

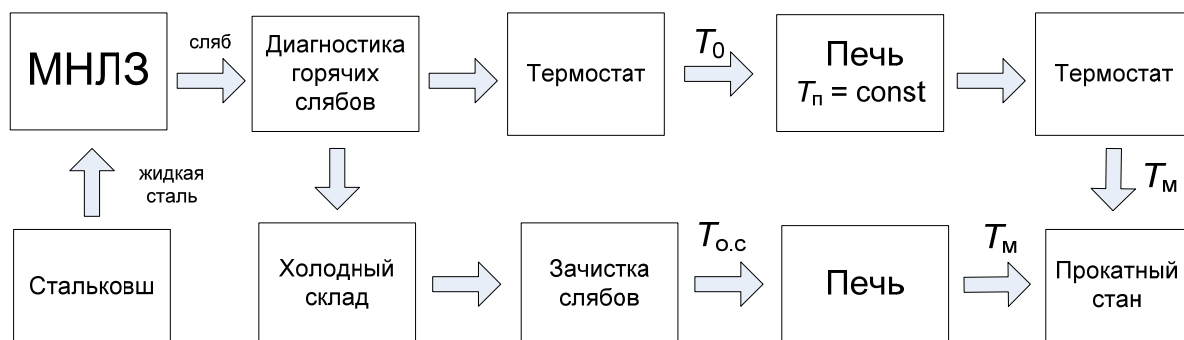


Рис. 1. Схема движения слэбов после МНЛЗ

На рис. 2 показан предлагаемый режим нагрева и термостатирования слэбов, загружаемых в печи в горячем состоянии, который может обеспечить наибольшую производительность печи и наименьший угар металла.

При таком режиме слэбы из термостата, имеющие температуру T_0 , в момент времени $\tau = 0$ загружаются в печь с постоянной температурой в рабочем пространстве $T_{\text{п}}$, (где $T = t + 273,15$, К), и начинают обогреваться с обеих сторон (двухсторонний нагрев). Температура на поверхности слэба $T_{\text{пов}}$ быст-

ро растет, стремясь к температуре в печи T_n , а температура в центре сляба $T_{\text{цен}}$ увеличивается медленнее. Среднемассовая температура сляба $T_{\text{ср}}$ монотонно возрастает, превышая температуру в центре, и оставаясь меньше температуры поверхности ($T_{\text{цен}} < T_{\text{ср}} < T_{\text{пов}}$). После того, как среднемассовая температура сляба в какой-то момент времени $\tau = \tau_n$ достигнет значения T_m (температуры прокатки), сляб необходимо извлечь из печи и поместить в термостат. Если потери теплоты в термостате отсутствуют или компенсируются специальным подогревом, то среднемассовая температура сляба перестанет изменяться, и будет выполняться: $T_{\text{ср}} = T_m = \text{const}$. Температура поверхности сляба $T_{\text{пов}}$ после его помещения в термостат начнет сразу снижаться, стремясь к значению T_m , а температура центра $T_{\text{цен}}$ продолжит увеличиваться, также приближаясь к значению T_m . Через промежуток времени τ_T после помещения сляба в термостат произойдет практическое выравнивание температуры по его сечению.

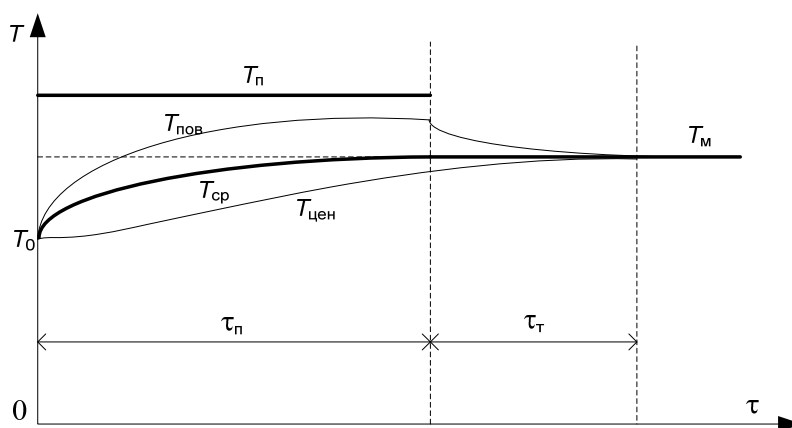


Рис. 2. Режим нагрева и термостатирования горячего сляба

Для инженерных расчетов нагрева слябов в печах с постоянной температурой разработаны номограммы [3], где безразмерная температура металла Θ является функцией чисел Био Bi и Фурье Fo , а также безразмерной координаты X :

$$\Theta = f(X, Bi, Fo), \quad (1)$$

где $\Theta = (T - T_0)/(T_n - T_0)$; $X = x/\delta$; $Bi = \alpha \cdot \delta/\lambda$; $Fo = a \cdot \tau/\delta^2$; $T = T(x, \tau)$ – текущая температура; T_0 – начальная температура сляба; T_n – температура в рабочем пространстве печи; x – размерная координата; τ – текущее время; δ – характерный линейный размер (полутолщина сляба при двухстороннем нагреве); α – коэффициент теплоотдачи на поверхности сляба; λ , a – коэффициенты теплопроводности и температуропроводности стали.

Более точными при инженерном расчете нагрева слябов в печи являются номограммы, построенные по уравнению подобия [4]:

$$\Theta = f(X, Sk, Fo, \Theta_0), \quad (2)$$

где $\Theta = T/T_n$; $X = x/\delta$; $Sk = (C \cdot \delta/\lambda) \cdot T_n^3 \cdot 10^{-8}$ – критерий Старка; $Fo = a \cdot \tau/\delta^2$; $\Theta_0 = T_0/T_n$.

Как следует из (2), безразмерная температура Θ зависит от координаты X , от числа Фурье Fo , от числа Старка Sk , и от величины $\Theta_0 = T_0/T_n$.

В предлагаемом способе нагрева слябов основной расчетной величиной является среднемассовая температура сляба T_{cp} , которая не зависит от координаты X , и определяется уравнением подобия:

$$\overline{\Theta} = \frac{T_{cp}}{T_n} = f(Sk, Fo, \Theta_0), \quad (3)$$

Наибольший интерес представляет момент времени $\tau = \tau_n$ когда среднемассовая температура T_{cp} становится равной температуре T_m , которому соответствует критерий Фурье $Fo' = a \cdot \tau_n / \delta^2$. Тогда из уравнения (3) можно получить такое уравнение подобия:

$$Fo' = f' \left(\frac{T_m}{T_n}, \frac{T_0}{T_n}, Sk \right). \quad (4)$$

В работе [4] выражение (4) представлено в виде:

$$Fo' = \frac{\psi_m - \psi_0}{Sk}, \quad (5)$$

где $\psi_m = \psi(T_m/T_n, Sk)$; $\psi_0 = \psi(T_0/T_n, Sk)$. В [4] приведена номограмма, построенная Будриным Д.В., позволяющая определять функцию ψ в зависимости от $\Theta = T/T_n$ и числа Старка Sk .

На основе выражения (5) и номограммы $\psi(\Theta, Sk)$ рассчитана необходимая длительность нагрева τ_n слябов толщиной $2\delta = 250$ мм для марки стали 30Х до среднемассовой температуры $t_m = 1250^\circ\text{C}$ в зависимости от температуры загрузки слябов в печь t_0 при температуре в печи $t_n = 1350; 1400; 1450^\circ\text{C}$. При расчете приняты значения: $C = 3,5$ Вт/(м²·К⁴); $\lambda = 28$ Вт/(м·К); $a = 5,87 \cdot 10^{-6}$ м²/с. Полученные зависимости приведены на рис. 3.

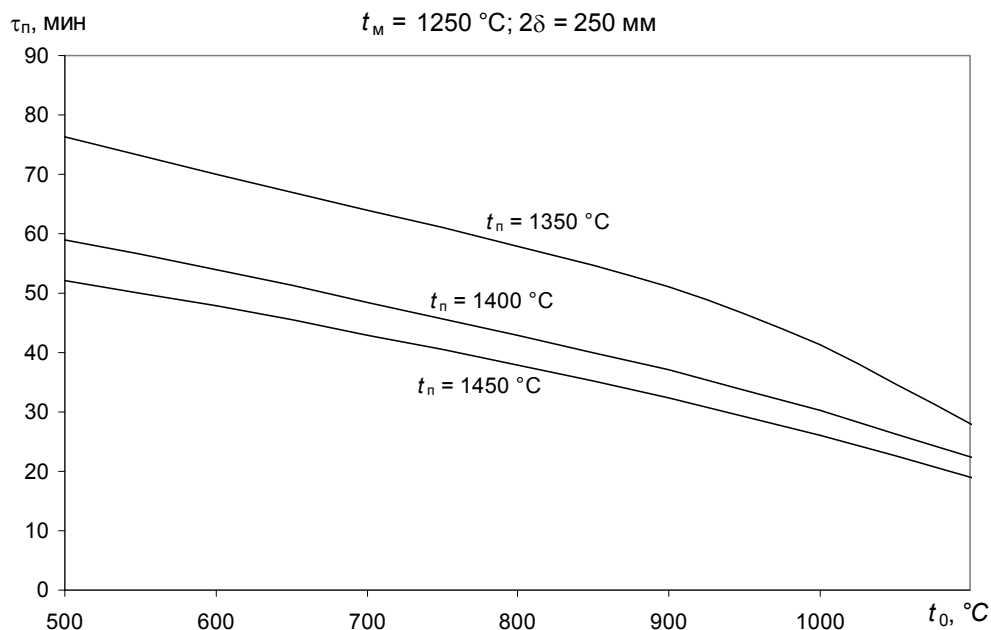


Рис. 3. Зависимость τ_n от t_0 при различных t_n

Из рис. 3 следует, что при увеличении температуры загрузки t_0 при $t_{\text{п}} = \text{const}$ необходимая длительность нагрева $\tau_{\text{п}}$ значительно уменьшается. Так, при температуре в печи $t_{\text{п}} = 1400^\circ\text{C}$ при увеличении t_0 от 500 до 1100°C длительность нагрева снижается от 59 до $22,5$ мин, т.е. более, чем в $2,5$ раза. Во столько же раз возрастет производительность печи. Отметим, что при нагреве из холодного состояния ($t_0 = 0^\circ\text{C}$) до той же среднemasсовой температуры $t_{\text{м}} = 1250^\circ\text{C}$ длительность нагрева слэба составит 82 мин.

При увеличении температуры в рабочем пространстве печи длительность нагрева существенно уменьшается. Так, при $t_0 = 1100^\circ\text{C}$ и увеличении $t_{\text{п}}$ от 1400 до 1450°C длительность нагрева снижается с $22,5$ до $18,9$ мин, т.е. на 16% .

Рассмотренный способ нагрева и термостатирования слэбов, разлитых на машинах непрерывного литья заготовок, при загрузке их в нагревательные печи в горячем состоянии и представленная методика расчета нагрева слэбов в печи показывают уменьшение необходимой длительности нагрева слитка в печи. В этом случае уменьшается расход топлива, сжигаемого в печи, обеспечивается её наибольшая производительность и наименьший угар металла.

1. Лукин, С.В., Шестаков Н.И., Антонова Ю.В. Совершенствование режимов затвердевания, охлаждения и нагрева стальных слитков при использовании моделирования / С.В. Лукин, Н.И. Шестаков, Ю.В. Антонова // Металлург. – 2014. – № 9. – С. 107 – 110.

2. Лукин, С.В., Шестаков Н.И., Антонова Ю.В. Энергосбережение в нагревательных печах за счет оптимизации режимов разливки, охлаждения и нагрева стальных слитков / С.В. Лукин, Н.И. Шестаков, Ю.В. Антонова // Промышленная энергетика. – 2013. – № 10. – С. 26 – 30.

3. Казанцев, Е.И. Промышленные печи. Справочное руководство для расчетов и проектирования. – М.: «Металлургия». – 1975. – 368 с.

4. Щукин, А.А. Промышленные печи и газовое хозяйство заводов. – М.: «Энергия». – 1973. – 368 с.

РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ ПРИ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ ВОЗДУХА ДЛЯ СИЛОВЫХ СТРУКТУР

А.С. Сизанова

Научный руководитель А.А. Синицын, канд. техн. наук, доцент

Вологодский государственный университет

г. Вологда

В феврале 2013 года Президентом В.В. Путиным была утверждена Стратегия развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 года. Данным документом определяются основные механизмы, способы и средства достижения стратегических целей и приоритетов устойчивого развития Арктики.

В связи с этим значительно возрастает потребность в эффективном обеспечении личной безопасности военного. И первое, что служит главным средством защиты от внешних воздействий – это личное снаряжение, которое является посредником во взаимоотношении человека со средой.

Еще в декабре 2012 года ФСБ РФ заказала разработку формы для военнослужащих в Арктике. В соответствии с материалами тендера, одежда должна обеспечивать маскировку, защиту от длительного воздействия холода с высокой влажностью и ветром более 15 метров в секунду, от дождя и налипающего снега, от воздействия условий морского холодного и влажного климата, защиту органов зрения от летящих частиц, от ультрафиолета и яркого солнца в условиях постоянного наличия снежного покрова. Также форма должна быть устойчивой к воздействию морской воды, обеспечивать высокую подвижность и свободу перемещения военнослужащих в условиях особо холодного климата, удобство ношения оружия, спасательных жилетов и другого снаряжения. В настоящее время среди разработок по тепловой защите лица человека довольно ограниченный выбор: тепловая маска фирмы «Второе дыхание» (РФ, Челябинск), тепловая маска «СПП-Маас» (РФ, Москва) и тепловая маска «Cold Avenger» (США). Все они имеют общие недостатки: снижение эффективности при увлажнении регенеративной насадки и увеличение ее аэродинамического сопротивления при дыхании.

Таким образом, разработка эффективных средств индивидуальной защиты органов дыхания при низких температурах воздуха для силовых структур актуальна и своевременна.

В России с ее резко континентальным климатом и холодными зимами морозы ниже -15°C бывают на большей части территории. При таких температурах, которые могут усугубляться ветром, температурный дискомфорт возникает уже через полчаса пребывания на открытом воздухе. При выходе на улицу в морозную, ветреную или чересчур влажную погоду – начинаются задержки дыхания, спазмы в легких и ощущение нехватки воздуха.

Таким образом, ставится задача по разработке эффективного регенеративного теплообменного устройства для защитной тепловой маски.

В соответствии с работой [1], тепловая маска предусматривает такую конструкцию насадки, когда вертикально ориентированные ряды каналов не соединяются друг с другом. Дальний от лицевой поверхности насадки ряд каналов сквозной вверху и внизу, а ближний ряд каналов внизу сквозной, а вверху герметично закрытый, но имеющий отверстия для горизонтального входа и выхода воздуха на лицевой поверхности насадки. При этом регенеративная насадка к лицевой маске присоединяется при помощи контактной ленты типа «крючок и петля».

Регенеративная насадка может быть выполнена из однородного или разнородного теплоемкого материала, с вогнутой лицевой и выпуклой задней поверхностью. Может быть выполнена со скошенными вверху углами для снижения аэродинамического сопротивления при движении воздуха в верхней части насадки через дальний ряд каналов [2].

Для расчетно-экспериментальных исследований эффективности такого регенератора необходимо составить математическую модель процессов аккумуляции и регенерации. Принимаем следующие упрощения:

1. В виду того, что устройство компактно, будем рассматривать его в виде энергоузла, в котором на первом этапе происходит процесс аккумуляции тепловой энергии от более нагретого теплоносителя, на втором этапе – регенерация энергии от насадки к более холодному теплоносителю.

2. Принимаем, что величины амплитуд колебаний и время каждого цикла постоянны и не меняются в течение времени.

3. Температуры теплоносителей внешней (более низкая температура) и внутренней (более высокая температура) сред – постоянны и не меняются в течение времени.

Предполагаем, что изменение температуры насадки на этапах аккумуляции тепла описывается уравнением

$$U'(t) = \frac{k_1}{t_0}(U_{in} - U(t)), \quad t \in (2nt_0, 2nt_0 + t_0), \quad n = 0, 1, \dots, \quad (1)$$

а на этапах регенерации – уравнением

$$U'(t) = -\frac{k_2}{t_0}(U(t) - U_{out}), \quad t \in (2nt_0 + t_0, 2(n+1)t_0), \quad n = 0, 1, \dots. \quad (2)$$

Здесь $U(t)$ – температура насадки в момент времени t , t_0 – фиксированный промежуток времени, в течение которого происходит аккумуляция или регенерация тепла, U_{in} – температура внутренней среды, U_{out} – температура внешней среды. Уравнения (1) и (2) получаются из закона Ньютона-Рихмана, согласно которому скорость изменения температуры $U'(t)$ прямо пропорциональна разности температур насадки и окружающей среды. Следовательно, $\frac{k_1}{t_0}$

и $\frac{k_2}{t_0}$ – коэффициенты пропорциональности на этапах аккумуляции или регенерации тепла. Числа k_1 и k_2 характеризуют интенсивность теплообмена, их мы назовем коэффициентами энергоэффективности материала насадки.

Для адекватности математической модели к уравнениям (1) и (2) добавляем начальное условие

$$U(0) = U_0, \quad (3)$$

где U_0 – задаваемая температура насадки в начальный момент времени, $U_{in} \leq U_0 \leq U_{out}$, и условия согласованности уравнений (1) и (2)

$$U(mt_0 - 0) = U(mt_0 + 0), \quad m = 1, 2, \dots, \quad (4)$$

означающие сохранение (непрерывность) температуры $U(t)$ в моментах переключения mt_0 , $m = 1, 2, \dots$. Уравнения (1) и (2) вместе с условиями (3) и (4) составляют математическую модель процесса изменения температуры во времени в регенеративном теплообменнике. Всякую функцию $U(t)$, которая при заданных числах t_0 , k_1 , k_2 , U_{in} , U_{out} , U_0 удовлетворяет уравнениям (1), (2) и условиям (3), (4), назовем температурным режимом насадки. Температурный режим $U(t)$ назовем периодическим, если при любом $t \geq 0$ выполняется равенство $U(t + 2t_0) = U(t)$, т.е. через время (период) $2t_0$ значение $U(t)$ повторяется.

$$U(t) = U_{in} - e^{\frac{-k_1(t-2nt_0)}{t_0}} (U_{in} - U(2nt_0)), \quad t \in (2nt_0, 2nt_0 + t_0), \quad (5)$$

$$U(t) = U_{out} + e^{\frac{-k_2(t-(2nt_0+t_0))}{t_0}} (U(2nt_0 + t_0) - U_{out}), \quad t \in (2nt_0 + t_0, 2(n+1)t_0), \quad n = 0, 1, \dots \quad (6)$$

На основе экспериментальных измерений, находя приближенные значения $\hat{U}_{max}$ и $\hat{U}_{min}$, можно найти k_1 и k_2 – коэффициенты энергоэффективности материала насадки.

Апробация математической модели проводилась в реальных условиях при следующих параметрах: температура внешней среды: $-9,1^\circ\text{C}$; температура внутренней среды: $36,6^\circ\text{C}$; температура внутренней стороны насадки: вдох: $29,1 \dots 29,8^\circ\text{C}$, выдох: $34,0 \dots 35,4^\circ\text{C}$; температура наружной стороны насадки: вдох: $4,8 \dots 5,4^\circ\text{C}$, выдох: $24,3 \dots 27,4^\circ\text{C}$.

По результатам экспериментальных исследований получено следующее: коэффициент аккумуляции находится в диапазоне от 0,9 до 1,2, а коэффициент регенерации – от 0,8 до 0,9. Это может говорить о том, что для устройства из данного материала и подобной конструкции эффективность восприятия тепловой энергии выше, чем её отдача.

В дальнейшем ставится задача по изготовлению опытных образцов и проведения ряда экспериментов.

1. Сизанова, А.С. Разработка паспортных характеристик тепловой маски./ А.С. Сизанова// Приборостроение и автоматизированный электропривод в топливно-энергетическом комплексе и жилищно-коммунальном хозяйстве: материалы докладов I Поволжской научно-практической конференции / под общ. ред. Э.Ю. Абдуллазянова. – Казань: Казан. гос. энерг. ун-т, 2015. – С. 463–467.

2. Сизанова, А.С. Разработка серии тепловых масок для защиты органов дыхания при низких температурах воздуха / А.С. Сизанова// Каталог XVIII конкурса бизнес-идей, научно-технических разработок и научно-исследовательских проектов «Молодые, дерзкие, перспективные». – СПб – 2015. – С.74–75.

3. Сизанова, А.С. Разработка математической модели теплообмена в регенеративном устройстве/ А.Н. Наимов, Н.Н. Монаркин, А.С. Сизанова, А.А. Синицын // Автоматизация и энергосбережение машиностроительного и металлургического производств, технология и надежность машин, приборов и оборудования: материалы XI Международной научно-технической конференции/ М-во образ. и науки РФ; Вологод. гос. ун-т. – Вологда: ВоГУ, 2016. – С.109-113.

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ВЫПАРНОГО АППАРАТА БРНШ-3

А.Н. Сурикова

*Научный руководитель С.В. Лукин, д-р техн. наук, профессор
Вологодский государственный университет
г. Вологда*

Блоки разделения нефтешламов (БРНШ) служат для удаления влаги из масловодяных эмульсий с помощью процесса выпаривания. Тепловой расчет установки БРНШ-3 показал, что тепловая мощность котла используется неэффективно, поскольку лишь в начале процесса нагрева нефтешлама вся номинальная мощность котла передается нефтешламу, а в процессе выпаривания тепловой поток от греющей воды к нефтешламу снижается в несколько раз. Для увеличения производительности выпарной установки необходимо увеличить поверхность нагревателя в несколько раз, кроме того, одновременно нужно увеличить охлаждающую мощность калорифера для конденсации увеличенного расхода пара. Кроме того, теплота пара, образующегося при выпаривании влаги из нефтешлама, никак не используется и теряется в окружающей среде (отводится через калориферы), что обуславливает низкую тепловую экономичность установки, и также уменьшает ее возможную производительность. Теплоту получаемого пара можно утилизировать в дополнительной выпарной ступени, работающей по принципу основного аппарата, только вместо

греющей воды дополнительная ступень будет обогреваться паром, выходящим из основной ступени [1].

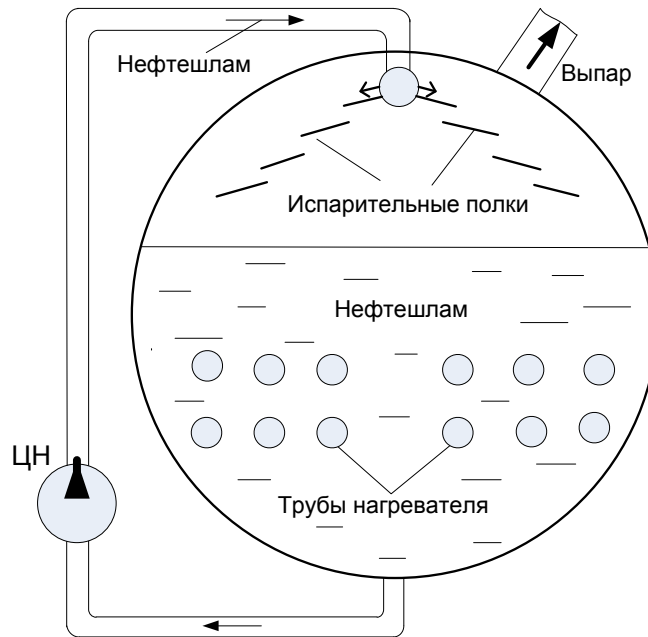


Рис. 1. Принципиальная схема выпарного аппарата БРНШ

Исследование установок показало, что они имеют низкую тепловую эффективность, и в результате невысокую производительность. При этом процессы массообмена, протекающие при выпаривании капель дисперсной влаги из масловодяной эмульсии на испарительных поверхностях, остались без внимания, точнее, принималось, что эти процессы протекают очень быстро и не влияют на производительность и эффективность осушки нефтешлама.

На рис. 1 показана принципиальная схема выпарного аппарата установки БРНШ. Корпус выпарного аппарата выполнен в виде стального цилиндра, снаружи покрытого тепловой изоляцией. В нижней части выпарного аппарата находятся трубы нагревателя, обогреваемые изнутри водой или паром, в верхней части аппарата находятся полки испарителя.

Экспериментальные исследования установки БРНШ-3 показали, что в режиме выпаривания выход пара из выпарного аппарата составляет $G_{\text{п}} \cong 10 \text{ кг/ч} = 0,0028 \text{ кг/с}$, что при достаточно больших x и d намного меньше величины G_{max} . В этом случае производительность установки определяется тепловым потоком, подводимым к нефтешламу, и для увеличения производительности установки достаточно увеличить площадь поверхности нагрева и температурный напор. Однако при малых x и d величина G_{max} резко снижается, и производительность установки будет определяться величиной G_{max} . Таким образом, при мелкодисперсных эмульсиях, когда капли влаги имеют маленький диаметр, вплоть до $0,2 \text{ мкм}$, или в конце процесса выпаривания, когда влагосодержание стремится к нулю, площадь поверхности нагрева перестает влиять на производительность установки. При этих условиях производи-

ность начинает определяться числом и длиной испарительных полок, а также расходом циркулирующего нефтешлама V . Так, при $x = 1 \text{ кг/м}^3$ и $d = 100 \text{ мкм}$ максимальная производительность $G_{\max}$ составит $0,00125 \text{ кг/с}$, а при $x = 10 \text{ кг/м}^3$ и $d = 10 \text{ мкм}$ – тоже $0,00125 \text{ кг/с}$, что меньше обычной производительности установки ($G_{\text{п}} \cong 0,0028 \text{ кг/с}$).

Из опыта эксплуатации установки БРНШ-3 известно, что в конце процесса выпаривания начинает ухудшаться вакуум внутри выпарного аппарата (растет абсолютное давление), и производительность резко снижается [2]. В этом случае наступает равенство $G_{\text{п}} = G_{\max}$, и процесс выпаривания после этого обычно прекращают. Остаточное содержание влаги при этом обычно составляет $1 \div 3 \%$ по массе нефтешлама, т.е. $x \cong 10 \div 30 \text{ кг/м}^3$.

Открытая поверхность эмульсии постоянно возникает при подаче нефтешлама на полки испарителя. Принимаем, что нефтешлам стекает по полкам под действием силы тяжести. Схема движения эмульсии по полке испарителя показана на рис. 2, где β – угол наклона полки к горизонтальной плоскости; w_x – скорость эмульсии; δ – толщина слоя эмульсии на полке; g_x – проекция ускорения свободного падения на ось x : $g_x = g \cdot \sin(\beta)$.

Рассмотрим, как можно увеличить максимальную производительность установки $G_{\max}$, и тем самым повысить эффективность и степень осушки нефтешлама. При данных x и d величина $G_{\max}$ наиболее значительно зависит от числа полок испарителей $2N$ ($G_{\max} \sim 2N$), менее значительно – от расхода нефтешлама V ($G_{\max} \sim V^{2/3}$), и незначительно – от длины полок l и угла наклона полки β ($G_{\max} \sim l^{1/3}$, $G_{\max} \sim (\sin \beta)^{1/3}$).

Расход нефтешлама V должен выбираться таким образом, чтобы подогрев нефтешлама $t' - t''$ в нижней части выпарного аппарата составлял $2 \div 3 \text{ }^\circ\text{C}$, чтобы обеспечить наибольший средний температурный напор между греющей средой и нефтешламом. Дальнейшее повышение расхода V является нецелесообразным, так резко возрастают затраты энергии на перекачку нефтешлама [3], а средний температурный напор практически не увеличивается.

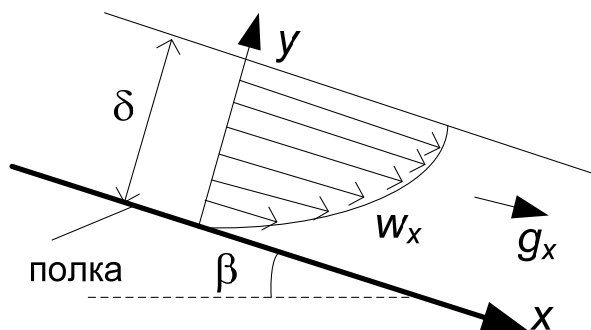


Рис. 2. Схема движения эмульсии по полке испарителя

Наиболее эффективно повысить величину $G_{\max}$ можно за счет увеличения числа полок испарителей $2N$, причем, как уже отмечалось, ширина полок не влияет на $G_{\max}$, однако расстояние по высоте между соседними полками не

должно быть слишком маленьким, иначе при перетекании слоя эмульсии с полки на полку не будет перемешивания ее слоев и не будет возникать «свежая» поверхность эмульсии. Очевидно, что при одних и тех же размерах корпуса выпарного аппарата число полок $2N$ теоретически может быть сделано бесконечно большим, однако на практике это число не может быть больше $D/h_{\min}$, где D – внутренний диаметр цилиндрического корпуса выпарного аппарата; $h_{\min}$ – минимальное расстояние по высоте между соседними полками. Так, если $D = 1,7$ м, $h_{\min} = 0,005$ м, то максимальное число полок составит $2N = 340$, что в несколько десятков раз превышает число полок в выпарном аппарате БРНШ-3. В этом случае степень осушки нефтешлама может быть намного более глубокой.

1. Лукин С.В., Сеницын Н.Н., Сурикова А.Н. Тепловой расчет установки по выпариванию влаги из нефтепродуктов // Вестник Череповецкого государственного университета. – 2015. – № 4 (65). – С. 33 – 37.

2. Лукин С.В., Сеницын Н.Н., Сурикова А.Н. Повышение тепловой эффективности блока разделения нефтешлама // Промышленная энергетика. – 2016. – № 2. – С. 33 – 37.

3. Лукин С.В., Сурикова А.Н. Оптимизация числа выпарных ступеней установки разделения нефтешлама // Вестник Череповецкого государственного университета. – 2015. – № 6 (67). – С. 14 – 19.

4. Исаченко В.Л., Осипова В.А. и др. Теплопередача. – М.: Энергоиздат, 1981. – 417 с.

БИОГАЗОВЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ ФЕРМЕРСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Д.Ю. Суслов, Д.О. Темников

Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова
г. Белгород

Предприятия Белгородской области производят четверть мясной продукции Российской Федерации. Но с каждым новым достигнутым рубежом по производству мяса становится всё более актуальным вопрос утилизации отходов от предприятий агропромышленного комплекса. Последние события, связанные с незаконным складированием отходов и загрязнением фермерами природных территорий подтверждают наличие данной проблемы [1, 2]. Существующие решения по обеззараживанию отходов, например, денитрификацией и нитрификацией на импортном оборудовании стали менее доступны в связи с экономической ситуацией в стране.

В то же время Белгородская область имеет опыт внедрения биогазовых установок, которые не просто утилизируют отходы, а производят экологически чистые органические удобрения и вырабатывают альтернативный источник энергии – биогаз, тем самым компенсируя собственные энергетические потребности, что повышает общую экономическую эффективность производства от применения данной технологии [3].

Разработана биогазовая установка для переработки отходов малого фермерского хозяйства, состоящего из 50 голов КРС на откорме. Технологическая схема установки представлена на рисунке. Основным оборудованием установки является биореактор объемом 60 м^3 . Данный реактор работает в мезофильном температурном режиме с гидравлическим временем удержания субстрата $n = 16$ суток и влажностью $W = 92\%$.

Для поддержания требуемой температуры биомассы в биореакторе и в подготовительной емкости предусмотрена система обогрева. Источником тепловой энергии является газовый котел, работающий на производимом биогазе.

Для равномерного распределения температуры и популяции бактерий в биореакторе запроектирована система перемешивания комбинированного типа, включающая механическое и барботажное перемешивание [4]. Для интенсивного механического перемешивания подобран электродвигатель АИР132М2 мощностью 11 кВт с КПД 88%.

Для барботажного перемешивания подобран компрессор ЕТ РЕК 25 мощностью 18,5 кВт, расходом $3,1 \text{ м}^3/\text{ч}$ и давлением до 8 Атм.

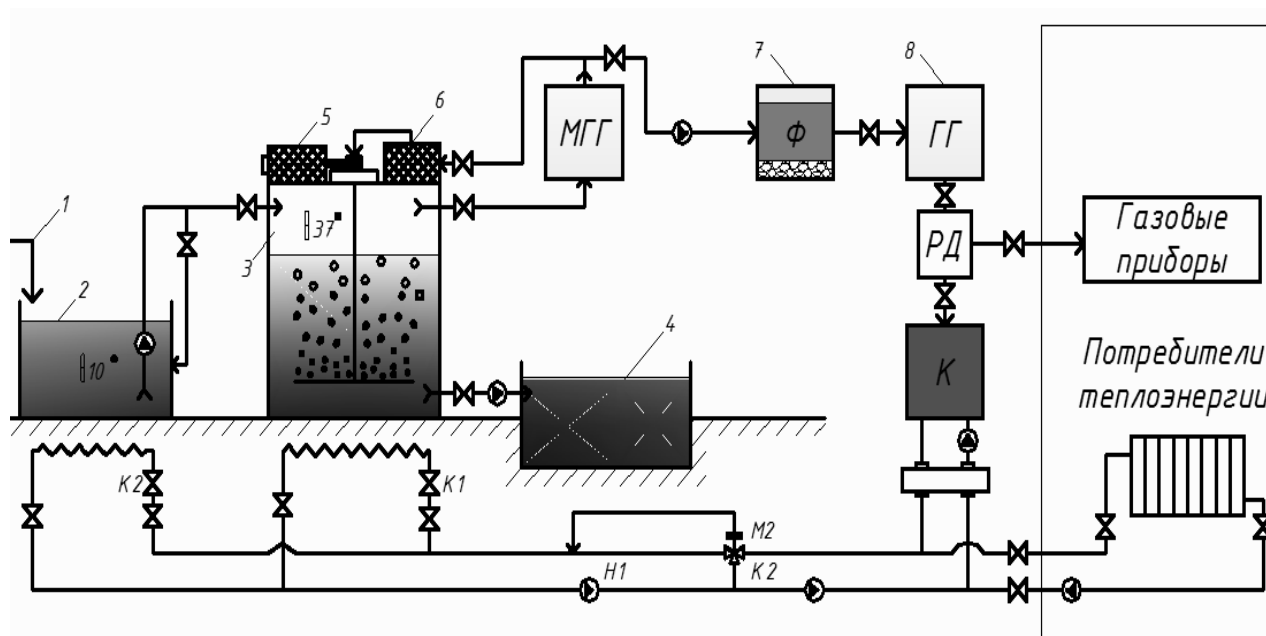


Рис. Технологическая схема биогазовой станции:

МГГ – малый газгольдер; Ф – фильтр; ГГ – газгольдер; РД – регулятор давления;
 К – котел; 1 – подача субстрата; 2 – подготовительная емкость; 3 – биореактор;
 4 – емкость переброdivшего субстрата; 5 – привод мешалки; 6 – компрессор;
 7 – фильтр; 8 – газгольдер

Работа биогазовой установки делится на два этапа:

На первом этапе органические отходы поступают в подготовительную емкость 2, где их измельчают до однородной массы и предварительно подогревают до 10°C. Если органические отходы разного происхождения, их необходимо смешивать в определенной пропорции согласно рекомендациям эксплуатации биогазовой установки.

После предварительной подготовки происходит второй этап работы установки, где субстрат подается в биореактор 3 согласно принятой технологии сбраживания. Загрузка может происходить как порционно один раз в день, так и непрерывно до 10 загрузок в день. В биореакторе субстрат равномерно перемешивается по всему объему за счет механического 5 и барботажного перемешивания 6. В процессе перемешивания субстрата в нем происходит активное размножения и жизнедеятельность метанообразующих бактерий, вследствие чего субстрат обеззараживается и превращается в удобрения, а его органическая часть частично превращается в газ и поступает в малый газгольдер МГГ. Перебродивший субстрат сбрасывается в емкость 4.

В биореакторе 3 поддерживается мезофильный температурный процесс за счет работы тепловой рубашки, по трубкам которой циркулирует горячая вода из котла. В котле вода нагревается за счет сгорания газа, произведенного биогазовой установкой. Предварительно газ очищается в фильтре и поступает на хранение в газгольдер ГГ.

Данная установка позволяет перерабатывать 1500 кг органических отходов в сутки и производить при этом 63,5 м³ биогазового топлива и более 1000 кг органических отходов. Это позволит малому фермерскому хозяйству произвести частичное либо полное замещение природного газа за счет применения биогаза, производимого из органических отходов.

Можно сделать вывод, что применение биогазовых технологий позволяет снизить негативное воздействие деятельности сельскохозяйственных предприятий на окружающую природу. А также повысить общий уровень газификации и улучшить агрохимические свойства земель за счет внесения производимых биоудобрений.

Работа выполнена в рамках реализации стипендии Президента Российской Федерации СП – 1716.2015.1.

1. Межрегиональная экологическая общественная организация Зеленый Фронт [Электронный ресурс]. – URL: <http://greenfront.su/post/3117> – Яз.рус. – (Дата обращения 6.10.2016)

2. Межрегиональная экологическая общественная организация Зеленый Фронт [Электронный ресурс]. – URL: <http://greenfront.su/post/3080> – Яз.рус. – (Дата обращения 6.10.2016)

3. Суслов Д.Ю., Темников Д.О. Тепловой баланс биореактора с барботажным перемешиванием биомассы / Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2015. №1. С.182-185.

4. Темников Д.О. Разработка компьютерной модели биореактора с комбинированным типом перемешивания в многофункциональном комплексе ANSYS. [Электронный ресурс] / Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова. Белгород. 2015.

5. Баадер, В. Биогаз. Теория и практика / В. Баадер, Е. Доне, М. Брендерфер.– М.: Колос, 1982. – 148 с.

6. Эдер Б., Шуль Х. Биогазовые установки / перевод с нем. компании «Zorg Biogas»: 2008. 268 с.

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОХЛАЖДЕНИЯ ТЕЛА ЧЕЛОВЕКА ПРИ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУРНЫХ УСЛОВИЯХ

Е.Н. Филиппова

Научный руководитель А.А. Синицын, канд. техн. наук, доцент

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Температура тела – показатель теплового состояния человека или другого живого организма, отражающий баланс между выработкой тепла различными органами и тканями и теплообменом между ними и внешней средой.

В зависимости от температуры тела различают следующие состояния организма:

- гипотермия (когда температура ниже 35°C);
- нормальная температура (от 35 до 37°C);
- гипертермия (когда температура выше 37°C).

Критическим значением температуры тела считается 42°C. После достижения этой отметки происходит внутриклеточная денатурация белка, что приводит к гибели всего организма.

Повышение температуры тела человека может быть вызвано воздействием как внешних, так и внутренних факторов.

Вне зависимости от того, поступает ли тепло из окружающей среды, либо изнутри человеческого тела, высокая температура оказывает отрицательное воздействие на самочувствие и здоровье в целом и является одним из основных факторов, ограничивающих возможности человека выполнять физическую работу и ухудшающих когнитивные функции (память, внимание, координацию движений, речь, мышление, ориентацию), особенно во время физических упражнений или при работе в экстремальных температурных условиях. Кроме того, при работе в условиях высокой температуры более интенсивным становится потоотделение, в результате чего происходит обезвоживание организма и, как следствие, потеря минеральных солей и водорастворимых витаминов.

Традиционные методы охлаждения тела (вентиляторы, пакеты со льдом, холодная вода и т.д.) для охлаждения внутренних органов малоэффективны. Это объясняется двумя причинами: во-первых, данные методы воздействуют на поверхность кожи, и холод с трудом проникает внутрь организма через саму кожу, жировую прослойку и мышцы (которые являются очень эффективными изоляционными материалами); во-вторых, холодные температуры этих средств могут привести к сужению кровеносных сосудов и вызвать обратный эффект за счет выключения естественных механизмов рассеивания тепла.

Для улучшения условий функционирования организма человека при экстремальных температурах были разработаны устройства, позволяющие охлаждать кровь, циркулирующую в ладонях.

Одно из первых устройств такого типа создали учёные Стэнфордского университета (штат Калифорния) более 20 лет назад. В настоящее время оно производится в двух модификациях:

- 1) CoreControlPro [1];
- 2) портативный вариант RTX («RapidThermalExchange» – «Быстрый теплообмен») [2].

Оба устройства служат для быстрого отвода избыточного тепла от ладони человека.

RTX является сравнительно новой моделью, её продажи начались в первом квартале 2016 года, а CoreControlPro на протяжении уже довольно длительного времени используется вооружёнными силами США, пожарными, людьми, работающими в местностях с высокими температурами воздуха, а также спортивными командами.

Кроме вышеназванных моделей из устройств подобного назначения можно отметить еще следующие:

- 1) Cool Ware Personal Cooling System (Персональная система охлаждения) – устройство, крепящееся на шею и состоящее из алюминиевого обруча, двухскоростного вентилятора и резервуара для холодной воды, которую нужно менять каждые 2 – 4 часа;
- 2) dhama SPORT – браслет, ускоряющий механизм естественного охлаждения организма путем отведения излишнего тепла организма от крови, проходящей через запястье [3].

Все вышеперечисленные устройства для охлаждения тела человека при экстремальных температурах разработаны и производятся за рубежом.

Таким образом, разработка устройств аналогичного назначения в нашей стране является актуальной задачей.

Разрабатываемое устройство основывается на запатентованном российскими исследователями устройстве [4].

Работает оно по следующему принципу: человек помещает руку в герметичный корпус, при этом его ладонь контактирует с теплообменником, а эластичная манжета, плотно прилегающая к поверхности руки, герметизирует

зазор между корпусом и запястьем. При включении источника электроэнергии начинает работать блок термопреобразователей, отводящих тепло от теплообменника к радиатору. Радиатор, расположенный вне корпуса, рассеивает тепло в окружающее пространство. В результате этого теплообменник охлаждается и охлаждает ладонь, а также полость внутри корпуса. Кровь, циркулирующая по сосудам ладони, охлаждается и за счёт дальнейшего движения по кровеносной системе снижает температуру тела человека. Для компенсации сужения сосудов ладони под действием холода внутри герметичного корпуса при помощи вакуум – насоса создается пониженное давление, расширяющее сосуды и обеспечивающее интенсивный кровоток через ладонь.

По сравнению с рассмотренными выше западными аналогами данное устройство обладает важным преимуществом, которое заключается в отсутствии системы водяного охлаждения, а именно соединительных шлангов и необходимости периодически менять охлаждающую воду.

Для изготовления опытного образца требуется знать, какой охлаждающей мощностью должно обладать устройство. Для этой цели были проведены экспериментальные исследования процесса теплопередачи от кисти к водной среде.

Кроме того, на основе опытных данных построен график экспериментальной зависимости времени нагрева водной среды за счет температуры кисти человека (рис.).

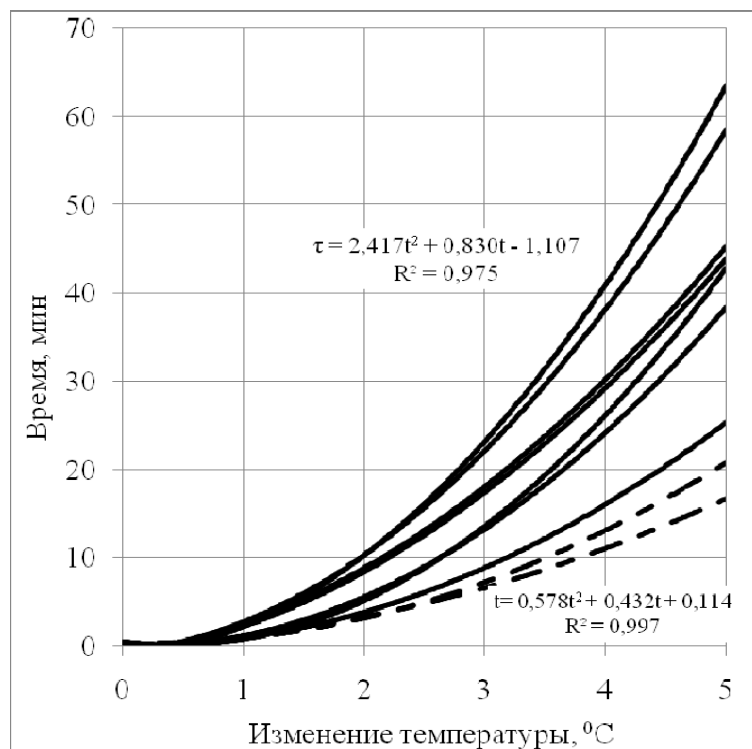


Рис. Экспериментальная зависимость времени нагрева водной среды за счет температуры кисти человека

На основе данных, полученных в результате экспериментальных исследований, были проведены расчёты количества теплоты, переданной от ладони к воде, а также мощности, необходимой для отвода данного количества тепла.

Результаты экспериментов показали следующее:

- 1) теплопродукция зависит от большого количества переменных: размеров кисти, ориентированности ведущей руки (правая или левая), пола, функционального состояния (покой или при мышечной деятельности) и других;
- 2) ведущая рука у человека обладает большей теплопродукцией. Это может быть связано с увеличением мышечной массы и пропускной способности кровеносных сосудов ведущей руки.

1. Core Control™ Distribution [Электронный ресурс]: офиц. сайт. – Режим доступа: <http://www.corecontroldistribution.com>

2. AVAcoreTechnologies, Inc. [Электронный ресурс]: офиц. сайт. – Режим доступа: <https://www.avacore.com>

3. dhamaUSA [Электронный ресурс]: офиц. сайт. – Режим доступа: <https://dhamausa.com>

4. Пат. 157985 Российская Федерация, МПК А61F 7/00. Устройство для регулирования температурного режима тела человека / Л.И. Соколов, А.В. Коняхин, А.Д. Шаратинов; заявитель и патентообладатель Волог. гос. ун-т. – №2015109940/14; заявл. 20.03.2015; опубл. 20.12.2015, Бюл. № 35.

СПОСОБ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ ДИСЦИПЛИНЫ

А.И. Шпанова

Научные руководители: А.А. Синицын, канд. техн. наук, доцент

О.Ю. Никифоров, начальник Управления
информатизации ВоГУ

Вологодский государственный университет
г. Вологда

Для развития системы очного и дистанционного образования учебный процесс должен быть обеспечен полноценным учебно-методическим комплексом. Одним из приоритетных направлений в области информационно-коммуникационных технологий ВоГУ является формирование комплекса дистанционных курсов по всем преподаваемым дисциплинам и создание условий для организации дистанционного обучения российского и иностранного контингента обучающихся, выполняя показатели эффективности высшего учебного заведения [1].

Преимуществом электронного учебно-методического комплекса является наличие сгруппированного материала, который включает в себя программы

лекций и практических занятий, темы рефератов, программы экзаменов и зачетов, а так же методические рекомендации студентам по освоению учебных дисциплин, списки рекомендуемой литературы [2].

Перед началом разработки такой базы был проведен обзор существующих систем дистанционного обучения. В мире создано множество аналогов, это IBM Lotus Workplace Collaborative Learning (LWCL), Oracle Learning Management, WebTutor, "Прометей", Naumen Learning, СДО "ДОЦЕНТ", LMS eLearning Server, RedClass, Competentum. Magister, Learn eXact, Moodle. Но все они имеют ряд недостатков – отсутствие русифицированной версии; необходимость знания языка HTML; неудобный интерфейс; графический образ не отображается по месту размещения, а хранится в виде ссылки; необходимо наличие определённого программного обеспечения для работы с конкретным ЭУМК и т.д.

Наиболее широко распространенная система дистанционного обучения – Moodle – разрабатывается для всего мира и распространяется свободно. Но наряду с отсутствием затрат вуза на приобретение системы, возникают проблемы с получением качественной технической поддержки, так как над исходным кодом работают множество программистов по всему миру, коммуникация между участниками разработки затруднена. Так же разработчик конкретного модуля не имеет четкого представления об архитектуре системы и не может в приемлемые сроки диагностировать возникшую проблему у пользователя. Следовательно, вузы сталкиваются с необходимостью иметь в штате высококвалифицированного специалиста для развертывания и поддержки системы. Сумма затрат учебного заведения на оплату труда такого специалиста в год, по нашим подсчетам, может превысить стоимость внедрения коммерческой СДО.

Все аналоги в России защищены лишь авторским правом, что является недостаточным для качественной защиты таких систем. Планируется, что предлагаемая система будет защищена помимо авторского права еще и патентным законодательством, как это делается в зарубежных вузах. Это увеличит надежность разрабатываемого ЭУМК. В связи с этим создание подобной электронной базы ЭУМК актуально и востребовано.

В работах [3] и [4] проведены исследования по созданию подобных систем, но практический результат в настоящее время не получен.

Предполагается, что все мультимедийные материалы будут храниться в одном файле базы данных. К таким материалам можно отнести тексты лекций, презентации, иллюстрации, видео- и аудио-файлы и т.п. Загружать файлы в базу данных и извлекать из нее будет возможно с помощью специального универсального приложения, а воспроизводить через встроенные средства операционной системы.

Обобщенная структурная схема реализации способа (см. рис.1) включает 5 основных укрупненных блоков: 1 – приложение для работы с ЭУМК, 2 –

база данных для хранения материалов ЭУМК, 3 – пользователь ЭУМК, 4 – мультимедийные файлы различных форматов: 5 – средства операционных систем для воспроизведения мультимедийных файлов.

Приложение реализует 3 основных функции: интерфейс для доступа к ЭУМК, загрузка материалов, выгрузка материалов. Все материалы сгруппированы по разделам (см. рис. 2). В каждом разделе отображается текущий список загруженных материалов.

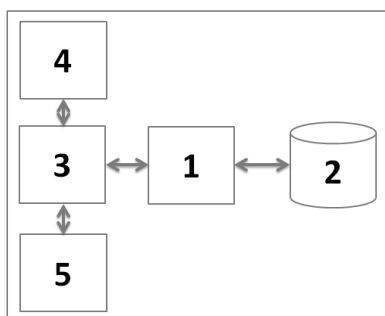


Рис. 1. Схема реализации способа для доступа к материалам

Рис. 2. Фрагмент интерфейса

Файл базы данных храниться в одном каталоге с приложением, что облегчает перенос ЭУМК с одного компьютера на другой. Мультимедийные файлы различных форматов загружаются в ЭУМК пользователем через интерфейс приложения.

Использование данного способа существенно упрощает создание и использование ЭУМК, расширяет возможности авторов при использовании материалов разных форматов, повышает мобильность ЭУМК.

После создания такой системы дистанционного обучения необходимо провести апробацию в учебно-образовательном процессе, анализ и оценку качества со стороны обучающихся и преподавателей. Планируется систематическая апробация на обучаемых ВоГУ с доработкой, актуализацией и модернизацией данной разработки.

Дальнейшие перспективы исследования могут быть сформулированы в виде следующих разработок по дисциплине «Теплогенерирующие установки»:

1. Разработка иллюстрационного лекционного материала с элементами интерактивности и наглядности (основы подобных систем приведены в работе [1]).

2. Формирование наглядного учебного пособия для курсового проектирования, формат пояснительной записки и чертежей которого будет достаточно точно приближен к действующим форматам ПЗ рабочих проектов по проектированию котельных малых мощностей.

3. Создание комплекса контрольно-измерительных материалов (КИМ) для анализа эффективности обучения дисциплине и принятия решения по усилению тех или иных разделов лекционного материала и практических работ.

1. Шпанова А.И. Разработка электронного образовательного ресурса по курсу дисциплины «Теплогенерирующие установки» [Текст] // Теплогазоснабжение, вентиляция, кондиционирование и промышленная теплоэнергетика: материалы Межрегиональной науч. конф. IX ежегодной научной сессии аспирантов и молодых ученых. – Вологда, 2015. – С. 134-137.

2. Татаринцев А. И. Электронный учебно-методический комплекс как компонент информационно-образовательной среды педагогического вуза [Текст] // Теория и практика образования в современном мире: материалы междунар. науч. конф. (г. Санкт-Петербург, февраль 2012 г.). – СПб.: Реноме, 2012. – С. 367-370.

3. Синицын А.А., Тимошенко П.О. Основные результаты разработки электронных образовательных ресурсов на основе имитационного моделирования физических процессов [Текст] // Автоматизация и энергосбережение машиностроительного и металлургического производств, технология и надежность машин, приборов и оборудования: материалы 5-й Международной научно-технической конференции. – Вологда, 2009. – С. 141-145.

4. Синицын А.А., Тимошенко П.О. Опыт создания электронных образовательных ресурсов для теплоэнергетических специальностей [Текст] // Современные информационные технологии в науке, образовании и практике: материалы VIII всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Оренбург, 2009. – С. 470-474.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ТЕПЛОВОЙ РАБОТЫ МОКРОЙ ГРАДИРНИ ВЕНТИЛЯТОРНОГО ТИПА

Т.М. Юрова

*Научный руководитель С.В. Лукин, д-р техн. наук, профессор
Череповецкий государственный университет
г. Череповец*

Для оценки работы действующей градирни на ЧерМК ПАО «Северсталь» в процессе эксплуатации и реконструкции необходимо произвести технологический (тепловой и аэродинамический) расчет.

Расход воды (гидравлическая нагрузка $G_{\text{ж}}$) обычно задается технологами производства. Расход воздуха определяется аэродинамическим расчетом градирни. Температура входящей воды t_1 и выходящей t_2 воды устанавливаются технологами производства.

Рассмотрим стационарный процесс тепломассообмена в простейшей пленочной градирне, в которой вода и воздух приводятся в непосредственный контакт друг с другом по схеме противотока.

Тепловой поток, кВт, отдаваемый в градирне водой и воспринимаемый воздухом, представляется в следующем виде:

$$Q = c_{\text{ж}} \cdot [G_{\text{ж}} \cdot (t_1 - t_2) + G_{\text{и}} \cdot t_2] = G_{\text{в}} \cdot (h_2 - h_1), \quad (1)$$

где $c_{\text{ж}}$ – теплоемкость воды, кДж/кг; $G_{\text{ж}}$, $G_{\text{и}}$, $G_{\text{в}}$ – массовые расходы воды, подаваемой на охлаждение, испарившейся воды, и охлаждающего воздуха, кг/с; t_1 , t_2 – температуры охлаждаемой воды на входе и выходе из градирни; h_1 , h_2 – энтальпии охлаждающего воздуха на входе и выходе из градирни, кДж/кг.

Материальный баланс влаги определяется равенством между количеством испарившейся жидкости и приращением влагосодержания воздуха:

$$G_{\text{и}} = G_{\text{в}} \cdot (x_2 - x_1), \quad (2)$$

где x_1 и x_2 – влагосодержание в воздухе на входе и выходе из градирни, кг/кг.

С учетом того, что $h_2 - h_1 \cong r \cdot (x_2 - x_1)$, где r – теплота испарения водяного пара, кДж/кг, то выражение (1) несколько упрощается путем ряда преобразований с использованием (2) и получается:

$$Q = \frac{1}{K} \cdot G_{\text{ж}} \cdot \Delta t \cdot c_{\text{ж}} = G_{\text{в}} \cdot (h_2 - h_1), \quad (3)$$

где $\Delta t = t_1 - t_2$; $K = 1 - c_{\text{ж}} \cdot t_2 / r = 1 - 0,00173 \cdot t_2$.

При моделировании тепловой работы градирни задаются расходы и начальные параметры воды и воздуха, а конечные параметры t_2 , h_2 , x_2 считаются неизвестными.

Величина Q может быть найдена также из уравнения теплопередачи, учитывающего перенос теплоты за счет тепломассообмена [1]:

$$Q = \beta_{\text{хв}} \cdot \int_0^V (h'' - h) dV = \beta_{\text{хв}} \cdot \Delta h_{\text{ср}} \cdot V, \quad (4)$$

где V – объем оросителя, где происходит тепломассообмен между водой и воздухом, м³; $\beta_{\text{хв}}$ – объемный коэффициент массоотдачи, кг/(м³·с); h'' , h – энтальпии воздуха на поверхности воды и в объеме охлаждающего воздуха в данном сечении оросителя, кДж/кг:

$$h'' = c_{\text{в.с.}} \cdot t + (r + c_{\text{п}} \cdot t) \cdot x''; \quad h = c_{\text{в.с.}} \cdot \theta + (r + c_{\text{п}} \cdot \theta) \cdot x,$$

где t , θ – температуры воды и воздуха в данном сечении оросителя, °С; $c_{\text{в.с.}}$, $c_{\text{п}}$ – теплоемкости сухого воздуха и водяного пара, кДж/(кг·К); r – теплота испарения водяного пара, кДж/кг; x'' – влагосодержание в насыщенном воздухе при температуре воды t ; x – влагосодержание охлаждающего воздуха.

Объединяя уравнения (3) и (4), получим:

$$Q = \frac{1}{K} \cdot G_{\text{ж}} \cdot \Delta t \cdot c_{\text{ж}} = G_{\text{в}} \cdot (h_2 - h_1) = \beta_{\text{хв}} \cdot \Delta h_{\text{ср}} \cdot V. \quad (5)$$

Для элементарного объема оросителя dV , принимая $K = \text{const}$, напомним:

$$dQ = \frac{1}{K} \cdot G_{\text{ж}} \cdot c_{\text{ж}} \cdot dt = G_{\text{в}} \cdot dh = \beta_{\text{хв}} (h'' - h) dV. \quad (6)$$

Из (5) для энтальпии уходящего воздуха имеем:

$$h_2 = h_1 + \frac{G_{\text{ж}} \cdot \Delta t}{K \cdot G_{\text{в}}} = h_1 + \frac{t_1 - t_2}{K \cdot \lambda}, \quad (7)$$

где $\lambda = G_{\text{в}}/G_{\text{ж}}$ – относительный расход воздуха, кг/кг.

Подставляя в (7) вместо t_1 и h_2 промежуточные (текущие) значения этих величин t и h , получим следующую зависимость между энтальпией воздуха и температурой воды в каждом сечении оросителя:

$$h = h_1 + \frac{t - t_2}{K \cdot \lambda}. \quad (8)$$

Из (5) и (6) могут быть получены формулы для подсчета объема V :

$$V = \frac{G_{\text{ж}} \cdot \Delta t \cdot c_{\text{ж}}}{K \cdot \beta_{\text{хв}} \Delta h_{\text{ср}}} = \frac{G_{\text{в}}}{\beta_{\text{хв}}} \int_{h_1}^{h_2} \frac{dh}{h'' - h} = \frac{G_{\text{ж}} \cdot c_{\text{ж}}}{K \cdot \beta_{\text{хв}}} \int_{t_2}^{t_1} \frac{dt}{h'' - h}.$$

При этом $\Delta h_{\text{ср}}$ может быть представлено как:

$$\Delta h_{\text{ср}} = \frac{\Delta t}{\int_{t_2}^{t_1} dt / (h'' - h)} = \frac{h_2 - h_1}{\int_{h_1}^{h_2} dh / (h'' - h)} = \frac{c_{\text{ж}} \cdot \Delta t}{K \cdot \lambda \cdot \int_{h_1}^{h_2} dh / (h'' - h)}. \quad (9)$$

В расчетные формулы (5) – (9) входит объемный коэффициент массоотдачи $\beta_{\text{хв}}$, отнесенный к разности влагосодержаний воздуха. Представляем в виде графика зависимости [1]:

$$\beta_{\text{хв}} = A \cdot \lambda^m \cdot q_{\text{ж}}, \quad (10)$$

где A , m – параметры оросителя; $q_{\text{ж}} = G_{\text{ж}}/F$ – удельный расход воды; $F = V/H$ – площадь оросителя в плане; H – высота оросителя.

Решая совместно (5) и (10), получаем:

$$A \cdot H \cdot \lambda^m = \frac{c_{\text{ж}} \cdot \Delta t}{K \cdot \Delta h_{\text{ср}}} = \text{Ме}, \quad (11)$$

где Ме – безразмерный критерий.

Среднюю разность энтальпий $\Delta h_{\text{ср}}$ можно найти по способу Симпсона:

$$\Delta h_{\text{ср}} = \frac{t_1 - t_2}{\int_{t_2}^{t_1} dt / (h'' - h)},$$

где h определяется как функция текущей координаты t по (8), а значения t задаются шагом отрезков при вычислении интеграла. Удельная энтальпия насыщенного воздуха у поверхности воды, кДж/кг, определяется как:

$$h'' = \left[1,005 \cdot t + \frac{\rho_t'' \cdot R_{\text{в}} \cdot (t + 273,2)}{p_6 - p_t''} \cdot (r + 1,97 \cdot t) \right]; \quad (12)$$

удельная энтальпия воздуха в ядре потока на входе в градирню, кДж/кг:

$$h_1 = \left[1,005 \cdot \theta + \frac{\varphi \cdot \rho''_{\theta} \cdot R_{\text{в}} \cdot (\theta + 273,2)}{p_{\text{б}} - \varphi \cdot p''_{\theta}} \cdot (r + 1,97 \cdot \theta) \right]. \quad (13)$$

Обозначения в (12) и (13): t – температура воды в данном сечении оросителя, °С; θ – температура атмосферного воздуха по сухому термометру, °С; φ – относительная влажность атмосферного воздуха; $p_{\text{б}}$ – барометрическое давление, Па; ρ''_t, p''_t – плотность и давление насыщенного водяного пара при температуре t , кг/м³, Па; ρ''_{θ} и p''_{θ} – плотность и давление насыщенного водяного пара при температуре θ , кг/м³, Па; $r = 2493$ – удельная теплота парообразования, кДж/кг; $R_{\text{в}} = 287$ – газовая постоянная сухого воздуха, Дж/(кг·К); $c_{\text{ж}} = 4,19$ – удельная теплоемкость воды, кДж/(кг·К).

Величины ρ''_t , кг/м³, p''_t , Па, определяются по таблицам для насыщенного водяного пара. В диапазоне температур 15÷40 °С их можно аппроксимировать с величиной достоверности аппроксимации $R^2 = 0,9993$ выражениями:

$$\begin{aligned} \rho''_t &= 5,712 \cdot \exp(0,0554 \cdot t) \cdot 10^{-3}; \\ p''_t &= 726,1 \cdot \exp(0,0585 \cdot t). \end{aligned} \quad (14)$$

Искомая температура t_2 находится по формуле:

$$t_2 = t_1 - A \cdot \lambda^m \cdot h \cdot K \cdot \Delta h_{\text{ср}} / c_{\text{ж}}. \quad (15)$$

Для того чтобы использовать формулу (15), предварительно нужно найти характеристики существующего оросителя A , m , а также расход воздуха $G_{\text{в}}$, подаваемого вентилятором. При этом будут использованы экспериментальные данные по существующей действующей градирне.

1. Пономаренко В.С., Арефьев Ю.И. Градирни промышленных и энергетических предприятий. Справочное пособие // М.: Энергоатомиздат, 1998. – 376 С.

Секция «СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМ
ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ»

ИССЛЕДОВАНИЕ ТРАНСПОРТИРОВКИ ЖИДКОСТИ
ПОД ВАКУУМОМ

А.С. Абрамов

Научный руководитель А.А. Кулаков, канд. техн. наук

Вологодский государственный университет

г. Вологда

В сфере водоотведения появилась альтернатива самотечной канализации – вакуумный метод перекачивания жидкости. Основными преимуществами данного метода являются:

- отсутствие требований к уклонам трубопроводов;
- меньший диаметр трубопроводов;
- увеличение свободы и гибкости в реализации проекта;
- исключение возможности протечки;
- более высокий уровень гигиены;
- меньшая вероятность заиливания системы.

В целом достигается экономический эффект 35-40 % в сравнении с самотечной канализацией.

Целью данного исследования является изучение характеристик перекачки жидкости под вакуумом.

Исследования проводились в лабораторных условиях

Для создания установки потребовалось 2 емкости из твердого прозрачного материала. Для наглядности было выбрано стекло. Схема сооружения представлена на рис.1. В левой части располагается всасывающий открытый мерный резервуар, в котором находится погруженный в воду шланг $d_{\text{внутр}}=5$ мм, закрепленный на полипропиленовой трубе. Из данной емкости вода по соединяющему патрубку поступает в приемную герметично закрытую емкость. Принцип перекачивания заключается в разности давлений. В открытом резервуаре на уровень жидкости действует атмосферное давление, а в приемной камере за счет откачивания воздуха вакуумный насосом, получаем пониженное давление (вакуум), в результате этого осуществляется транспортировка воды.

Целью эксперимента являлось получение зависимости расхода перекачиваемой жидкости от разности отметок в резервуарах и создаваемого вакуума.

В двух системах устанавливаются отметки относительно оси сравнения – Z_1 и Z_2 . Перекачивался 1 л воды и каждые 100 мл делался замер. За один опыт проводилось 7 повторений на каждом давлении. Таблица результатов представлена ниже.

Исследуемые характеристики:

p – давление в приемной камере, МПа;

ΔV – разность отметок уровня, л;

$T_{\text{ср.}}$ – среднее время перекачивания, с;

Q – расход, л/мин;

Δh – разность отметок ($Z_1 - Z_2$), м.

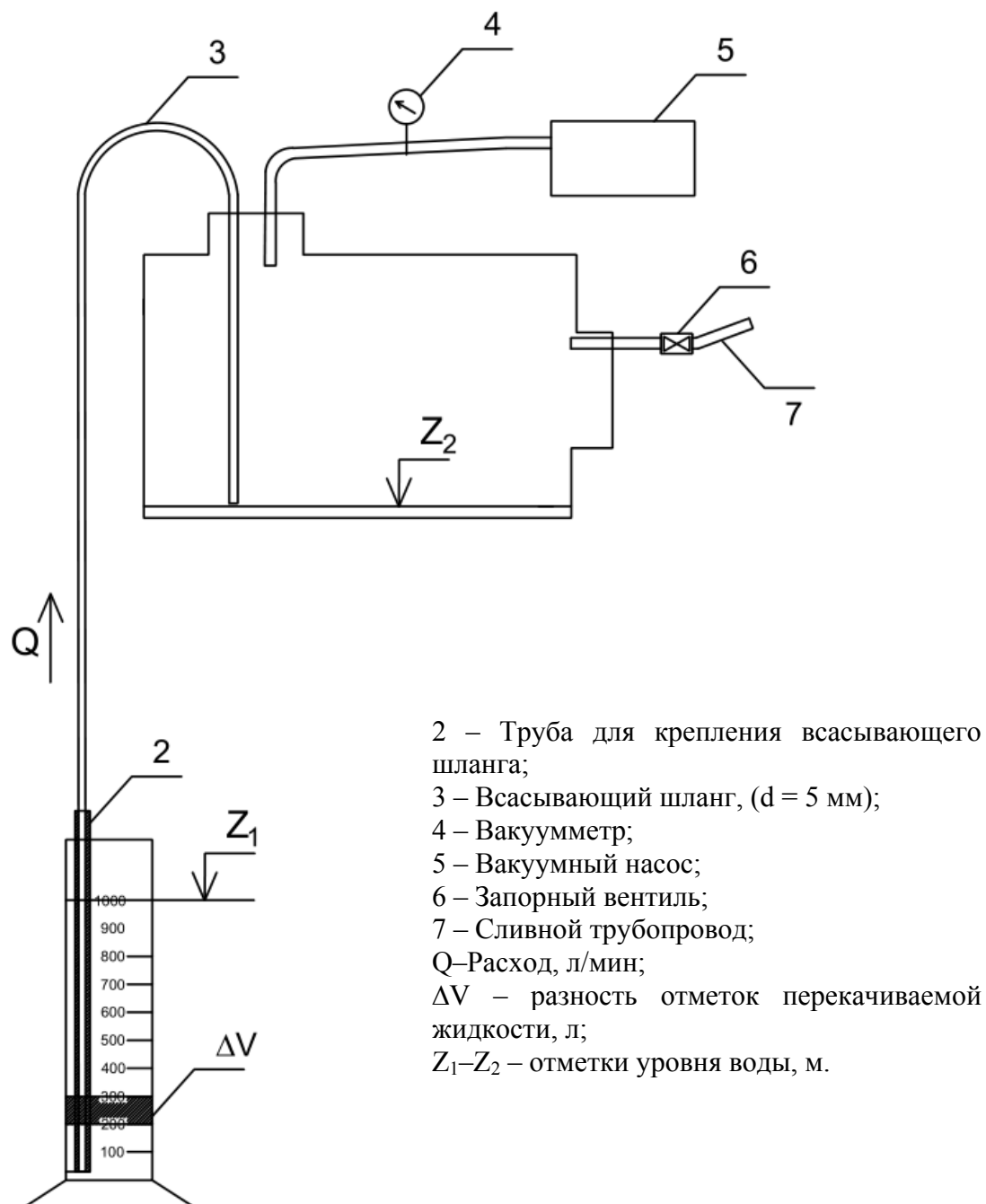


Рис. 1. Чертеж установки

Таблица 1

Зависимость расхода от давления (при $\Delta h = 0,6$ м)

№ п/п	p, МПа	Q, л/мин	Средний расход л/мин.
1	0,25	1,07 – 1,08	1,07
2	0,3	1,21 – 1,23	1,22
3	0,35	1,35 – 1,37	1,36
4	0,4	1,47 – 1,48	1,48
5	0,45	1,58 – 1,60	1,59
6	0,5	1,67 – 1,71	1,69
7	0,55	1,79 – 1,83	1,80
8	0,6	1,84 – 1,90	1,87
9	0,65	2,01 – 2,02	2,01
10	0,7	2,02 – 2,06	2,03
11	0,75	2,13 – 2,18	2,17
12	0,8	2,19 – 2,21	2,21
13	0,85	2,30 – 2,33	2,31

Также получили следующие зависимости расхода от давления, которые представлены на рисунке 2.

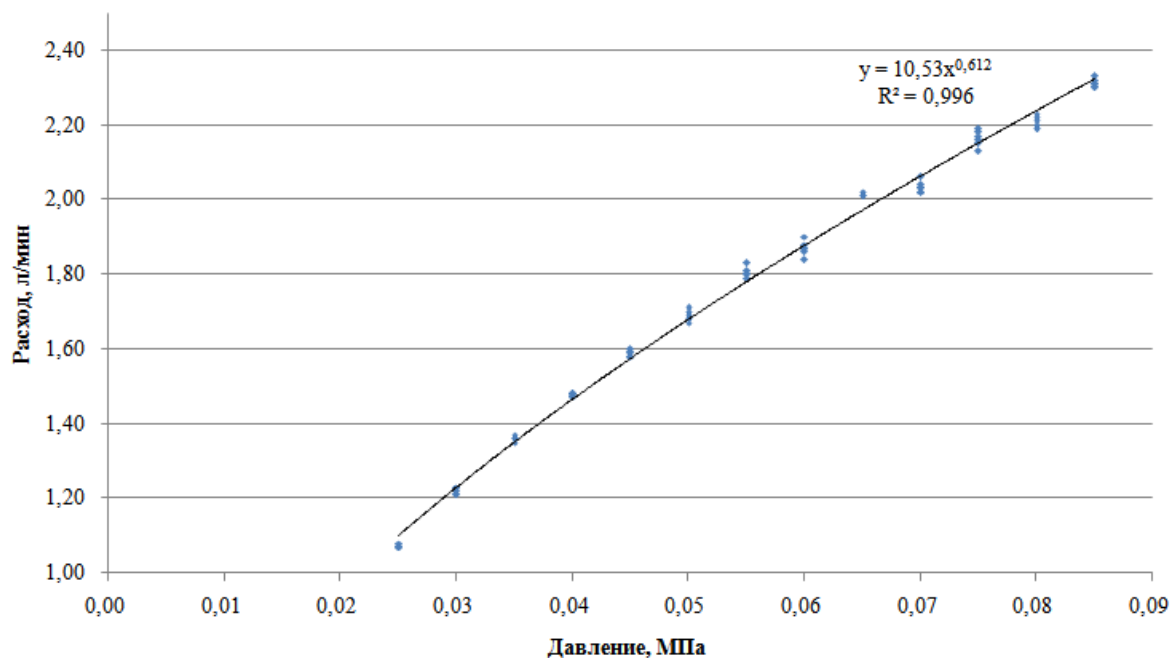


Рис. 2. Зависимость расхода от давления

В результате проведенных исследований получена степенная зависимость расхода от давления при одинаковых разностях отметок. Незначительные изменения отметок в двух емкостях не сказывалось на измерениях.

АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ВОЖЕГОДСКОГО ГОРОДСКОГО ПОСЕЛЕНИЯ

Р.А. Богачев

Научный руководитель Е.А. Мезенева, канд. техн. наук, доцент

Вологодский государственный университет

г. Вологда

На основании Федерального закона от 7 декабря 2011 г. № 416-ФЗ "О водоснабжении и водоотведении» и постановления правительства РФ от 5 сентября 2013 г. №782 «О схемах водоснабжения и водоотведения» был проведен анализ технического состояния систем водоснабжения п. Вожега и Вожегодского городского поселения.

Вожегодское городское поселение Вожегодского муниципального района Вологодской области расположено в центральной части Вожегодского района. Общая площадь Вожегодского городского поселения в существующих границах составляет 55460,33 га, население – 7510 человек, 49 населенных пунктов, из которых 24 – нежилые. Основная отрасль промышленности – лесозаготовительная, основные направления сельского хозяйства – молочное животноводство и кормоводство.

На территории Вожегодского городского поселения используется 13 скважин с глубинными насосами подъема воды из скважин. Десять скважин расположены в п. Вожега, где вода из скважин подается в сеть. На скважинах установлена частотная автоматика, которая поддерживает постоянное давление в системе. Две скважины расположены в д. Б-Климовская и п. Молодежный. Данные скважины подают исходную воду непосредственно в водопроводную сеть потребителям, на скважинах установлена частотная автоматика.

Подземные воды приурочены к водоносной верхнеказанской карбонатной серии верхней перми, сложенной трещиноватыми известняками и песчаниками. Химический состав вод очень разнообразен. Подземные воды гидрокарбонатные, кальциево-магниевый с минерализацией 0,2-0,4 мг/л.

Качество воды источников водоснабжения не соответствует требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01[1] по показателям мутности, цветности, железо общее. На протяжении всего срока эксплуатации скважин химический состав подземных вод не очень стабилен. Некоторые показатели изменяются, некоторые держаться примерно на одном уровне. Постоянные превышения есть по железу (до 3,6 мг/дм³), цветности (до 70 град.), мутности (до 12 мг/дм³), окисляемости (до 32,8 мг О₂/дм³). Остальные показатели также меняют свои значения, но не превышают предельно допустимых значений. Превышение упомянутых показателей имеет региональный характер и обусловлено естественными процессами формирования качества подземных вод [2].

Фактическое потребление воды за 2015 год составило 254127 м³/год, в средние сутки 696,2 м³/сут., в сутки максимального водоразбора 870,3 м³/сут. К 2024 году ожидаемое водопотребление с учетом снижения удельного водопотребления жителями на 25% от нормативного значения составит 216008 м³/год, в средние сутки 591,8 м³/сут, в максимальные сутки расход составит 739,7 м³/сут. Распределение воды по видам потребителей представлено на рисунке 1.

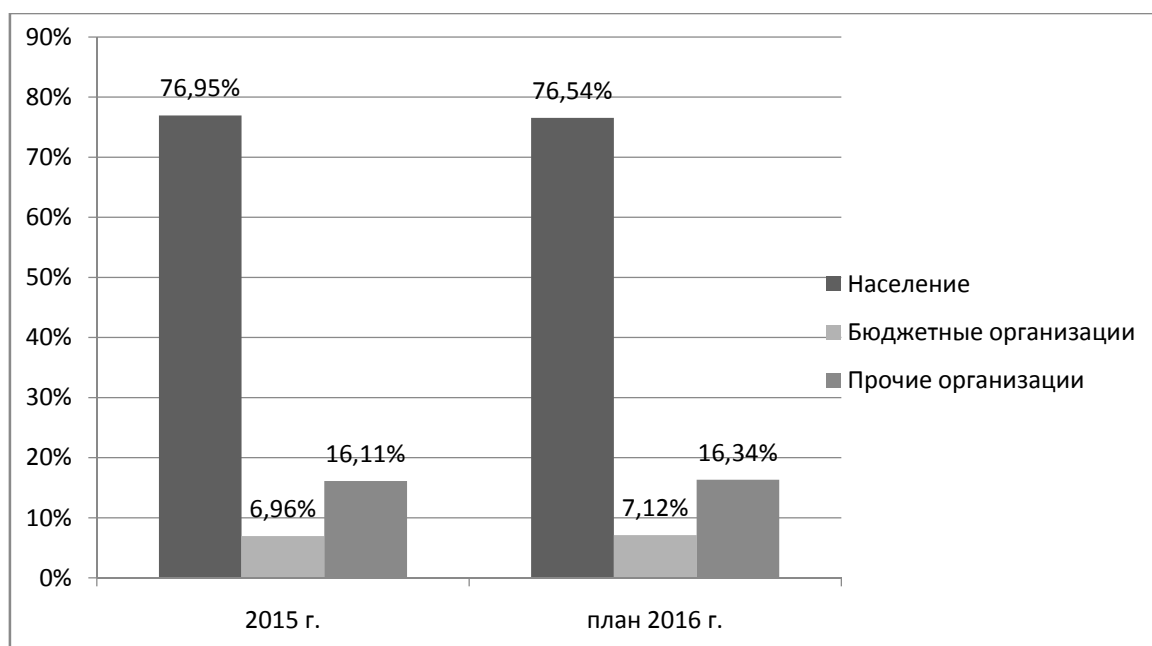


Рис. 1 . Распределение воды по видам потребителей

Динамика увеличения присоединяемых водопотребителей (м³/сут) вновь построенных жилых домов приведена на рисунке 2.

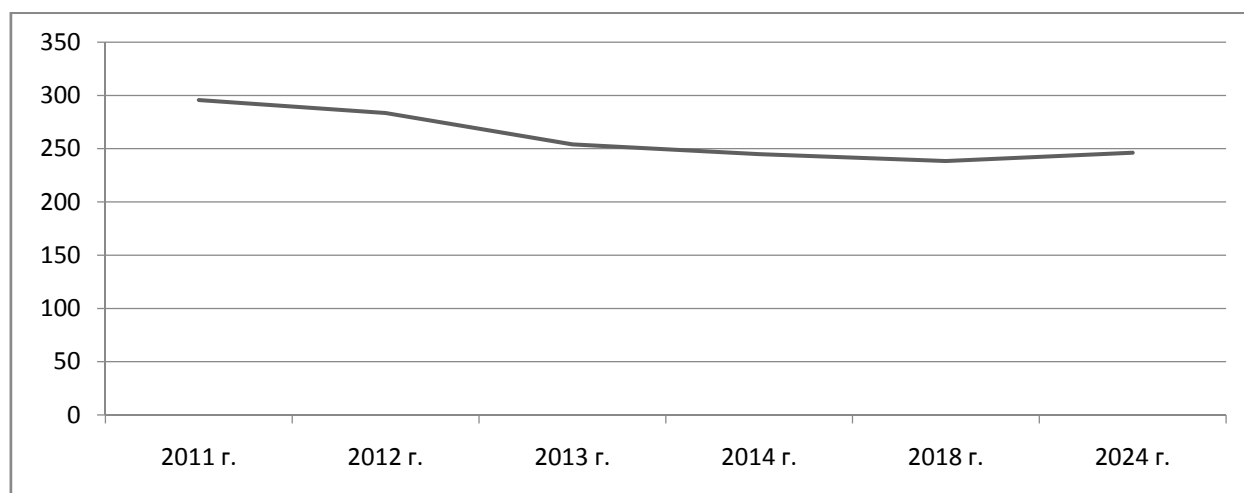


Рис. 2 Динамика уменьшения присоединяемой нагрузки

Техническое состояние системы водоснабжения характеризуется высокой степенью износа зданий, технологического оборудования и водопроводных сетей. Общая протяженность водопроводных сетей, обеспечивающих холодным водоснабжением население и организации – 50229,9 м. О степени износа можно судить исходя из аварийности – количество аварий составляет – 0,8 аварий на 1 км сетей в год.

Основные проблемы функционирования системы водоснабжения:

- высокая степень износа зданий и оборудования функциональных элементов системы;
- отсутствие водоочистки на большинстве артезианских скважин;
- высокая ресурсоемкость производства;
- низкая энергоэффективность оборудования;
- высокие показатели аварийности на сетях;
- высокие потери воды при транспортировке;
- в ряде районов пос. Вожега отсутствует централизованное водоснабжение.

На основе анализа технического состояния системы водоснабжения Вожегодского городского поселения с целью улучшения работы системы разработан перечень основных мероприятий по улучшению работы систем водоснабжения.

1. Проведение ремонта и реконструкция существующих водопроводных скважин, водонапорных башен и сетей в населенных пунктах городского поселения.

2. Реконструкция водопроводных сетей в п. Вожега протяженностью 3672 п.м.

3. Приобретение фильтров для очистки воды в зависимости от результатов лабораторных анализов проб воды

4. Установка водомеров на вводах водопровода во всех зданиях для осуществления первичного учета расходования воды отдельными потребителями.

5. Оборудование существующих скважин приборами учета отбираемой из скважин воды.

6. Замена или капитальный ремонт насосного оборудования ВЗУ с большим процентом износа.

7. Разработка проектов и обустройство зон санитарной охраны водозаборов и водопроводных сооружений.

8. Ремонт колонок общественного пользования.

9. Строительство станции водоочистки.

10. Капитальный ремонт зданий скважин.

11. Строительство наружных инженерных сетей водопровода во всех микрорайонах поселка.

12. Прочистка, разглинизация 13 скважин.

1. СанПиН 2.1.4.1074-01 | ПИТЬЕВАЯ ВОДА. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. – М. : Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2002. – 103 с.

2. Схема водоснабжения и водоотведения Вожегодского городского поселения Вожегодского муниципального района Вологодской области 2014 год 56 с.

ПРИМЕНЕНИЕ РЕГИОНАЛЬНЫХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ РЯДОВ НАБЛЮДЕНИЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СХЕМ УТИЛИЗАЦИИ СНЕГА НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА ВОЛОГДЫ

Е.В. Булавина

Научный руководитель Е.А. Лебедева, канд. техн. наук, доцент
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Для большей части территории России характерно выпадение большого количества твердых осадков в продолжительный зимний период и сохранение снежного покрова в течение длительного времени. На территории городов твердые осадки создают трудности для передвижения городского транспорта и пешеходов, поэтому качественная и своевременная зимняя уборка улиц является необходимым условием для обеспечения нормальной работы городского наземного транспорта и безопасности дорожного движения.

Согласно [1] мероприятия по утилизации снега должны проектироваться на основе комплексной генеральной системы снегоудаления города или его района, являющейся составной частью генеральных схем инженерного оборудования города.

В основу системы должны быть положены закономерности формирования объемов выпавшего снега и данные о загрязнении снежного покрова. Постоянные колебания метеорологических условий, изменение высоты снежного покрова, увеличение площади убираемых покрытий, новые технологии уборки снега требуют внесения изменений в исходные данные для расчета объемов вывоза и утилизации снега на территории города.

Исследование проблемы усовершенствования утилизации снега на территории города Вологды с учетом актуальных региональных климатических и метеорологических особенностей природной среды является важной задачей, с помощью решения которой в будущем будет решена проблема повышения эффективности отвода с территорий дождевых и талых вод, которые при их избытке приводят к разрушению фундаментов и элементов зданий, затоплению подвалов, разрушению дорожного полотна, эрозии грунта, общему нару-

шению растительного покрова на территории и, как следствие, заболачиванию.

Целью работы является выделение комплекса региональных метеорологических характеристик и их актуализация путем статистической обработки многолетних рядов метеорологических наблюдений на метеостанции «Вологда».

Основными метеорологическими характеристиками, положенными в основу расчета поверхностного стока являются климатические параметры холодного и теплого периодов года, представленные в СП 131.13330.2012 «Строительная климатология» [2].

Архив данных основных метеорологических наблюдений с 1966 по 2015 год представлен на официальном сайте ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации – мировой центр данных». Массив содержит данные восьмисрочных наблюдений за основными метеорологическими параметрами с 1966 года. Точность данных соответствует точности измерения метеорологических параметров, указанной в «Наставлениях метеорологическим станциям и постам», вып. 3, часть 1, 1985. Все элементы проконтролированы на допустимые значения, элементам массива присвоены признаки качества, позволяющие отсеять сомнительные данные [3].

Климатические параметры для станций Вологодской области (Вологда, Вытегра, Никольск, Тотма), рассчитаны за период наблюдений 1966-2010 гг. Однако, в тексте [2] указано, что при разработке территориальных строительных норм (ТСН) уточнение климатических параметров должно производиться с учетом метеорологических наблюдений за период после 1980 г.

Следует иметь в виду, что региональные тренды выявляются на фоне изменений с периодом нескольких десятилетий, так что нельзя с уверенностью утверждать именно о наличии тренда, а не определенной фазы таких колебаний.

Анализ многолетних изменений атмосферных осадков на метеостанции «Вологда» за 1980-2015 гг. представлен на рисунке 1.

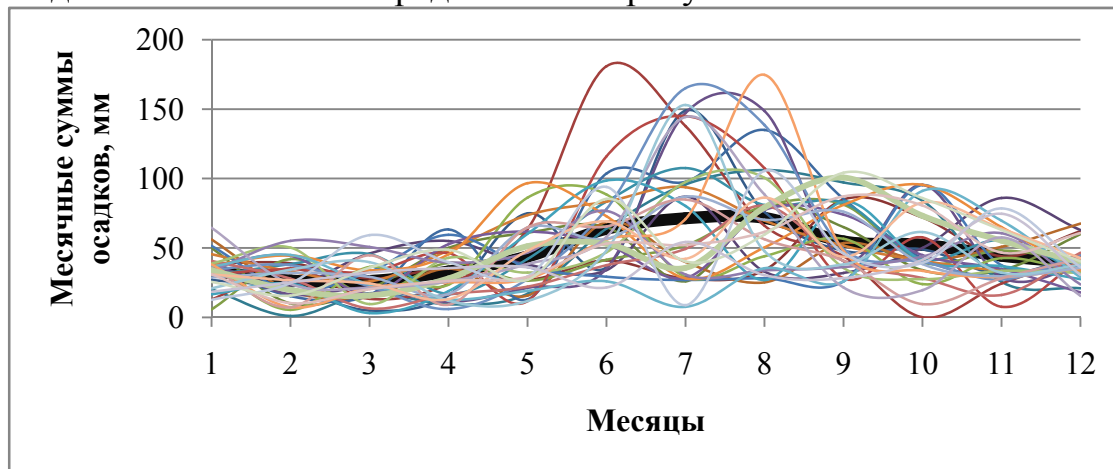


Рис. 1. Графики месячных сумм осадков на метеостанции «Вологда» за 1980-2015 гг. Условные обозначения: тонкие кривые – месячные суммы осадков за различные годы с 1980 по 2015; толстая черная линия – среднее многолетнее значения

Из графика следует, что в многолетнем срезе максимальные амплитуды среднемесячного количества осадков отмечаются в теплый период года (с мая по сентябрь). В холодный период года многолетние колебания среднемесячного количества осадков существенно более сглажены.

По данным метеостанции "Вологда" максимальные месячные суммы атмосферных осадков приурочены к летнему периоду (с июня по сентябрь). Максимальные месячные суммы осадков представлены на рисунке 2. Минимальные месячные суммы атмосферных осадков отмечались в различные сезоны года однако преимущественно это происходит в феврале-марте (рисунок 3).

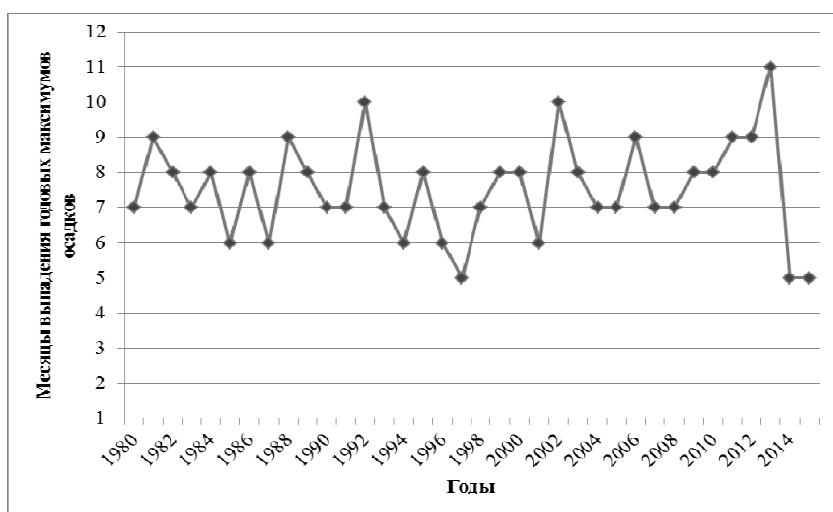


Рис. 2. График распределения максимальных месячных сумм осадков по сезонам года за период с 1980 по 2015 гг.

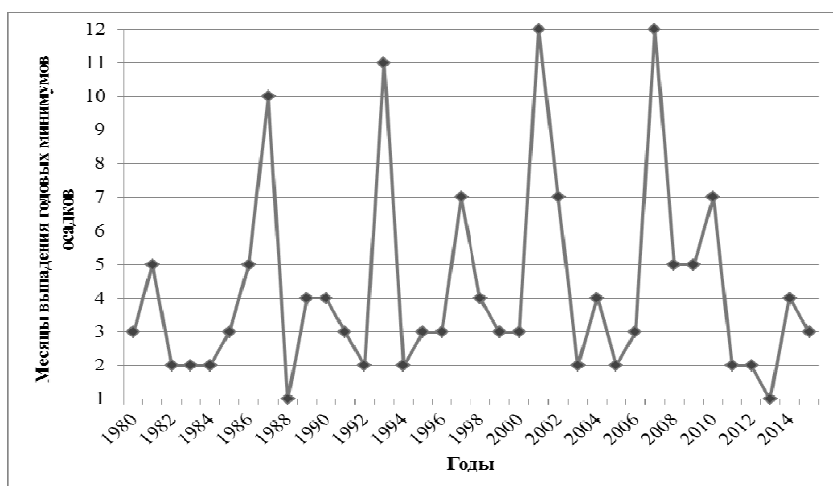


Рис. 3. График распределения минимальных месячных сумм осадков по сезонам года за период с 1980 по 2015 гг.

Температура приземного слоя воздуха является важным параметром, определяющим условия увлажнения территории. График сезонного хода среднемесячных температур по метеостанции «Вологда» представлен на

рис. 4. Видно, что наибольшим разбросом температур относительно многолетних средних месячных величин характеризуется январь, февраль, март и декабрь.

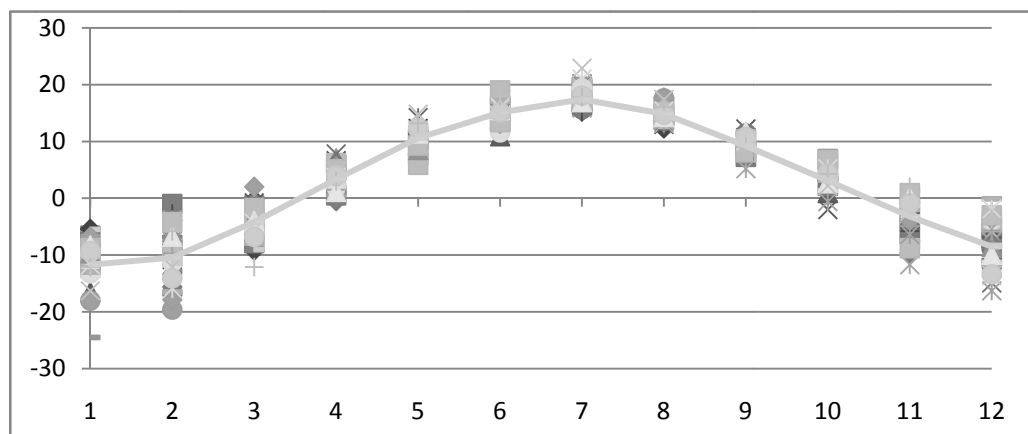


Рис. 4. График многолетних среднемесячных температур приземного слоя воздуха на метеостанции «Вологда» за 1980-2013 гг. Условные обозначения: маркеры – среднемесячные температуры за различные годы; толстая линия – среднемноголетние значения

Анализ среднегодовой температуры показывает тенденцию к росту. При анализе многолетних рядов температур за различные сезоны года наибольшая тенденция к росту наблюдается в зимний период.

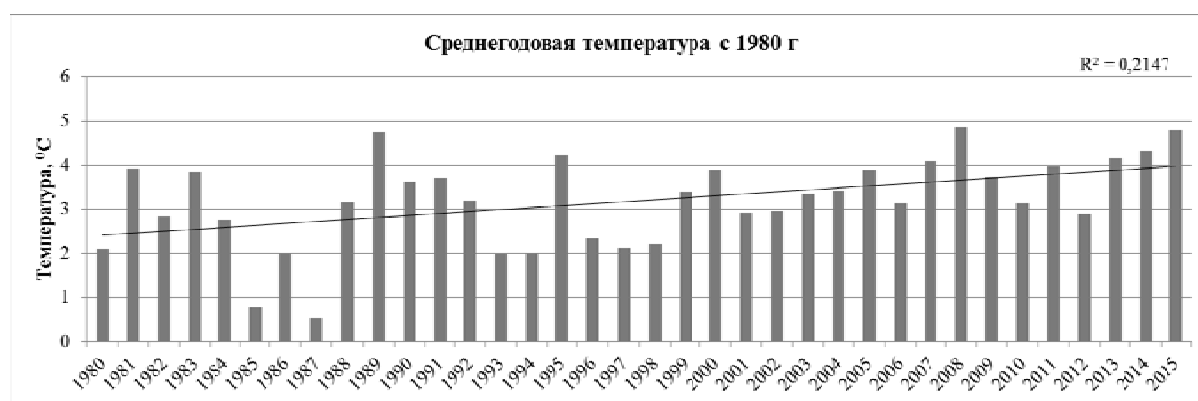


Рис. 5. График среднегодовых температур за период наблюдений с 1980 по 2015 гг.



Рис. 6. График многолетних температур в зимний период с декабря по февраль за период наблюдений с 1980 по 2015 гг.

Таким образом, тенденция к росту температуры приводит к изменениям пропорции между жидкими и твердыми осадками в течение года, но больше всего, в зимний период с декабря по февраль, что отражается на таких характеристиках снежного покрова, как высота, плотность, запас воды в снеге, продолжительность залегания, что необходимо учитывать при проектировании схем утилизации снега и миграции загрязнителей в окружающей среде.

1. Руководство по проектированию городских улиц и дорог / Центр. н.-и. и проектный ин-т по градостроительству Госгражданстроя. – М.: Стройиздат, 1980. – 222 с.

2. СП 131.1330.2012. Свод правил. Строительная климатология: актуализированная редакция СНиП 23-01-99: утв. Минрегионом РФ 30.06.2012 №275. – Введ. 01.01.2013. – Москва: Минрегион России, 2012. – 109 с.

3. Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации – Мировой Центр Данных [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://meteo.ru/data/158-total-precipitation>.

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА ОБЕЗВОЖИВАНИЯ ШЛАМА

М.И. Вахромеева, А.С. Евтушенко

Научный руководитель Ю.А. Морева, канд. техн. наук, доцент

Магнитогорский государственный технический университет

им. Г.И. Носова

г. Магнитогорск

Проблема обработки и утилизации осадков является одной из самых важных для большинства городов, населенных пунктов и промышленных предприятий. Накапливание необработанных осадков на иловых площадках, отвалах, карьерах приводит к нарушению экологической безопасности и угрозе жизни и здоровья населения.

Огромное количество частично обезвоженного и недостаточно стабилизированного осадка образуется за продолжительный период использования станций очистки сточных вод. Главной целью обработки осадков сточных вод является уменьшения их объемов и подготовки к последующему размещению, а также их использование или утилизация с соблюдением санитарно-технических норм и регламентов для окружающей среды с поддержанием ее благоприятного состояния.

Обезвоживание осадков сточных вод в настоящее время является серьезной проблемой. Большинство предприятий осуществляют обезвоживание осадка на песковых и иловых площадках, а также используют полигоны для их складирования.

Однако вследствие выделения вредных веществ и возможного загрязнения грунтовых вод, полигоны являются экологически опасными объектами. Рекультивация требует серьезных экономических затрат по окончании эксплуатации. Решением проблемы может стать внедрение установки по механическому обезвоживанию с последующим сжиганием осадка [1].

В настоящее время учеными проводятся исследования, разрабатываются новые технологии и оборудование для решения проблем обезвоживания осадков сточных вод.

Технологические процессы и оборудование, применяемые для обезвоживания осадков сточных вод, можно классифицировать по виду механического воздействия на их структуру:

- обезвоживание осадков под действием разряжения;
- обезвоживание осадков под действием давления;
- обезвоживание осадков в поле центростремительных сил;
- обезвоживание осадков на вакуум-фильтрах [2].

На сегодняшний день наиболее распространено обезвоживание осадков в центрифугах и ленточных фильтр-прессах, что обусловлено их надежностью и экономической эффективностью. Наиболее дорогими фильтр-прессами являются камерные, которые используются в горнодобывающей промышленности и на других крупных предприятиях. Гидравлические прессы являются дорогостоящим оборудованием, которое отвечает строгим требованиям санитарно-гигиенических норм. Для обезвоживания осадков, содержащих волокнистый материал, применяют шнековые прессы, которые часто используют на предприятиях целлюлозно-бумажной промышленности [3].

Фильтр-прессы применяют для обработки сжимаемых аморфных осадков в тех случаях, когда осадок направляют после обезвоживания на сушку или сжигание, либо, когда необходимо получить осадки с минимальной влажностью. Фильтр-пресс целесообразно использовать для обезвоживания осадков промышленных сточных вод с высоким содержанием минеральных составляющих.

Возможность обработки осадков без выделения песка и распространения запаха является достоинством вакуум-фильтров. Для эксплуатации вакуум-фильтров необходимо дополнительное оборудование: вакуум-насосы, воздухоудовки, ресиверы, центробежные насосы и устройства, обеспечивающие постоянную работу вакуум-фильтра. Недостатками вакуум-фильтров являются сложность управления, низкая надежность, невозможность использования органических флокулянтов для кондиционирования осадка, громоздкость, повышенный расход электроэнергии и загрязненность окружающей среды.

Не редким стало использование центрифугирования осадков. Достоинствами этого метода являются простота, экономичность и управляемость процессом, а также получение осадков низкой влажности на выходе. Такое оборудование применяется для механического разделения твердой и жидкой фаз

в смесях с различной плотностью. Процесс разделения основывается на принципе осаждения твердых частиц под действием центробежных сил. При этом процесс происходит значительно быстрее, чем при гравитации.

Для механического обезвоживания любых видов осадков, образовавшихся на хозяйственно-бытовых, промышленных, сельскохозяйственных сточных водах, также используется шнековый дегидратор.

Однако сопоставление методов и аппаратов для механического обезвоживания осадков показывает, что каждый из них имеет ряд преимуществ и ряд недостатков.

Для устранения недостатков, связанных с недостаточным обезвоживанием осадков, существуют следующие способы:

- применение ряда специальных реагентов;
- замена оборудования;
- совместное применения нескольких видов оборудования (например вакуум-фильтры и декантеры) [4].

Выбор того или иного оборудования для обезвоживания осадков сточных вод, а также метода интенсификации зависит от конкретного производства, его объемов, состава сточных вод, а также технико-экономического обоснования.

Проблема недостаточного обезвоживания шлама возникла в кислородно-конвертерном цехе (ККЦ) ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат».

Комплекс по обезвоживанию конвертерных шламов предназначен для приема шламовой пульпы от радиальных отстойников «грязных» оборотных циклов водоснабжения газоочисток конвертеров №1-3 и МНЛЗ №1-4.

Шламовая пульпа в количестве $300 \text{ м}^3/\text{ч}$ насосными агрегатами насосной станции шламово-кислородного хозяйства подается в блок обезвоживания БОС ККЦ, где происходят процессы сгущения, усреднения и обезвоживания шлама в среднем до 21%. После этого обезвоженный шлам железнодорожным транспортом отправляется для производства агломерата. Осветленная вода, отделенная от шлама возвращается в «грязный» оборотный цикл водоснабжения газоочисток конвертеров через камеру дегазации.

Процесс обезвоживания происходит в камерно-мембранном фильтр-прессе. На выходе получается осадок с влажностью 20-21% вместо необходимой влажности 12-15%. Это приводит к дополнительным затратам на транспортировку шлама в зимний период. Шлам, имеющий повышенную влажность, смерзается, и его необходимо отогревать для дальнейшей выгрузки. В связи с чем возникла необходимость интенсификации процесса обезвоживания осадка конвертерного шлама для его дальнейшего использования в производстве.

В качестве решения данной проблемы предлагается рассмотреть реконструкцию фильтр-пресса.

Были проведены исследования влияния различных факторов на конечную влажность осадка при имитации обезвоживания на фильтр-прессе. Результаты проведенных опытов доказали, что оптимальными параметрами операции «Просушка» осадка являются длительность 120 сек. при давлении 0,8 МПа. Исследование влияния глубины камеры фильтр-пресса на конечную влажность осадка показало, что при глубине камеры 40 мм влажность на выходе составляет в среднем 16-17%, а при глубине 30 мм – 14 – 15%. Таким образом, для получения осадка с минимальной влажностью необходимо уменьшение глубины камеры фильтр-прессов до 30 мм и применения дополнительной операции «Просушка осадка» сжатым воздухом.

При имитации процесса обезвоживания в качестве фильтрующей перегородки были использованы фильтровальные ткани с различной воздухопроницаемостью и пропускной способностью, предварительно отобранные на основании свойств суспензий. Лучшие суммарные показатели по скорости фильтрования, чистоте фильтрата (около 1 г/л), влажности и отделению осадка от фильтровальной перегородки выявлены у фильтровальной ткани артикула PRC7022.

Удельная производительность по сухому конвертерному шламу составила 80 кг/м²·час (при содержании твердой фазы в суспензии не менее 50% масс.), а влажность осадка 14 – 15%.

Снижение влажности конвертерных шламов позволит снизить потребление железорудного сырья, а соответственно, и себестоимость выплавляемой стали. Осветленная вода, полученная после обезвоживания, возвращается в системы оборотного водоснабжения конвертерного цеха. Это позволит снизить водопотребление, а также уменьшит нагрузку на водную среду Магнитогорского водохранилища.

1. Храменков С.В. Комплексное решение проблемы по разработке и внедрению современных технологий рекультивации территорий иловых площадок станций аэрации с возвращением выведенных из оборота земель // Водоснабжение и санитарная техника. – 2002. – № 12 (часть 1). – С. 17 – 20.

2. Благоразумова А.М. Обработка и обезвоживание осадков городских сточных вод: учебное пособие, часть 1. – Новокузнецк: Сиб-ГИУ, 2010. – 139 с.

3. Обезвоживание осадка [электронный ресурс] / режим доступа: http://www.purebalticsea.eu/index.php/gpsm:good_practices:ru.

4. В. С. Каминский, М. Б. Барбин, Л. Ф. Долина, К. И. Сафронова, М. С. Соколова. Интенсификация процессов обезвоживания. – 1982, с.4-6

ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ РЕШЕНИЙ СОКРАЩЕНИЙ УТЕЧЕК ВОДЫ

Д.И. Великанов

Научный руководитель М.М. Медиоланская, канд. техн. наук, доцент

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Внедрение современных технологий предотвращения утечек воды и повреждений на трубопроводах весьма актуально, позволяет решить проблемы дефицита ценного природного ресурса – пресной воды. Помимо экологического аспекта сокращение утечек снижает нагрузку на водопроводные станции, позволяет увеличить зону обслуживания населения действующими системами водоснабжения без их расширения и нового строительства, исключить отрицательное воздействие утечек воды на фундаменты и другие строительные конструкции зданий.

В данной статье рассмотрены современные решения сокращения утечек воды. Технологии, применяемые для повышения надежности трубопроводов и сокращения потерь воды. Перечислено, что способствует снижению аварийности и утечек на водопроводных сетях. Показаны основные причины, которые вынуждают бороться с утечками, и факторы определяющий высокий уровень потерь воды.

Известно, что общее водопотребление формируется техническими, социальными и другими факторами. К техническим факторам относятся конструктивные особенности водоразборной арматуры; к социальным – факторы, определяющие продолжительность выполнения процедур и количество используемой воды в повседневной жизни людей; факторы вызывающие нарушение герметичности и образования утечек воды.

Целью работы является современные пути решения сокращений и предотвращения утечек, а так же внедрение мероприятий по устранению потерь, и непроизводительных затрат воды. Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

1. Изучить причины возникновения утечек воды.
2. Определить структуру неучтенных расходов и потерь воды.
3. Рассмотреть технологии для сокращения утечек воды.
4. Внедрить мероприятия для снижения утечек и потерь воды.

Объектом исследования является г. Вологда.

Для сокращения и устранения непроизводительных затрат и потерь воды ежемесячно производится анализ структуры, определяется величина потерь воды в системах водоснабжения, оцениваются объемы полезного водопотребления, и устанавливается плановая величина объективно неустраняемых потерь воды. Наибольшую сложность при выявлении аварийности представляет определение размера скрытых утечек воды из водопроводной сети. Их

объемы зависят от состояния водопроводной сети, возраста, материала труб, грунтовых и климатических условий и ряда других местных условий.

В таблице представлены сведения о планируемых годовых потерях воды при ее транспортировке.

Таблица

Планируемые годовые потери воды при ее транспортировке

Показатели	Ед.изм.	2013	2014	2015	2016
Подано в сеть	тыс. м ³	38145	37520	36375	36253
Потери в сетях	тыс. м ³	11329	11020	10185	10078
Потери в сетях % от поданной воды	%	29,7	29,4	28	27,8

Как видно по данным таблицы, планируемые потери воды в сетях составляют значительный высокий процент от поданной воды. Внедрение мероприятий по водосбережению, позволило бы снизить потери воды, сократить объемы водопотребления, ликвидировать дефицит воды, снизить нагрузку на водопроводные станции, повысив качество их работы, и расширить зону обслуживания при жилищном строительстве [1].

Не существует универсального технического решения и любую водопроводную сеть нужно рассматривать как отдельный случай и учитывать условия местности (почва, плотность населения, климат и т.д.), но для всех водопроводов справедлив тот факт, что негерметичность возникает там, где стоит неподходящее уплотнение. Решением этой проблемы является резинометаллическое уплотнение [2].

Как правило, качественный технически усовершенствованный уплотнительный элемент стоит дороже, чем обычное уплотнение, однако его использование уже за короткий срок окупается за счет предотвращения утечек больших объемов.

Внедрение таких уплотнений значительно повысит эффективность водоснабжения.

Ценные объемы воды, которые уходят на определённые нужды, безвозвратно теряются, попусту уходят деньги эксплуатирующих организаций на забор воды, ее обработку, подготовку и подачу конечному потребителю [3].

Для повышения надежности трубопроводов и сокращения потерь воды применяют: бестраншейные технологии восстановления и прокладки; современные запорно-регулирующие и предохранительные арматуры; автоматизированные информационные системы [4].

Ликвидация потерь и утечек позволит увеличить полезную мощность внутреннего водопровода, исключить отрицательное воздействие утечек воды на фундаменты и другие строительные конструкции зданий [5].

Потери воды в системе зависят от количества повреждений на трубопроводах систем водоснабжения, а также на других ее элементах.

Утечки из водопроводной сети приводят к значительному материальному и экологическому ущербу.

Основными причинами потерь воды являются: износ сети; эксплуатация стальных и чугунных труб, не защищенных от коррозии; повышенные напоры; большая амплитуда их колебания в течение суток; гидравлические удары; отсутствие надежных приборов для своевременного обнаружения утечек воды.

Снижению аварийности и утечек на водопроводных сетях способствует оптимизация гидравлических режимов работы системы, в том числе:

снижение напора; установка на магистральных водоводах регуляторов давления и воздушных клапанов; зонирование сетей.

Высокие скачки давления в магистральных водоканалах обусловлены неустановившимся давлением, которое может вызвать трещины, и может привести к повреждениям трубопровода. Контроль над неустановившимся давлением может значительно предотвратить повреждения и последующие утечки.

Решением данной проблемы является гидравлический контроллер обратного клапана, который предотвращает повышение давления в магистральной.

В случае внезапного прорыва воды целесообразна установка системы защиты от протечек (например, Neptun, Hidrolock, Аквасторож), которая обнаружит аварию и незамедлительно перекроет водоснабжение. Такая система значительно сократит утечки воды, возникающие из-за негерметичности в системе.

Для оперативного обнаружения утечек, применяют корреляционные течейскаатели. Вытекающая под напором в месте утечки вода, создает шум, который распространяется по трубе в обе стороны от места утечки. Этот шум принимается двумя датчиками, установленными на трубопроводе, и сигналы с датчиков пересылается затем по радиоканалу на коррелятор.

Изучив основные причины утечек и потерь воды, предлагаются следующие мероприятия:

- применение труб из некорродирующих материалов, а также труб с внутренним антикоррозионным покрытием;
- снижение подачи воды и напоров в сети в ночное время суток;
- применение более совершенной водопроводной арматуры и оборудования.

1. Примин, О. Пути снижения потерь воды [Электронный ресурс] / О. Примин // Коммунальный комплекс России. – 2013. – № 4 (106). – Режим доступа: <http://www.gkhprofi.ru/news.php?id=748>

2. Данилович Д.А., Чечеватова О.Ю. Эффективное предотвращение потерь питьевой воды. // Наилучшие доступные технологии для водоснабжения и водоотведения. 2016. № 4. С. 32–33.

3. Исаев В.Н., Чухин В.А., Герасименко А.В. Ресурсосбережение в системе хозяйственно-питьевого водопровода // Сантехника. 2011. №3. С.14-17.

4. Поршнеv В.Н., Новикова Л.В. Мероприятия по энергосбережению и снижению потерь воды в системах городского водоснабжения // Энергосбережение. 2004. – № 5.

5. Кармазинов Ф.В., Махнев П.П., Юдин М.Ю. Методика определения неучтенных расходов и потерь воды в системах коммунального водоснабжения. Утверждена Приказом Минпромэнерго России от 20 декабря 2004 г. № 172.

УДАЛЕНИЕ БОРА ИЗ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

А.В. Верняева

Научный руководитель Е.А Мезенева, канд. техн. наук, доцент
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Одной из самых важных глобальных проблем нескольких последних десятилетий является качество и доступность питьевой воды. По всему миру запасы пресной воды стремительно уменьшаются, а численность населения и потребление воды, в свою очередь, растут.

В России проблема нехватки воды не является настолько острой, как во многих других странах, но при этом проблемы с ее качеством все равно возникают. Так, по данным Роспотребнадзора, на территории Вологодской области общее число источников, пригодных для питьевого водоснабжения составляет 595, из которых 35 (5,4%) поверхностные источники, а 560 (94,6%) подземные.

В связи с тенденцией роста эксплуатации подземных вод, вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения актуальна проблема их очистки от определенных отдельных лимитирующих составляющих загрязнений, а именно бора, удаление которых не выполняет и не решает применяющаяся система водоподготовки и различные ее варианты, которые в основном рассматривают удаление других соединений, например: железа, марганца и др.

В природных водах бор существует прежде всего в виде недиссоциированной борной кислоты и некоторых боратов. Бораты- соли ортоборной кислоты (H_3BO_3) и полиборных кислот ($H_2B_4O_7$, $H_3B_5O_9$ и др.), которые входят в состав таких распространенных минералов галогенно- и вулканогенно-осадочных горных пород, как гидроборатид, доломит, ашарит, углексит, данбурит и др. Известно 85 природных боратов [1].

Бор выполняет важную функцию в жизнедеятельности: он входит в число пяти важнейших микроэлементов. Например, постоянное употребление питьевой воды с превышающим содержанием бора вызывает у человека повышенное содержание сахара в крови, угнетение работы периферической нервной системы, снижение концентрации желудочного сока, нарушение обмена веществ и др.

Бор является биологически активной добавкой и в соответствии с принятой классификацией его относят к токсичным веществам.

Соединения бора относятся ко второму классу токсикологической опасности, их содержание в питьевой воде подлежит контролю. В США нет обязательного верхнего предела для бора в питьевой воде, но американское Агентство по охране окружающей среды рекомендует в качестве нормативной величины значение 1 мг/л. Всемирная организация здравоохранения приняла предел содержания бора в питьевой воде равным 0,5 мг/л, а страны Европейского сообщества – 1 мг/л. В Японии допустимый уровень содержания бора даже ниже и равен 0,2 мг/л [2].

В России требования пригодности подземных вод для питьевого назначения принимаются согласно СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества». Согласно СанПиН, содержание бора в питьевой воде не должно превышать 0,5 мг/л [3].

Цель данной работы заключается в сборе информации об источнике водоснабжения п. Можайское Вологодского района, в анализе и обработке санитарно-технических характеристик рабочих водозаборных скважин.

Проведем анализ источника водоснабжения п. Можайское Вологодского района. В поселке функционирует централизованная система водоснабжения. Источником водоснабжения являются подземные воды, забираемые насосами артезианских скважин. Здания общественно-коммунального назначения и большая часть населения обеспечиваются питьевой водой от ВНС, подпитываемой 9 артезианскими скважинами. Скважины закольцованы, подают воду к водонапорной башне емкостью бака 25 м³, далее в сеть водопровода на инкубаторы СХПК «Племптица Можайское» и для водоснабжения пос. Можайское. ВНС мощностью 50 м³/час с двумя накопительными РЧВ по 150 м³ каждый расположена в 400 м на юг от поселка. Всего на территории поп. Можайское было пробурено 15 скважин. Скважины № 654, 1178, 1621, 1662, 2603 в настоящее время не эксплуатируются, затампонированы.

Санитарно-технические характеристики рабочих водозаборных скважин представлены в таблице.

Таблица

Санитарно-технические характеристики водозаборных скважин

№ п/п	№ скважин по паспорту	Глубина, м	Год бурения, Состояние	Качество воды, показатели несоответствия
1.	2245	165,0	1977 рабочая	Fe – 0,81 мг/л; бор – 1,82 мг/л; мутность – 1,66 мг/л; запах – до 3 баллов.

Окончание таблицы

№ п/п	№ скважин по паспорту	Глубина, м	Год бурения, Состояние	Качество воды, показатели несоответствия
2.	74347	170,0	1990 рабочая	Fe – 0,79 мг/л; бор – 1,72мг/л; мутность-15,7мг/л; запах –до 3 баллов, цветность – до 20 баллов, барий – до 0,24мг/л, свинец –до 0,11892 мг/л.
3.	2581	195,0	1980 рабочая	Fe – 0,48 мг/л; бор- 2,24мг/л.
4.	74348	180,0	1990 рабочая	Fe – 1,27 мг/л; бор- 1,91мг/л.
5.	2888	172,0	1983 рабочая	Fe – 2,84 мг/л; бор- 1,83мг/л, мутность-7,49мг/л.
6.	2198	175,0	1977 рабочая	Fe – 2,72 мг/л; бор- 1,63мг/л; мутность-5,55мг/л; запах –до 3 баллов, барий – до 0,606мг/л.
7.	14/94	173,5	1994 рабочая	Fe – 1,68 мг/л; бор- 1,16мг/л, мутность-4,24мг/л.
8.	15/94	176,0	1994 рабочая	Fe – 0,54 мг/л; бор- 1,7мг/л; мутность-1,65мг/л; барий – до1,28мг/л.
9.	3/99	195,0	2000 рабочая	Fe – 7,14 мг/л; бор- 1,45мг/л; мутность-10,4мг/л; запах –до 4 баллов, барий – до 0,25мг/л.

Качество подземных вод из скважин № 2245, 74347, 2581, 74348, 2888, 2198, 14/94, 15/94, 3/99 не соответствуют требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01 “Вода питьевая ” по: железу (до 9ПДК), бору (до 4,5 ПДК), запаху, мутности, бария (до 6 ПДК).

Во многих случаях подземные воды не требуют обработку перед подачей их потребителю, именно поэтому актуальность очистки подземных вод от отдельных составляющих, например от бора, вызывает ряд вопросов о выборе метода очистки. Каждый состав воды индивидуален и требует проведения определенных исследований.

Существует не так много способов удаления бора из воды: соосаждение и осаждение борат- анионов в виде труднорастворимых соединений, сорбция

неорганическими сорбентами, ионный обмен, мембранная технология: электродиализ и обратный осмос [4].

Методы соосаждения и осаждения при помощи химических реагентов рассчитаны на очистку водных растворов со значительными концентрациями бора (≥ 1 г/л) [4].

Получение более эффективного оксигидратного циркониевого сорбента вследствие амфотерности циркония требует создания оптимальных условий для протекания основной структурообразующей стадии синтеза сорбента, а именно его избирательности к соединениям бора, что весьма трудоемко. Полученный сорбент механически не прочен, достаточно дорог [4].

Мембранными методами- электродиализом и обратным осмосом задерживается до 40-60% бора, но одновременно происходит изменение общего ионного состава воды (опреснение) [4].

Для извлечения бора применяют метод сорбции на органических слабо-основных анионитах с последующей десорбцией соляной кислотой. На последней стадии воду упаривают для извлечения поваренной соли. Однако указанный способ работоспособен при наличии бора в водах в концентрациях более 50 мг/л. При меньшем его содержании бор будет частично потерян при извлечении других компонентов [4].

На качество подземных вод влияет сразу несколько факторов окружающей среды, поэтому метод их очистки должен быть комплексным.

Таким образом, для разработки комплексного метода очистки воды от бора необходимо после анализа существующих методов провести экспериментальные исследования и разработать схему очистки природных вод от соединений бора, определить оптимальные параметры процесса очистки воды из артезианских скважин в п. Можайское в лаборатории.

1. А. Ф. Горбов. Геохимия бора. – М., 1976
2. http://www.who.int/water_sanitation_health/en
3. СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества».
4. Л. С. Алексеев. Контроль качества воды. – М., Изд-во Инфра-М, 2010.

АНАЛИЗ МЕХАНИЗМОВ НОРМИРОВАНИЯ СТОЧНЫХ ВОД

Т.А. Воробьева

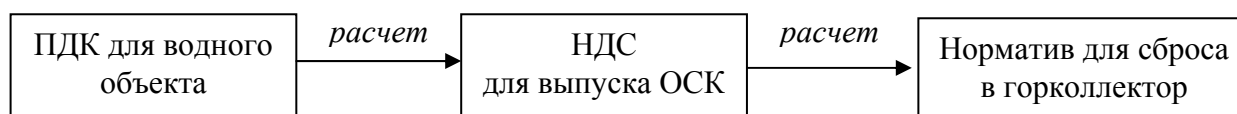
Научный руководитель А.А. Кулаков, канд. техн. наук

Вологодский государственный университет

г. Вологда

В настоящее время система водного законодательства в Российской Федерации регулируется Водным кодексом и Федеральным законом «Об охране окружающей среды». Нормирование сброса сточных вод основано на установлении требований к содержанию загрязняющих веществ в водном объекте – предельно допустимая концентрация (ПДК), на базе которой затем рассчитывается концентрация допустимых загрязнений в отводимых сточных водах.

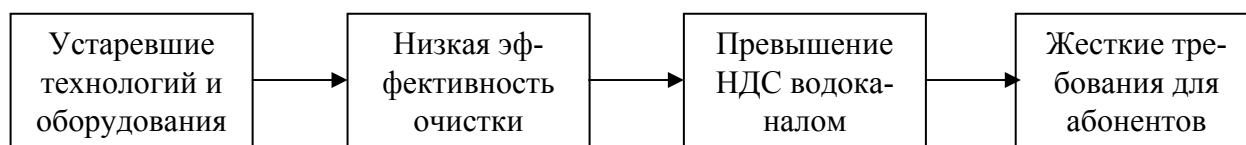
Для всех выпусков предприятий коммунального или промышленного сектора с учетом ПДК, которая зависит от назначения водного объекта, рассчитывается величина норматива допустимого сброса (НДС) – максимально возможная масса загрязняющих веществ, которая может быть отведена в водный объект при обеспечении норматива качества окружающей среды.



Нормирование качества воды осуществляется в соответствии с физическими, химическими, биологическими (в том числе микробиологическими и паразитологическими) и иными показателями состава и свойств воды водных объектов.

Предприятия водопроводно-канализационного хозяйства (ВКХ), в свою очередь, перекладывают требования на абонентов, отводящих сточные воды в водоотводящую сеть.

Существующее водное законодательство мотивирует предприятия ВКХ внедрять современные технологии и увеличивать эффективность очистки сточных вод на городских сооружениях. При использовании устаревших технологий и оборудования достижение НДС предприятием, осуществляющим сброс сточных вод в водный объект, не представляется возможным. В результате устанавливаются более жесткие требования абонентам на сброс сточных вод в системы водоотведения города:



В таблице 1 представлена информация по требованиям к питьевой воде согласно СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода», нормативы качества воды водного объекта и данные по предъявляемым требованиям к сбросу сточных вод в системы водоотведения некоторых населенных пунктов Вологодской области.

Таблица 1

Нормативы качества воды

Показатель	Водный объект ¹	Горколлектор					СанПиН Питье- вая вода
		Допу- щены к сбросу в сеть ²	Город №1	Город №2	Город №3		
					ОСК-1	ОСК-2	
1	2	3	4	5	6	7	8
pH	-	6,0-9,0	6,5-8,5	6,5-8,5	6,5 – 8,5	6,5 – 8,5	6-9
Температура, °C	-	+40	-	-	+40	+40	-
ВВ	C _ф +0,25	300	240	258	200	250	-
БПК ₅	2	300	-	-	-	-	-
БПК _{полн}	3	-	200	220	200	300	-
ХПК	-	500	-	414	300	450	-
N-NH ₄ ⁺ +N _{орг}	-	50	-	-	-	-	-
Аммоний-ион	0,5	-	37,4	14,2	22,47	13,74	2 ³
Нитраты	40	-	40	160	40	40	45
Нитриты	0,08	-	0,08	0,16	0,08	0,08	3
Общий фосфор	-	12	-	-	-	-	-
Фосфаты (по фосфору)	0,2	-	8,8	2,2	0,58	0,315	-
Железо общее	0,1	3	0,43	0,24	0,68	0,335	0,3
Сульфаты	100	300	100	100	100	213,91	500
Хлориды	300	1000	300	300	300	300	350
Нефтепродукты	0,05	10	1,06	0,1	0,57	0,38	0,1
АПАВ	-	10	2,5	-	-	-	0,5
СПАВ	0,5	-	-	0,93	12,82	1,777	-
Фенолы	0,001	0,25	0,01	0,005	-	0,0087	0,25 ⁴
Формальдегид	0,01	-	0,26	0,18	0,1	-	0,05(при озон.)
Цинк	0,01	1	0,03	-	0,061	0,033	5
Медь	0,001	0,5	0,008	-	0,0055	0,0039	1
Алюминий	0,04	3	0,125	-	-	-	0,5
Молибден	0,001	-	0,004	-	-	-	0,25
Марганец	0,01	1	0,129	-	-	-	0,1
Метанол	0,1	-	-	0,54	-	-	-
хром ⁶⁺	0,03	0,05	0,02	-	-	-	0,5
Никель	-	0,05	0,01	-	-	-	0,1
Роданиды	-	-	-	-	-	0,239	-
Цианиды	-	-	-	-	-	0,239	0,035

Примечание: 1 – для централизованных общесплавных и бытовых систем водоотведения согласно приложению 3 Правил ХВВ; 2 – категории водных объектов – рыбохозяйственное водопользование высшей и первой категории; 3 – аммиак по азоту; 4 – фенольный индекс; числовые значения в мг/л, температура – °C.

При сбросе сточных вод в горколлектор абоненты обязаны соблюдать требования к составу и свойствам сточных вод в целях предотвращения негативного воздействия сточных вод на работу централизованной системы водоотведения согласно Правилам холодного водоснабжения и водоотведения (утверждены Постановлением Правительства РФ от 29.07.2013 N 644)

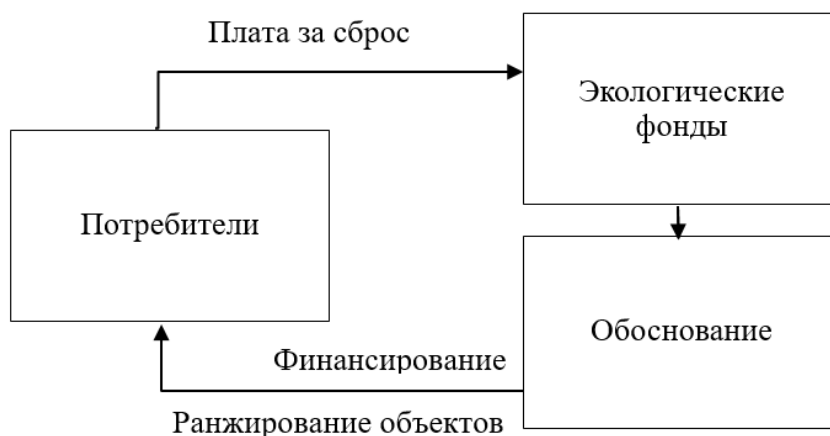
При расчете стоимости сброса в водоотводящую сеть применяются повышающие коэффициенты, которые устанавливаются органами исполнительной власти субъектов РФ с учетом кратности превышения нормативной концентрации веществ и количества веществ с превышением.

Плата абонентов (обе категории) за сброс загрязняющих веществ в централизованные системы водоотведения разделяет на две составляющие:

- за негативное воздействие на сети и сооружения самой системы канализации (в соответствии с Правилами, утвержденными Постановлением Правительства РФ от 29.07.2013 №644);

- за негативное воздействие на водные объекты через систему водоотведения (в соответствии с Правилами, утвержденных Постановлением Правительства РФ от 12.02.1999 №167).

За счет средств, поступающих в виде платы за нормативные и сверхнормативные (лимитные и сверхлимитные) сбросы загрязняющих веществ в окружающую среду, штрафов за экологические правонарушения формируются экологические фонды и в дальнейшем финансирование распределяется при обосновании на основе ранжированной оценки объектов:



Средства поступают от загрязнителей и им же возвращаются на конкретные природоохранные мероприятия, реконструкцию очистных сооружений или идут на улучшение **экологической обстановки** в целом.

Если же предъявляемые требования не соблюдаются, то предприятие обязано иметь локальные очистные сооружения и осуществлять сброс в централизованную систему водоотведения сточных вод, прошедших предварительную очистку.

При внедрении наилучших доступных технологий очистки и соблюдения всех нормативов предприятия могут быть освобождены от платы за сброс. Также разработан справочник наилучших доступных технологий для очистки сточных вод, который направлен на сокращение негативного воздействия на окружающую среду.

Выводы:

1. Существующая система нормирования сточных вод имеет ряд недостатков в части предъявления требований к выпускам очищенных сточных вод – не учитываются барьерные возможности технологий, природное состояние водного объекта.

2. Большинство очистных сооружений коммунального сектора находятся в крайне изношенном состоянии и требуют реконструкции. Создание региональных экологических фондов, собирающих и впоследствии распределяющих финансовые ресурсы на реконструкцию сооружений, позволило бы сократить негативное воздействие на водные экосистемы.

3. При нормировании выпусков сточных вод необходимо учитывать состав питьевых вод, подаваемых потребителям, так как требования к питьевой воде по СанПиН по ряду показателей (хлориды, сульфаты, железо и т.д.) менее жестки, чем к сточной воде, что может привести к подаче воды потребителям с превышающими значениями к сбросу.

4. Внедрение технологий в регионе должно выстраиваться на основе ранжированной оценки выпусков на предмет негативного техногенного (антропогенного) воздействия.

5. При достижении нормативов необходимо руководствоваться принципом поэтапности: на первом этапе должны максимально использоваться имеющиеся на объекте резервы повышения эффективности, на втором – заменяться технологические узлы, не поддающиеся реконструкции.

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗНОСА ФИЛЬТРУЮЩЕЙ ЗАГРУЗКИ ПРИ РАЗДЕЛЬНОЙ ВОДОВОЗДУШНОЙ ПРОМЫВКИ

Е.И. Гавриленко, М.В. Ананьева

Научный руководитель М.А.Гриднева к.т.н., доцент
Самарский государственный технический университет
г. Самара

Практика показала, что использование раздельной водовоздушной промывки наиболее эффективна для промывки фильтров [1]. Но с применением такой промывки встает вопрос, как будут изменяться свойства загрузочного материала в процессе водовоздушной промывки.

Изучение зависимости изменяющихся величин загрузочного материала при воздействии основных факторов и сравнение полученных эксперимен-

тальных и расчетных данных является основной целью исследовательской работы. В ходе которой проводились необходимые исследования по изменению свойств материала в процессе водовоздушной промывки.

Кафедрой были проведены исследования по изменению свойств загрузочного материала. Было установлено, что на изменение свойств влияет множество различных факторов. Чтобы установить влияние каждого фактора потребуется очень много времени. Поэтому для проведения исследований кафедрой ВВ был использован метод планирования эксперимента.

Первоначально были определены факторы оказывающие наибольшее влияние на изменение свойств загрузочного материала. К ним относятся: крупность загрузки, время эксплуатации, интенсивность подачи воздуха и воды и объемный вес загрузки (в гранулах). Затем принимается максимальный и минимальный уровень варьирования факторов, т.е. устанавливаем максимальные и минимальные значения изменения факторов[2].

Таблица 1

Минимальные и максимальные показатели факторов

Факторы	Минимальный уровень	Основной уровень	Максимальный уровень	Интервал варьирования
d	0,63	1,315	2	0,685
T	0,5	1,25	2	0,75
U _в	10	15	20	5
U _{вз}	10	15	20	5
γ	0,25	0,4	0,55	0,15

Затем составляем матрицу планирования, для 5-го факторного эксперимента. Но т.к. проведение полных 5 факторных экспериментов занимает тоже много времени, был использован метод дробных реплик.

Результатом действия фактора мы имеем, так называемую, функцию отклика. В нашем случае такими функциями отклика, или величинами, изменяющимися при воздействии на них в процессе водовоздушной промывки данных факторов, являются: гидравлическая крупность, объемный вес фильтрующего материала, процент износа, эквивалентный диаметр, коэффициент расширения и гидравлический уклон.

Изменение этих величин были определены в процессе исследований

Таблица 2

Дробный 5-факторный эксперимент ¼ реплики

Номер опыта	Факторы					Функции отклика
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	
1	1,5 ÷ 2,0	2,0	10	10	0,550	y ₁
2	1,2 ÷ 0,8	0,5	10	20	0,550	y ₂
3	1,5 ÷ 2,0	0,5	10	20	0,250	y ₃
4	1,2 ÷ 0,8	2,0	10	10	0,250	y ₄
5	1,5 ÷ 2,0	2,0	20	20	0,250	y ₅

Окончание таблицы 2

Номер опыта	Факторы					Функции отклика
	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	
6	$1,2 \div 0,8$	0,5	20	10	0,250	y_6
7	$1,5 \div 2,0$	0,5	20	10	0,550	y_7
8	$1,2 \div 0,8$	2,0	20	20	0,550	y_8
9	$1,2 \div 1,5$	1,25	15	15	0,400	y_9
10	$1,2 \div 1,5$	1,25	15	15	0,400	y_{10}

где x_1 – крупность загрузочного материала;

x_2 – время эксплуатации;

x_3 – интенсивность подачи воды;

x_4 – интенсивность подачи воздуха;

x_5 – объемный вес в гранулах.

После снятия характеристик приступают к промывке загрузки водой, а затем воздухом. Промывку производим 0,5 года; 1,25 года и 2 года. Это соответствует времени.

Таблица 3

Значения времени эксплуатации в часах

Время, годы	Воды	Воздух
0,5	24 часа	6 часов
1,25	60 часов	15 часов
2,0	96 часов	24 часа

В результате проведенных опытов по исследованию свойств загрузочного материала в процессе раздельной водовоздушной промывки были получены данные об изменении в процессе промывки следующих величин: гидравлическая крупность (U), объемного веса фильтрующего материала (γ), эквивалентного диаметра (d), коэффициент расширения при интенсивности подачи воды $10 \text{ л/с}\cdot\text{м}^2$ (K_p) и гидравлического уклона при скорости фильтрации $V_\phi=36 \text{ м/с}$ (i_0) и процента износа ($\Pi \%$).

Общие выводы:

В результате проведенных опытов по исследованию свойств загрузочного материала в процессе водовоздушной промывки были получены экспериментальные данные об изменении этих величин в процессе промывки. Для сравнительного анализа были также произведены расчеты и получены расчетные данные по изменению этих величин. Установлена и описана зависимость износа загрузочного материала различных объемных весов от времени эксплуатации.

Определена гидравлическая крупность загрузочного материала различных фракций.

Определены значения эквивалентного диаметра различных фильтрующих материалов.

Определена зависимость изменения коэффициента расширения загрузки от интенсивности подачи воды.

Определены значения изменений гидравлического уклона в процессе водной и водовоздушной промывки.

Определена зависимость изменения процента износа от времени эксплуатации. Зависимость износа загрузочного материала показала, что с увеличением продолжительности её эксплуатации темп износа уменьшается. Механическая прочность удовлетворяет техническим требованиям, предъявляемым к фильтрующим материалам, и с увеличением объемного веса повышается.

Произведены расчеты и получены расчетные данные по изменению свойств загрузочного материала в процессе водной и водовоздушной промывки.

1. Дзюбо В.В., Алферова Л.И.: Теоретические и технологические исследования кратковременно-импульсной промывки фильтров обезжелезивания подземных вод/ В.В. Дзюбо, Л.И. Алферова // Энергоснабжение и водоподготовка: сб. науч. ст./ Томский государственный архитектурно-строительный университет. – Москва, 2005. № 3. – С. 17-22.

2. Стрелков А.К., Гриднева М.А., Дремина Э.В., Набок Т.Ю. Исследование свойств фильтрующих материалов в процессе водной и раздельной водовоздушной промывки/ А.К. Стрелков, М.А. Гриднева, Э.В. Дремина, Т.Ю. Набок // Научное обозрение: сб. науч. ст./ Самарский государственный архитектурно-строительный университет. – Москва, 2015. № 15. – С. 126-135.

КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В ПОВЕРХНОСТНОМ СТОКЕ С ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ МОСТОВ

Д.А. Жданов

Научный руководитель С.Ю. Теплых, канд. техн. наук, доцент
Самарский государственный технический университет
г. Самара

Железнодорожные сооружения являются стационарными техническими объектами, которые оказывают постоянное воздействие на окружающую среду, в частности, прилегающую территорию. Загрязненный поверхностный сток, образующийся главным образом в результате выпадения атмосферных осадков, стекает с железнодорожных путей по рельефу местности, а также проникает в толщу грунтов, пропитывая их на большую глубину, и через грунтовые воды попадает в ближайшие поверхностные водные объекты.

В настоящее время проблема загрязнения является более чем актуальной. Очень большое влияние на загрязнение окружающей среды оказывает

железнодорожный транспорт. В связи с этим происходит загрязнение грунтов, водных объектов находящихся в непосредственной близости с железнодорожными путями [1-3]. Негативное влияние оказывают железнодорожные мосты, расположенные над водными объектами [4-7]. Для данных сооружений не предусмотрен отвод сточных вод в локальную канализационную сеть и в связи с этим поверхностные сточные воды (дождевые, талые) стекают с мостов и наносят непосредственный ущерб водному объекту и близлежащих территорий. Можно рассмотреть два основных случая негативного влияния:

1. Сточные воды, которые стекают и просачиваются в грунт (не достигая водного объекта), не распространяются, а остаются непосредственно на мостовых призмах и конусах.

2. Поверхностный сток, содержащий нефтепродукты, железо и другие различные загрязняющие вещества достигает водоема и смешивается с водой водного объекта, за счет течения жидкости происходит распространение загрязнений в прибрежной полосе водоема.

Соответственно следует определить качество поверхностных сточных вод, стекающих с железнодорожных мостов и мостовых переходов. В работе рассматривались железнодорожные мосты и территория, примыкающая к ним. Большинство пересечений железнодорожных мостов над автомобильной дорогой или водным объектом находятся за пределами селитебных зон населенных пунктов, что обуславливает отсутствие канализационной сети. Для отвода и очистки поверхностного стока с железнодорожных мостов и мостовых переходов следует рассмотреть и предложить исходные данные для расчета локальных очистных сооружений.

В настоящей работе проведены исследования на железнодорожном перегоне Самара – Кинель и выбрано три моста. Первый железнодорожный мост проходит над рекой Орловка, второй – река Падовка, третий – над грунтовой дорогой находящаяся в поселке Советы.

Были отобраны по 4 пробы талых вод, с каждого объекта по каждому конусу опоры и стороне мостов, согласно ГОСТ 12071-2014 «Грунты. Отбор, упаковка, транспортирование и хранение образцов». Исследования проводились по трем ингредиентам: взвешенные вещества, железо общее, нефтепродукты. Исследования по ингредиентам выполнены согласно методикам: ПНД Ф 14.1:2.110-97; ПНД Ф 14.1:2.4.50-96; ПНД Ф 14.1:2.4.168-2000 (таблица 1). Отбор проб производился около мостовых опор с железнодорожных мостов, проходящих над водным объектом и автомобильной дорогой.

Таблица 1

**Качественные показатели загрязняющих веществ
в поверхностном стоке с железнодорожных мостов**

Объект	№ пробы	Количественные показатели			
		Железо общее, мг/дм ³	Взвешенные вещества, мг/дм ³	Нефтепро- дукты, мг/дм ³	БПК, мг О ₂ /дм ³
п. Советы	1	8,7	239,0	0,22	2,33
	2	9,37	367,5	0,21	2,31
	3	9,15	282,5	0,24	2,34
	4	8,26	210,0	0,36	2,36
р. Орловка	1	4,22	179,0	0,098	2,68
	2	2,04	54,0	0,12	2,45
	3	2,22	74,5	0,18	2,75
	4	4,44	99,0	0,16	2,78
р. Падовка	1	8,26	146,5	0,28	3,40
	2	6,62	188,5	0,21	3,20
	3	6,79	121,5	0,25	3,10
	4	8,61	157,5	0,18	3,30

Исходя из представленных данных, следует, что концентрация железа общего варьируется от 2,04 – 9,37 мг/дм³; взвешенных веществ – от 54,0 – 367,0 мг/дм³; нефтепродуктов – 0,098 – 0,36 мг/дм³, что значительно превышает ПДК (предельно-допустимые концентрации), установленные для сброса сточных вод в водные объекты, которые допускают увеличение фонового содержания ингредиентов для первой и второй категорий рыбохозяйственного значения.

1. Стрелков, А.К. Методика определения категории загрязненности железнодорожных путей [Текст] / А.К. Стрелков, С.Ю. Теплых, П.А. Горшкалев// Актуальные проблемы в строительстве и архитектуре. Образование. Наука, Практика: материалы 66-й Всероссийский научно-технический конференции по итогам НИР университета за 2008 г. / Самарский государственный архитектурно-строительный университет. – Самара, 2009 – С. 109-111.

2. Стрелков А.К., Теплых С.Ю., Горшкалев П.А., Саргсян А.М. Экологические аспекты воздействия поверхностных сточных вод с железнодорожных станций [Текст] // Вестник СГАСУ. Градостроительство и архитектура – С., 2013. – №4. – С. 83-88.

3. Теплых, С.Ю. Влияние поверхностного стока с путей на водные объекты [Текст] / С.Ю. Теплых, А.М. Саргсян // Путь и путевое хозяйство: научно-популярный производственно-технический журнал. – М., 2012. – №5. – С. 27-29.

4. Стрелков, А.К. Влияние хозяйственной деятельности на качественный состав поверхностных водотоков [Текст] / А.К. Стрелков, С.Ю. Теплых, П.А. Горшкалев // Водоснабжение и санитарная техника: ежемесячный науч-

но-технический и производственный журнал. – № 8. – 2014. – М., 2014. – С. 21-26.

5. Стрелков, А.К. Определение концентраций загрязнений в поверхностном стоке с железнодорожных путей косвенным методом [Текст] / А.К. Стрелков, С.Ю. Теплых, П.А. Горшкалев, С.Ф. Коренькова, А.М. Саргсян // Водоснабжение и санитарная техника: ежемесячный научно-технический и производственный журнал. – № 8 – 2013. – М, 2013. – С. 67-70.

6. Стрелков, А.К. Современное состояние вопроса сбора и очистки поверхностного стока с железной дороги [Текст] / А.К. Стрелков, С.Ю. Теплых, П.А. Горшкалев, А.М. Саргсян // Научное обозрение. – М., 2014. – № 4. – С. 123-129.

7. Стрелков, А.К. Экологические аспекты воздействия поверхностных сточных вод с железнодорожных станций [Текст] / А.К. Стрелков, С.Ю. Теплых, П.А. Горшкалев, А.М. Саргсян // Вестник СГАСУ. Градостроительство и архитектура: научно-технический журнал / СГАСУ. – Самара, 2013. Вып. № 4 (13). – С. 83-88.

ТЕХНОЛОГИИ РАДИАЛЬНОГО ФИЛЬТРОВАНИЯ ВОД

Р.С. Занин

Научный руководитель Е.А. Мезенева, канд. техн. наук, доцент
Вологодский государственный университет
г. Вологда

В водоподготовке, как на производственные, так и на хозяйственно-питьевые нужды, самым распространенным способом стало фильтрование. Освобождение воды от грубодисперсных примесей, посредством прохождения потока воды через фильтрующий материал, где основным его видом является зернистый материал. В качестве такого материала часто используются кварцевый песок, дробленые антрацит и керамзит. Важнейшее значение для эффективной работы механических фильтров имеет состояние фильтрующего материала. Все фильтрующие материалы должны иметь как механическую прочность зерен, так и химическую стойкость, обеспечивая требуемый технологический процесс. Использование метода фильтрования позволяет обеспечить качество воды в соответствии с [1], помимо этого сооружения фильтрования обеспечиваю максимальную степень очистки воды в сравнении с другими сооружения при невысоких экономических затратах.

Эффективность механических фильтров является важным показателем его работы, на которые влияют следующие факторы:

- гранулометрическая характеристика и вид фильтрующего материала;
- объем слоя фильтрующего материала;

- скорость фильтрования;
- продолжительность фильтроцикла;
- степень засорения фильтрующего материала.

При конструировании и проектировании фильтровальных сооружений существует такая задача, как уменьшение габаритов без ущерба для достигаемого эффекта очистки воды и производительности. Тем самым, уменьшение объема загрузки позволит снизить потери напора на фильтрах, уменьшив стоимость данных сооружений.

Как правило, в технологическом процессе водоподготовки используют механические фильтры с вертикальным движением воды, либо сверху вниз, либо наоборот. Такие фильтры промываются обратным током воды.

Одним из современных методов фильтрования воды является использование радиального фильтрования.

Главной целью ставится изучение технологии радиального фильтрования и эффективности применения этого метода в технологических схемах обработки воды.

Радиальные фильтры как технологические сооружения для очистки вод имеют две важные особенности, которые позволяют осуществлять:

- фильтрование потока воды в направлении либо от центра к периферии фильтра, либо наоборот;
- фильтрование с переменной скоростью по радиусу фильтра: а) от максимальной $v_{\phi}^{\max}$ в начальных слоях фильтрующего материала до минимальной $v_{\phi}^{\min}$ в конечных слоях (при фильтровании от центра к периферии); б) от минимальной в начальных слоях до максимальной в конечных (при фильтровании от периферии фильтра к его центру).

В соответствии с характером изменения скорости фильтрования по радиусу радиального фильтра изменяется продолжительность контакта воды с фильтрующей загрузкой, что показывает технологическую особенность – увеличение времени контакта потока воды с загрузкой в радиальном направлении при падении скорости фильтрования и при постоянстве фильтруемого расхода воды [2].

Конструктивные решения по оформлению технологии радиального фильтрования позволяют обеспечить различные сочетания технологических параметров работ фильтров – направления, скорости фильтрования и пористости фильтрующего материала.

В радиальных фильтрах в качестве зернистой загрузки предпочтение отдается легким фильтрующим материалам, таким как пенополистирол и пенополиуретан. С такой загрузкой проведены исследования по конструкции технологии радиального фильтра в работе.

Известно устройство радиального фильтра, которое относится к области очистки природных и сточных вод фильтрованием от коллоидных, нераство-

ренных взвешенных органических и минеральных веществ и может использоваться для очистки различных производственных и бытовых сточных вод [3].

Технический результат, на достижение которого направлено данное устройство заключается в увеличении грязеемкости фильтрующего материала путем направленного формирования его межзерновой пористости в условиях фильтрования воды в режиме нестационарных скоростей и в регулировании степени поджатия фильтрующего материала по радиусу корпуса фильтра.

Оно представляется собой цилиндрический корпус. Внутри корпуса фильтра с возможностью вертикального перемещения относительно друг друга установлены цилиндроконические перфорированные обечайки. Обечайки образуют внутреннюю полость. Фильтрующая загрузка (пенополистирол) с плотностью меньше плотности воды замещена между перфорированной трубой, подающей воду и боковыми цилиндрическими поверхностями обечаек. Для образования замкнутых полостей между коническими частями обечаек и корпусом закреплены эластичные непроницаемые мембраны. За счет поджатия фильтрующего материала подвижными в вертикальном направлении обечайками происходит направленное формирование межзерновой пористости фильтрующего материала по радиусу фильтра в направлении фильтрования потока воды. Направленное формирование межзерновой пористости и возможность управления ею позволяют повысить эффективность очистки природных и сточных вод. Для регенерации (промывки) фильтрующего материала поджатие обечайками ослабляется, уменьшая давление в камерах, и дает материалу восстановить свою форму, перейдя в свободное состояние [3].

Недостатком данного устройства радиального фильтрования является использования только плавающей загрузки и невозможность использования загрузки с плотностью больше плотности воды, уменьшая выбор фильтрующего материала и поиск достаточного качественной загрузки для различных вод.

Известно устройство радиального фильтрования, работающего непосредственно в водоисточнике, состоящего из цилиндрического корпуса, заполненного плавающей фильтрующей загрузкой (полувспененный полистрирол), перфорированной трубы в центре, нижняя часть которой перекрыта сеткой и выведена за пределы фильтрующего материала, через которую поступает вода и проходит слой загрузки. Осветленная вода собирается периферийной дренажной системой в водоприемный карман, после чего отвод производится через трубопровод. Фильтрующая загрузка регенерируется эжекторными устройствами, на внутренней поверхности трубопроводов которых расположены битеры для интенсификации соударений гранул одних с другими и оттирания загрязнений с их поверхности [4]. Данная конструкция представлена на рисунке 1.

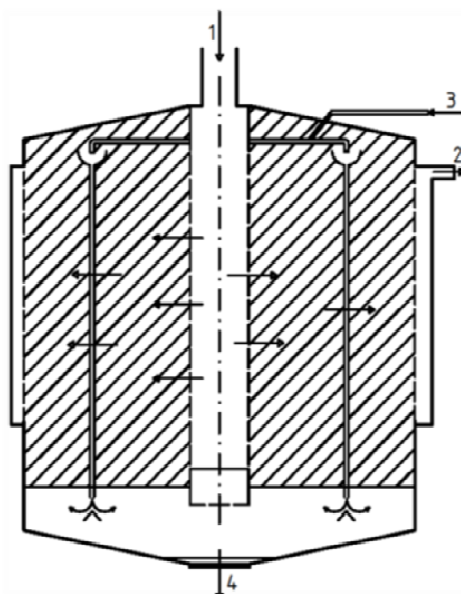


Рис. 1. Принцип работы радиального фильтра.
 1-подача исходной воды; 2-отвод осветленной воды;
 3-эжекторное устройство промывки загрузки; 4-сброс осадка

Однако данное сооружение радиального фильтрования не было достаточно изучено с практической стороны.

Задачей изучения радиального фильтрования в последующем подразумевает создание полезной модели фильтра и сравнение основных характеристик с другими фильтрующими сооружениями.

В отличие от обычных вертикальных фильтров, в которых скорость фильтрования неизменна по высоте слоя загрузки, радиальные фильтры характеризуются падением скорости фильтрования в направлении при постоянстве расхода фильтруемой воды. Расчет приведен в таблице.

Таблица

Габариты фильтра, м	Возможные скорости фильтрования, м/ч	
	Вертикальный фильтр	Радиальный фильтр $v_{\max} \dots v_{\min}$
D=1.0 H=2	4	5...0,5
D=3.0 H=2	6	33...2,25
D=3.4 H=2	8	57...3,4

В вертикальных фильтрах производительность зависит от его диаметра и скорости фильтрования, в то время как в радиальных фильтрах на пропускную способность влияет и высота слоя загрузки.

Анализ работы фильтровальных сооружений различных типов, а также проведенные технологические исследования работ обычных вертикальных и радиальных напорных фильтров при очистке вод в одинаковых условиях и при одинаковом достигаемом качестве очистки, радиальные фильтры без

ущерба для производительности позволяют уменьшить требуемый объем фильтрующего материала, за счет эффективного использования грязеемкости загрузки, работающие в режиме нестационарных скоростей фильтрования [2].

Проведя анализ технологических схем работы радиальных фильтров можно сказать, что их технологический процесс позволяет исключить либо свести к минимуму такие факторы, как не соответствующие на практике важные технологические параметры: скорость фильтрования, высота слоя фильтрующего материала и его гранулометрические характеристики. Данные факторы приводят к тому, что фильтровальные сооружения не обеспечивают требуемого качества получаемого фильтрата.

1. СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. – М.: Федеральный центр госсанэпидем-надзора Минздрава России, 2002. – 103 с.

2. Дзюбо В.В., Алферова Л.И., «Конструктивное оформление технологий радиального фильтрования природных вод»//Водоснабжение и Канализация №11-12,2014, с. 26-37.

3. Патент РФ на полезную модель № 70149, МПК7 B01D 24/10. Напорный фильтр/Дзюбо В.В., Алферова Л.И., Бутовский М.Э. – Опубл. 2008; Бюл. изобр. – №2.

4. Водозаборно-очистные сооружения и устройства: Учеб. В62 пособие для студентов вузов / М.Г. Журба, Ю.И. Вдовин; Ж.М. Говорова И.А. Лушкин; Под ред. М.Г.Журбы. – М.: ООО «Издательство Астрель»: ООО «Издательство АСТ», 2003. – 569с.

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ЭРЛИФТОВ ДЛЯ ПЕРЕКАЧИВАНИЯ ЖИДКОСТИ

Р.Е. Ившуков

Научный руководитель А.А. Кулаков, канд. техн. наук, доцент
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Использование эрлифтов на очистных сооружениях канализации, зачастую сводится к перекачиванию ила из вторичных отстойников в аэротенки. Это связано с уменьшением механизмов и агрегатов, использование эрлифтов гораздо дешевле и практичнее использования центробежных насосов. Т.к. не требует эксплуатации сложных насосов, постоянного контроля со стороны персонала. Эрлифт может быть установлен на сооружениях в качестве замены центробежного насоса и требует первичную наладку, которая начинается с выбора конструкции.

Эрлифт – струйный насос воздушного типа. В качестве движущей силы которого выступает воздух. Воздух, подаваемый в нижнюю часть опущенной в жидкость трубы, подаётся под давлением, поднимаясь по вертикальной трубе образует в ней пониженное давление-вследствие чего вода и приходит в движение. С учётом открытого конца на изливе давление выравнивается и происходит кратковременное прерывание подачи воды-вследствие выравнивания давления, имеет место для самых распространённых типов эрлифтов[1].

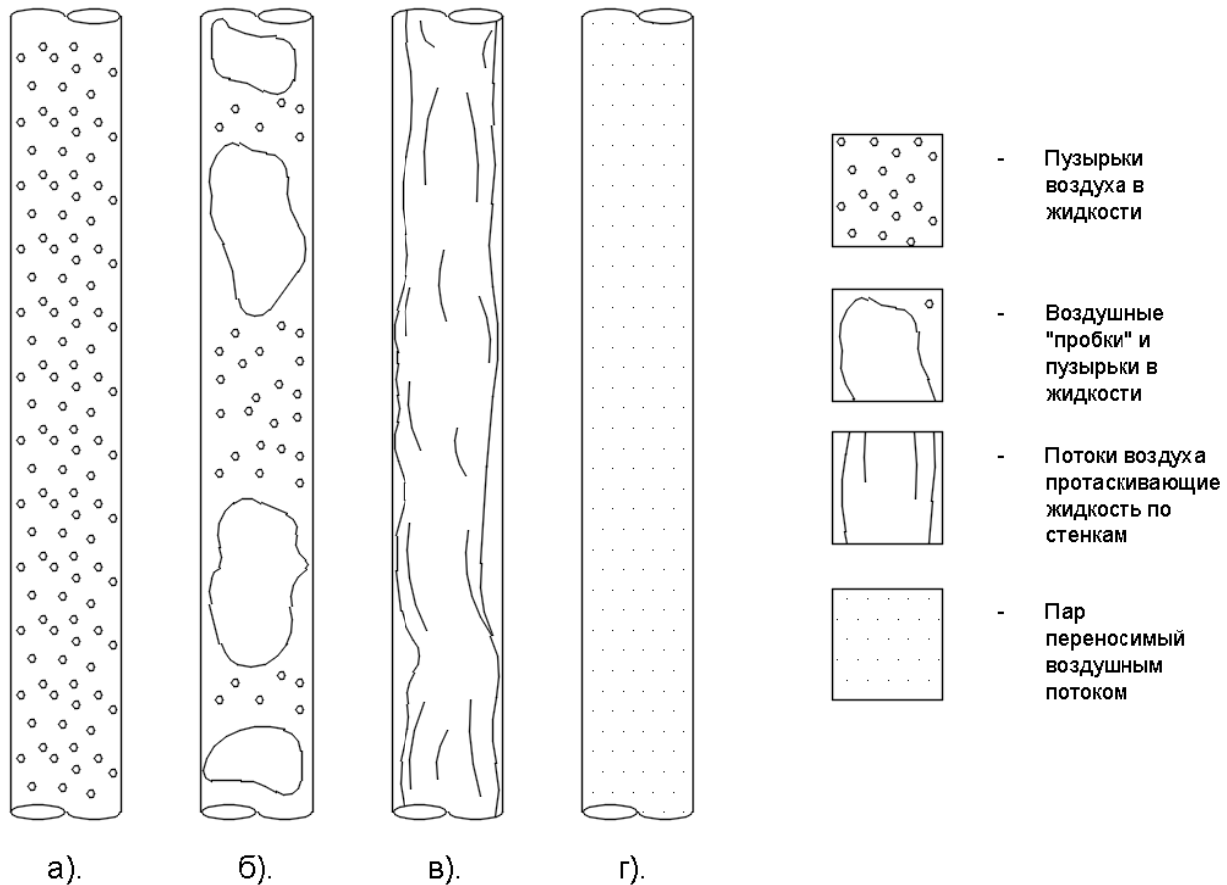


*Рис. 1. Виды течения:
 а). Пузырьковое течение
 б). Пробковое/чёточное/снарядное
 в). Кольцевое/стержневое
 г). Дисперсное/режим тумана*

Самым распространённым является 2 тип.

По расположению трубопроводов эрлифты подразделяются на три типа (рис. 2).

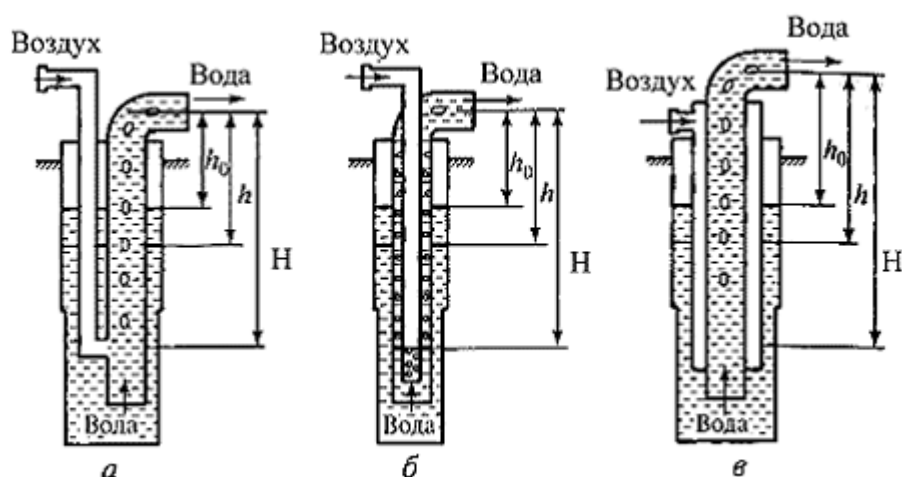


Рис. 2. Конструкция эрлифта: а – параллельная (эксцентрическая) система с расположением труб «рядом»; б – центральная (концентрическая) система – воздухопроводные трубы внутри водоподъемных; в – центральная система – водоподъемные трубы внутри воздухопроводных труб

Подбор и наладка эрлифта состоит из следующих ключевых элементов:

1. Определение необходимого расхода воды.
2. Допустимость насыщения воздухом иловой смеси.
3. Диаметра отводящей трубы.
4. Подбор высоты подъема жидкости.
5. Подбор расхода воздуха.
6. Проверка наклона горизонтальной трубы.
7. Подбора всасывающего оголовка.

Все эти параметры имеют огромное влияние на производительность самого эрлифта, то есть на расход воды на выходе, что скажется на КПД насоса.

Целью работы являлось определение характеристик эрлифта.

Экспериментальные исследования проводились на установке, показанной на рис.3. В качестве вертикальной трубы водо-воздушной смеси применяется трубопровод (материал ПВХ) с внутренним диаметром 28 мм. Заглубление воздушной трубы изменялось от 1,0 до 0,5 м. Водо-воздушная смесь поднималась на отметку 2 метра над трубой подачи воздуха.

Отслеживались параметры: отметки жидкости, патрубка подачи воздуха, всасывающего патрубка и уровень свободной поверхности жидкости, расход воздуха, расход воды.

Контролировались: геометрическая расположение трубопроводов (горизонтальность и вертикальность труб, а также высотная схема), постоянство уровня воды и расхода воздуха.

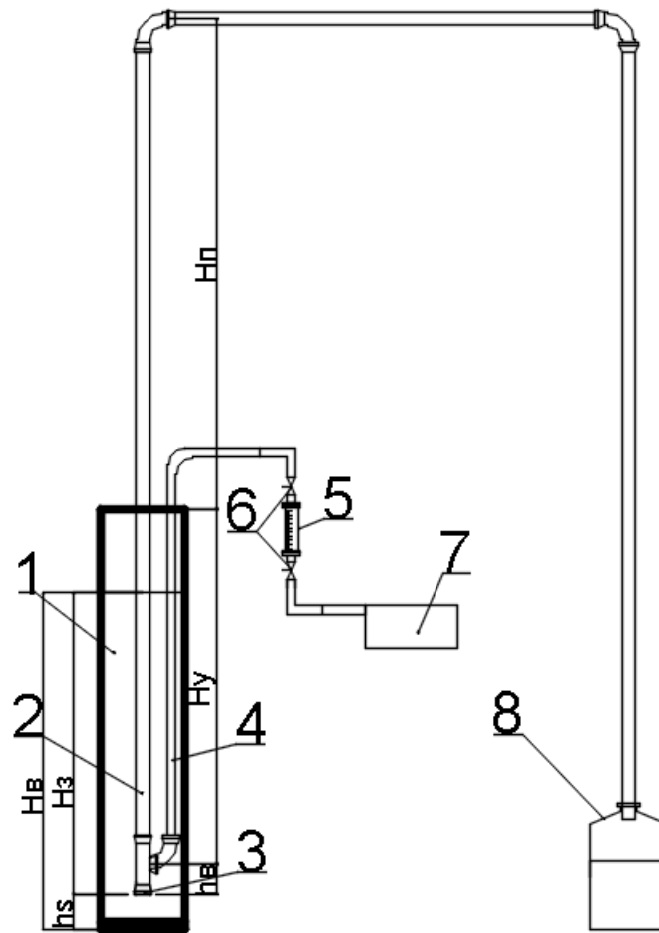


Рис. 3. Схема лабораторной установки где:
 H_b -уровень воды, H_z -заглубление всаса под уровень воды, h_s -уровень всаса над дном,
 h_b - разница между всасом и трубой подачи воздуха; H_y+H_p -высота подъёма
 водо-воздушной смеси; 1-накопительная ёмкость; 2-вертикальная перекачивающая
 труба; 3-всасывающий оголовок; 4-воздушный патрубок; 5-ротаметр регулирующий
 расход воздуха; 6-вентили для регулирования расхода воздуха; 7-воздушный компрессор;
 8-мерная ёмкость

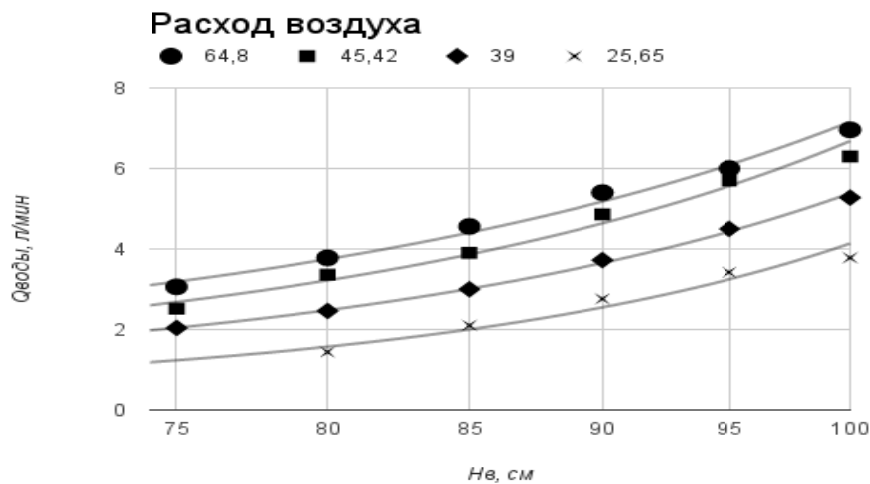


Рис. 3. $Q_{\text{в}}$, л/мин относительно параметра H , см

По полученным данным можно увидеть, что производительность растёт с увеличением уровня воды, над всасывающим патрубком, а также с увеличением расхода подаваемого воздуха. Однако стоит отметить, что с увеличением расхода воздуха свыше 45 л/м КПД растёт незначительно. Также незначителен прирост при увеличении уровня с отметки 95, до отметки 100 см.

Замена центробежных насосов также позволит избежать разбиения флокула при перекачивании. Использование эрлифтов сопряжено с насыщением ила кислородом.

Использование эрлифта взамен центробежного насоса повышает экономии электроэнергии, расходных материалов и увеличивает эксплуатационный срок установки.

1. Папаяни Ф. А., Козыряцкий Л. Н., Пашенко В. С., Кононенко А. П. Энциклопедия эрлифтов. – М.: Информатик, 1995. – 589 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФИЛЬТРОВАНИЯ ЖИДКОСТИ

А.П. Киценко

*Научный руководитель А.А. Кулаков, канд. техн. наук
Вологодский государственный университет
г. Вологда*

Одним из методов доочистки сточных вод является фильтрование. Фильтрование через зернистые загрузки относится к наиболее надёжным высоко эффективным процессам глубокой очистки сточных вод от мелкодисперсных взвешенных загрязнений. Вместе с тем этот процесс имеет свои недостатки:

- необходимость периодической промывки фильтровальной загрузки, при которой требуется относительно большое количество воды;
- повышенные потери напора;
- возможная кольматация загрузки и связанная с этим необходимость её замены.

Целью исследования является изучение процессов фильтрования жидкости. Были исследованы потери напора со следующими зернистыми загрузками:

- Кварцевый песок (фракции 0.5-1.2 и 0.8-2.0 мм.)

Речные пески наиболее применимы, поскольку чисты от посторонних, особенно мелкодисперсных загрязнений. Однако большинство мест возможной их добычи содержат значительный процент мелкой фракции $d < 0,8$ мм, которые не следует применять для загрузки фильтров, поскольку требуется значительные затраты для получения требуемых фракций $d > 0,8$ мм. Этот материал обладает хорошей адгезией к загрязнениям сточных вод.

– Антрацит (фракции 0.5-1.2 и 0.8-2.0 мм.)

Антрациты являются эффективными загрузками одно-, двух- и более многослойных зернистых водоочистных напорных и безнапорных фильтров. При контакте частиц с фильтруемой водой в ней не происходит существенно-го прироста концентрации кремниевой кислоты, окисляемости, плотного остатка, что говорит о химической стойкости данного продукта. Благодаря повышенным показателям механической прочности (истираемости и измельчаемости), меньшим интенсивности и продолжительности промывки не происходит разрушения фильтрующего материала в процессе восстановления его свойств, а также не отмечается цементация отдельных зон фильтрующей загрузки.

Исследования проводились на фильтровальной колонне с диаметром трубы 110мм, по длине которой были установлены пьезометры, для отслеживания уровня воды в процессе фильтрования. Высота загрузочного слоя составляла 1 метр. Вода подавалась в промежуточную емкость для регулирования напора подачи жидкости в фильтровальную колонну, проходила через загрузку. Фильтрование сопровождалось с потерями напора, повышением расхода и скорости фильтрования. Исследование фильтрования могло проходить как снизу вверх (рисунок 1а), так и сверху вниз (рисунок 1б).

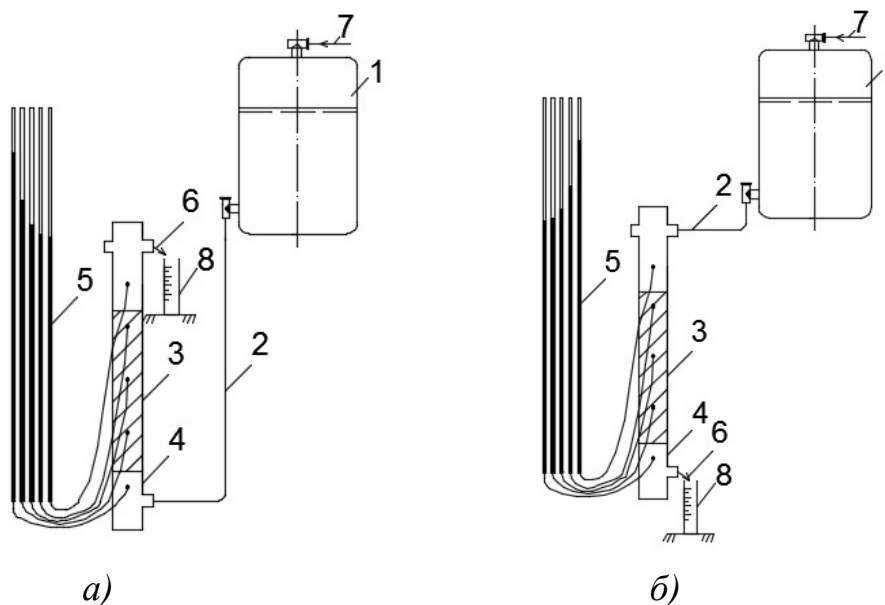


Рис. 1 Схема установки:

а – при фильтрации снизу вверх,

б – при фильтрации сверху вниз:

1-промежуточный резервуар; 2-подача воды на фильтрование;

3-фильтрующая загрузка;

4-фильтровальная колонна; 5- пьезометры;

6-отвод фильтрата; 7-подача неотфильтрованной воды;

8-мерная емкость.

В ходе исследования выявлена зависимость потерь напора от расхода жидкости (рис. 2) и скорости фильтрования (рис. 3).

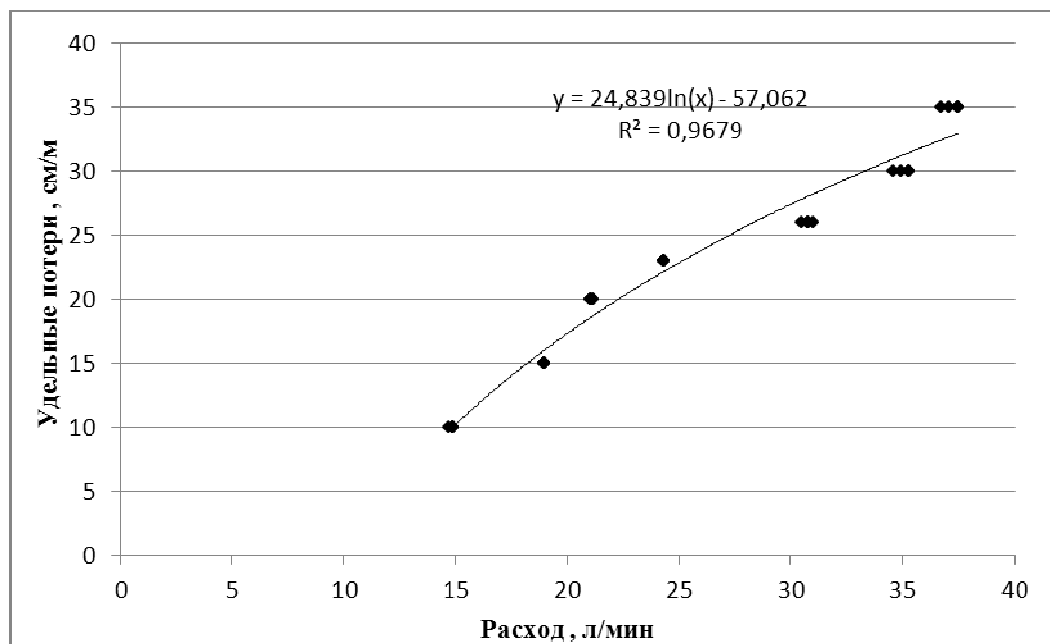


Рис. 2. График зависимости потери напора от расхода фильтра

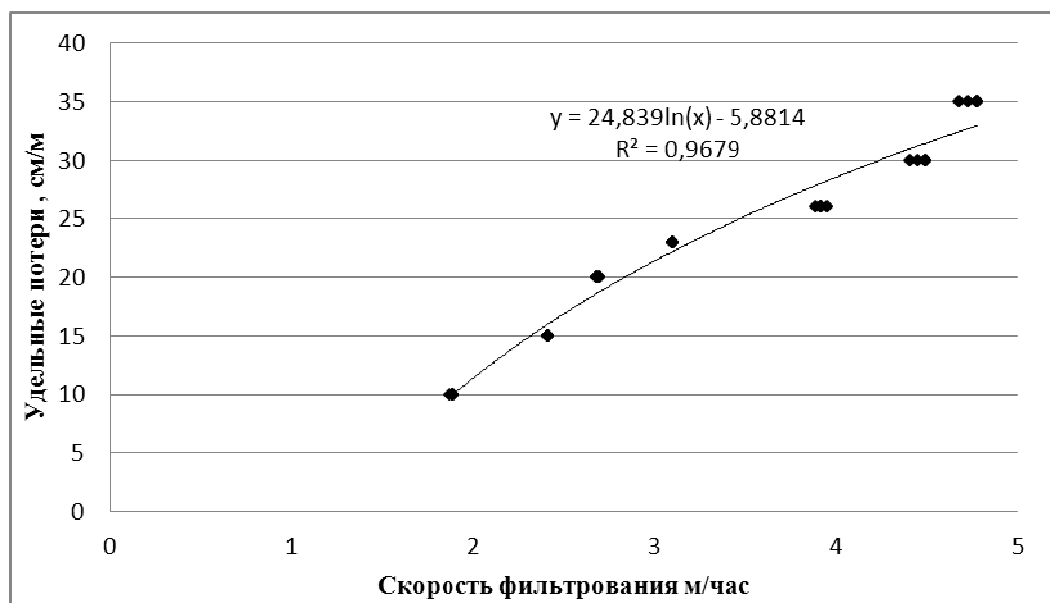


Рис. 3. График зависимости удельных потерь напора от скорости фильтрования

Также отслеживались показания в пьезометрах по высоте фильтровальной колонны при фильтрации снизу вверх, нулевая отметка соответствовала полу (рис.4).

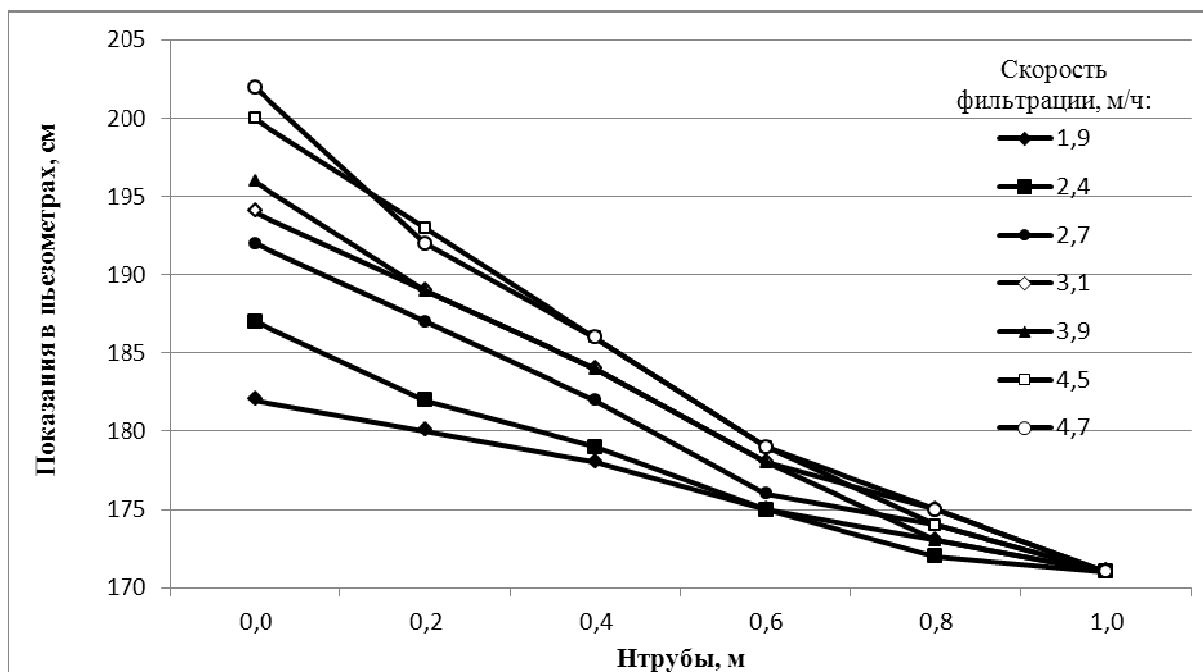


Рис. 4. График зависимости показаний пьезометров от потерь напора

Изменение потерь напора в теле фильтра достаточно равномерно по высоте. В среднем потери напора при скорости фильтрования 1,9-4,7 м/ч составляют 10-35 см на 1 м загрузки.

Полученные данные могут использовать при проектировании и наладке работы сооружений по очистке жидкостей фильтрованием.

АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОАГУЛЯНТОВ СУЛЬФАТА АЛЮМИНИЯ И ПОЛИОКСИХЛОРИДА АЛЮМИНИЯ ПРИ ОЧИСТКЕ ВОДЫ РЕКИ ВОЛОГДЫ

Д.Д. Корнев

*Научный руководитель С.В. Колобова, старший преподаватель
Вологодский государственный университет
г. Вологда*

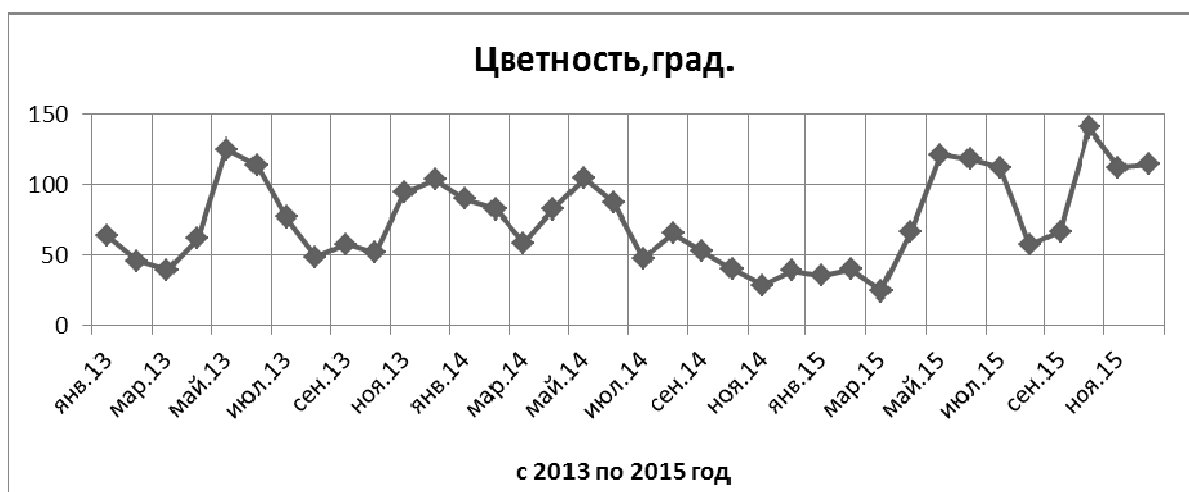
Источниками водоснабжения г. Вологды являются река Вологда и озеро Кубенское. Вода относится к маломутным водам средней цветности.

Основным технологическим приемом удаления из воды примесей, находящихся во взвешенном состоянии, а также коллоидных органических загрязнений является процесс коагуляции. Коагуляция – процесс слипания частиц в дисперсных системах, ведущий к уменьшению числа частиц дисперсной фазы, снижению их свободной поверхности и к увеличению массы каждой частицы [1].

На водопроводной станции г. Вологды на двух из трёх блоков принята двухступенчатая технологическая схема, в которую входят смеситель, камера хлопьеобразования, горизонтальный отстойник, скорый фильтр. Производительность первого блока равна 30000 м³/сутки, производительность второго блока 63000 м³/сутки. Ввод коагулянта происходит до смесителя, а после него вводится флокулянт. В качестве коагулянта применяется сульфат алюминия (СА), но в паводковый период и холодное время года данный коагулянт не может обеспечить необходимое качество воды. В качестве флокулянта применяется полиакриламид (ПАА).

На процесс коагуляции, к сожалению, влияет большое количество факторов, таких как pH, щелочность воды, анионный состав, температура воды, доза коагулянта, перемешивание, концентрация примесей [1]. Поэтому существует проблема подобрать реагент, который обеспечит более эффективную очистку. Так, в холодное время года может применяться коагулянт полиоксихлорид алюминия (ПОХА). Этот вид коагулянта имеет ряд преимуществ: более широкая область применения в интервале pH, возможность использования при низких температурах [2].

Содержание органических соединений как в воде р. Вологды, так и оз. Кубенского превышает допустимые для водоисточников нормативы. В период половодья наблюдается тенденция к увеличению цветности. Заметное влияние на цветность воды оказывает содержание железа, которое в водах р. Вологды и оз. Кубенского превышает допустимые нормативы. Качество воды за последние 3 года характеризуется средней мутностью 5,2 мг/л, в паводок мутность достигает значения 10 мг/л. Среднее значение цветности равно 72 градуса, в паводок цветность может достигать 130 градусов (рисунок 1а). Значения перманганатной окисляемости колеблются от 5 до 20 мг O₂/л, среднее значение 13 мг O₂/л.



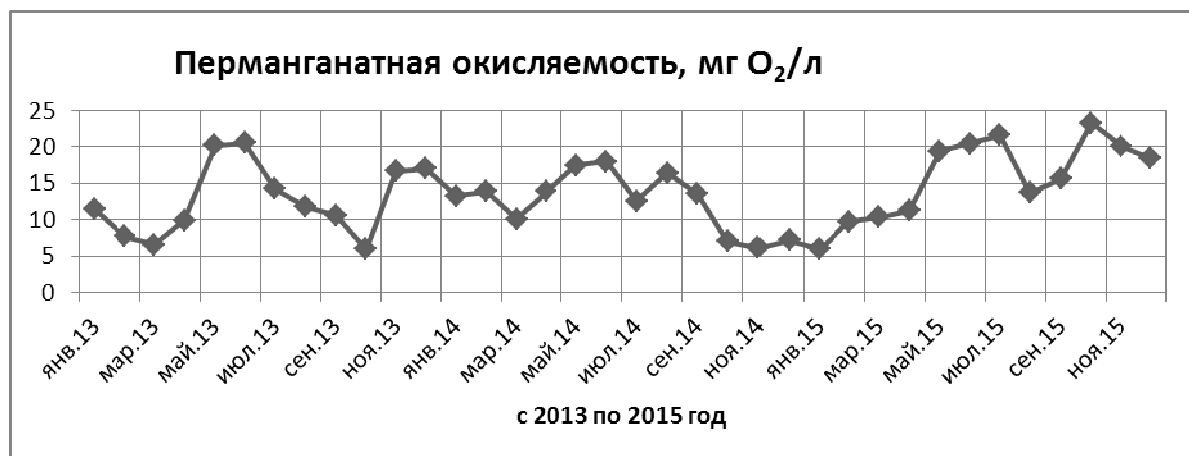


Рис. 1. Изменение качественных показателей воды реки Вологда (2013-2015 годы)

В данной работе приводятся результаты коагулирования воды из реки Вологда коагулянтами – сульфатом алюминия (СА) с массовой долей оксида алюминия 16% и полиоксихлоридом алюминия (ПОХА) с массовой долей оксида алюминия 30%. Основными показателями для оценки качества очищаемой воды приняты цветность и перманганатная окисляемость. Данные показатели определяли согласно стандартным методикам [3,4]. Мерные цилиндры заполняли исследуемой водой объемом 500 мл. Дозы коагулянта назначили 20,25,30,40,50 мг/л. После ввода коагулянта осуществляли перемешивание стеклянной палочкой в течение 3 минут, затем отстаивали в течение 45 минут. По истечении времени из верхней части отбирали пробы, фильтровали через бумажный фильтр «белая лента» и проводили определение цветности и перманганатной окисляемости. После 90 минут отстаивания определяли цветность воды.

Для определения эффективности работы коагулянтов опыты проводились при температурах исходной воды 4 °С и 15 °С. Цветность исходной воды составила 84,5 град., мутность – 7 мг/л, перманганатная окисляемость 8 мгO₂/л.

На рисунке 2 представлены результаты коагулирования воды при температуре 15°С.

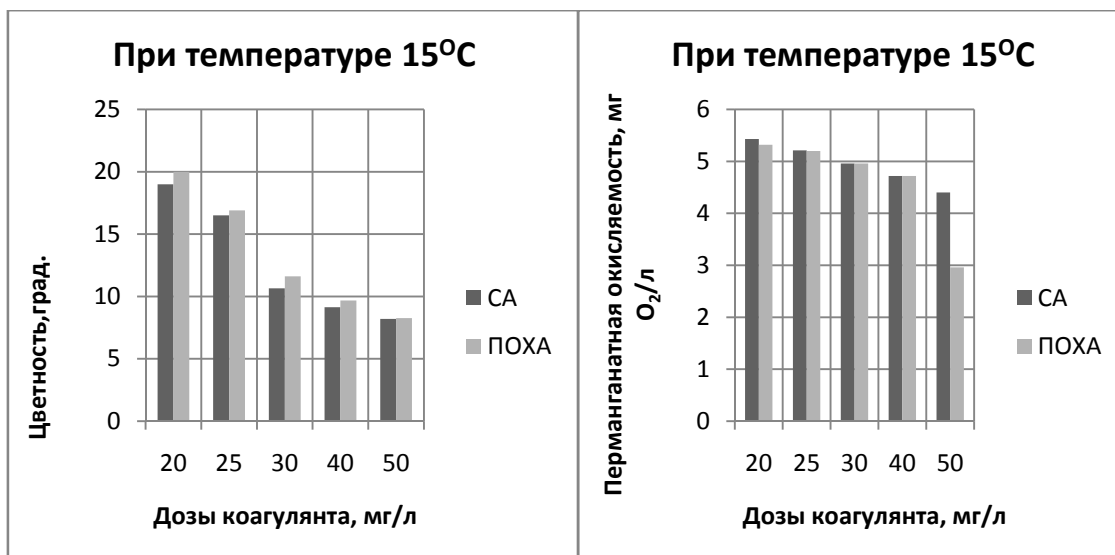


Рис. 2. Зависимость показателей качества воды от дозы коагулянта при температуре 15°C

На рисунке 3 представлены результаты коагулирования при температуре 4°C при исходной цветности воды 86,9 град, мутности – 6,8 мг/л, перманганатной окисляемости 8 мгO₂/л.

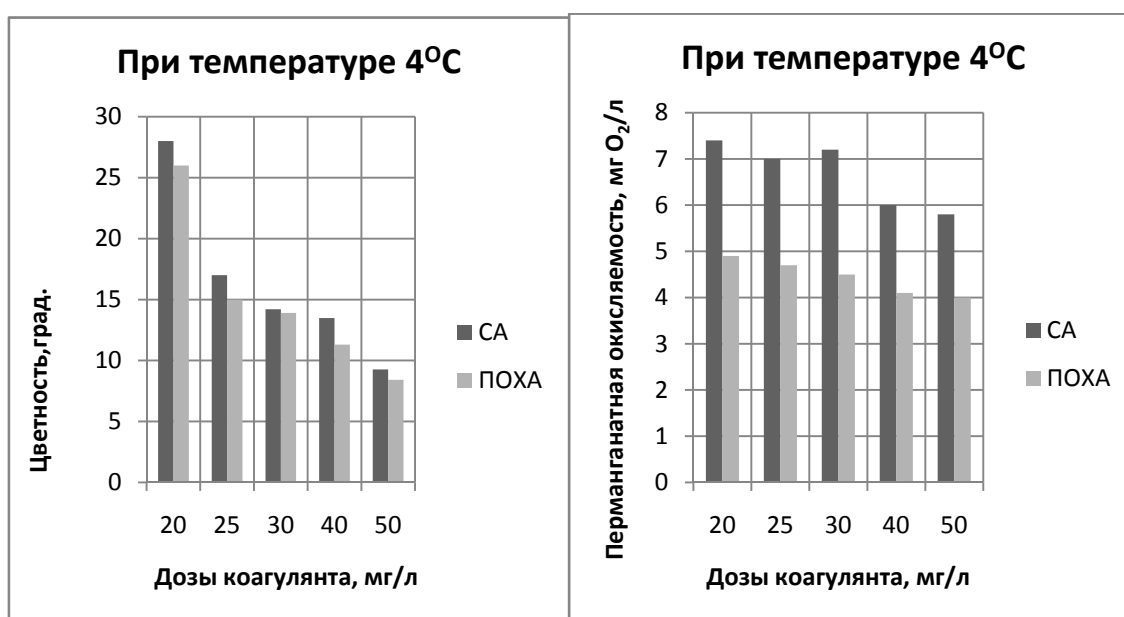


Рис. 3. Зависимость показателей качества воды от дозы коагулянта при температуре 4°C

Применение коагулянтов СА и ПОХА при температуре 15°C показало практически одинаковую интенсивность снижения цветности и перманганатной окисляемости. При дозе коагулянтов 30 мг/л эффект снижения цветности

для СА составил 87%, для ПОХА – 86,2%. Эффект снижения перманганатная окисляемости 38% – для СА, 38% – для ПОХА.

При проведении коагулирования с температурой воды 4°C эффект снижения перманганатной окисляемости для полиоксихлорид алюминия составил от 38% до 50% в зависимости от принятых доз. Эффект очистки для СА составил от 7% до 27%. Эффективность снижения цветности для ПОХА колеблется в пределах от 70% до 90%. Снижение цветности по СА в пределах от 67% до 88%.

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

- эффективность отчистки воды по цветности и перманганатной окисляемости при использовании рассматриваемых коагулянтов с температурой исходной воды 15 °С практически одинакова.
- коагулянт полиоксихлорид алюминия более эффективен при низких температурах по сравнению с сульфатом алюминия.

1. Драгинский, В.Л. Коагуляция в технологии очистки природных вод / В.Л. Драгинский, Л.П. Алексеева, С.В. Гетманцев. – М.: Науч. изд, 2005. – 576 с.

2. Сычев, А.В. Использование полиоксихлорида алюминия при подготовке питьевой воды на крайнем Севере /Л.П.Канивец, Н.М. Солтан, Л.Д. Батуева // Водоснабжение и санитарная техника. – 2003. – с. 30 – 31

3. Вода питьевая. Метод определения перманганатной окисляемости: ГОСТ Р 55684-2013. - Введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 31 октября 2013г. № 1320-ст.

4. Вода питьевая. Методы определения вкуса, запаха, цветности и мутности: ГОСТ 3351-74. - Введен в действие постановлением Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР от 1 июля 1975 г. № 1309-ст.

РАЗВИТИЕ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВОДЕНИЯ И НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ В РОССИИ

Е.Д. Косихина

Научный руководитель С. Ю. Теплых, канд. техн. наук, доцент

Архитектурно-строительный институт

Самарского государственного технического университета

г. Самара

Первые системы подачи воды в России возникли еще в IX-XII веках. Об этом свидетельствуют найденные во время раскопок на территории Великого Новгорода старинные водопроводные системы. В то время водоснабжение

подразделялось на самотечную водопроводную сеть и каналы для водостока и дренажа. Старинные водопроводные системы – самотечные с деревянными трубами – были обнаружены также и в других городах Древней Руси. Для регулирования тока воды применялись деревянные задвижки – старейшая арматура.

Водопровод в Москве появился в конце XV века, когда по указанию Ивана Грозного от Москвы-реки по дубовой трубе вода стала подаваться в колодец, которым могли пользоваться горожане. При строительстве кирпичного Кремля в 1492 году были проложены водопроводные трубы. А первый напорный водопровод появился в России в XVII веке.

В эпоху царствования Петра I водоснабжение в России стало развиваться. Все царские дворцы были оборудованы водопроводами. В это же время стали применяться как свинцовые, так и медные трубы. Однако городской водопровод, которым могли пользоваться не только высшие особы, но и другие горожане, впервые появился в России только в начале XIX века.

К началу XX века централизованным водоснабжением в России было охвачено около 20% городов, преимущественно промышленных и фабрично-заводских, причем вода подавалась в основном не в дома, а на предприятия. В 1910 году более 149 городов России получили централизованные водопроводные сети. Вода в них поступала из природных источников – рек, подземных родников, артезианских и грунтовых колодцев – с использованием насосов. Первая мировая война, революция и Гражданская война вновь обострили проблему водоснабжения. Данный вопрос стал решаться в 1920-е годы – строительством новых и восстановлением старых систем. Постепенно строились водопроводы на Дальнем Востоке, в Сибири. К 1930 году Москва сумела выйти по потреблению водопроводной воды на уровень 1913 года [3].

Первое упоминание о Москве в летописях датируется 1147 г. Город был основан на берегу р. Москвы между ее притоками – Неглинной и Яузой. Из этих поверхностных источников, а также из подземных ключей на протяжении почти семи столетий горожане осуществляли неорганизованный отбор воды, как для питья, так и для хозяйственных нужд.

Первый централизованный водопровод в Москве начал строиться в 1779 году по личному указу Екатерины II. Источником водоснабжения служили под русловые воды реки Яузы вблизи села Большие Мытищи. Строительные работы длились 25 лет, и 28 октября 1804 года состоялось открытие водопровода.

В марте 1900 г. городская Дума утвердила выбор окрестностей деревни Рублево в качестве места водозабора и как площадку для строительства водоподъемных и очистных сооружений. Закладка Рублёвской станции состоялась 15 июля 1901 года.

В 1903 г. с вводом в эксплуатацию первой водопроводной станции (Рублёвской) на Москве-реке началась новая эпоха в развитии системы водоснаб-

жения. Основным технологическим приемом очистки поверхностной воды было медленное фильтрование. С этого момента до наших дней в водоснабжении Москвы основная доля приходится на воду поверхностных источников.

В 30-х годах XX века начался второй этап развития московского водопровода. К этому времени ресурс реки Москвы, как источника водоснабжения, был практически исчерпан. Генеральным планом развития столицы было намечено строительство системы водохранилищ на реке Волге, канала им. Москвы и Сталинской (в настоящее время Восточной) водопроводной станции.

Строительство началось в 1935 году, а 16 июля 1937 года в Москву уже были поданы первые кубометры волжской воды. В 1975 году на Восточной водопроводной станции начала работать первая промышленная установка по озонированию воды.

В октябре 1947 г. постановлением Правительства было принято решение о строительстве Северной водопроводной станции. Первые сооружения Северной в составе насосной станции 1 подъема на Клязьминском водохранилище и 1-го блока очистных сооружений мощностью 500 тыс. м³/сут вошли в эксплуатацию в марте 1952 г. К 1974 году, после ряда реконструкций, проводимых без остановки производства, мощность Северной станции достигла 1920 тыс. м³/сут [2].

В первые годы советской власти проблемы с водоснабжением обострились в связи с тем, что в период революции и Гражданской войны новые системы обеспечения водой практически не строились, а ремонт уже существующих был «косметическим», т. е. без замены труб, углов, насосов и машин, подававших воду потребителям. То же самое можно сказать о водоотведении. Однако в 1920-е гг. были сделаны первые шаги в решении проблем централизованного водоснабжения [1].

В первые годы образования РСФСР правительство уделяло большое внимание развитию водоснабжения и санитарии. Уже в 1928 г. водопроводы были построены в 73 городах. Высокими темпами шло строительство новых и расширение действующих водопроводов в годы первых пятилеток. Достаточно сказать, что к концу 30-х гг. объем водопотребления из городских водопроводов увеличился почти в 6 раз по сравнению с 1917 г. Для улучшения водоснабжения Москвы были построены Истринское и Иваньковское водохранилища и канат им. Москвы, связавший Москву-реку с Волгой и значительно увеличивший водные ресурсы столицы [5].

В годы Великой Отечественной войны все хозяйство страны было подчинено нуждам фронта. Водопроводное хозяйство многих промышленных предприятий и населенных мест должно было обеспечивать бесперебойную подачу воды на нужды заводов оборонного значения и на борьбу с пожарами в условиях бомбардировок и обстрелов. Советское водопроводное хозяйство успешно справлялось с возложенной на него задачей. После Великой Отечественной войны пришлось выполнять огромные восстановительные работы и

перейти к новому строительству. 1960 гг. водопроводы построили и восстановили в 580 городах. По всем направлениям водоснабжения и связанной с ним санитарно-гигиенической науки развернулись обширные научные исследования и разработки, инициаторами и основными участниками которых были Академия коммунального хозяйства им. К.Д. Памфилова, ВНИИ ВОДГЕО, кафедры инженерно-строительных и медицинских вузов, Всесоюзный научно-исследовательский институт экологии и гигиены окружающей среды им. А.Н. Сысина, Всесоюзный научно-исследовательский институт экологии и гигиены окружающей среды им. Ф.Ф. Эрисмана, коллективы Гипрокоммун-водоканала. В этот период разработаны и получили внедрение новые виды водозаборных сооружений, было разработано много нормативных и руководящих материалов (СНиПы, ГОСТы и т. д.). Разработаны типовые проекты водопроводных сооружений, которые нашли широкое применение в массовом строительстве и реконструкции этих объектов [5].

В конце XX века приступили к реконструкции станций водоподготовки, основной задачей которой было совершенствование процессов очистки питьевой воды путем внедрения новых современных технологий и повышение уровня надежности всей системы водоснабжения [2].

Снижение аварийности – одна из главных задач СКС. В Самаре в последние годы в системе водоснабжения и водоотведения происходят значительные изменения и обновления, которых не было с конца 70-х годов XX века. Это влияет на улучшение качества воды, сокращение потерь, уменьшение аварийности.

Целенаправленные, научно обоснованные действия уже в первые годы работы «Самарских коммунальных систем» дали серьезные результаты: в 2015 году (по сравнению с 2013 – годом начала работы СКС) аварийных ситуаций на сетях водоснабжения произошло на 23% меньше, а на сетях канализации – почти на 50%.

Работы на сетях и головных сооружениях продолжаются, продолжает снижаться и аварийность. Так, за 10 месяцев 2016 года количество технологических отказов на сетях водоснабжения и водоотведения снизилось примерно на 5% по сравнению с аналогичным периодом прошлого года.

Водопроводные и канализационные колодцы, а их в Самаре более 72 тысяч, являются важной составляющей систем водоснабжения и водоотведения города и всегда должны находиться в исправном состоянии. От этого зависит оперативность и качество ремонта сетей. Именно поэтому такое большое внимание уделяется в СКС их состоянию. За 10 месяцев текущего года «Самарские коммунальные системы» провели ремонт 651 водопроводного и 742 канализационных колодцев, заменили 884 люка.

Также с начала года специалисты СКС заменили 110 и отремонтировали 443 пожарных гидранта, заменили 23 и отремонтировали 355 водоразборных колонок [4].

1. Гущин, Н.И. Водоснабжение Москвы / Н.И. Гущин. – М.: Стройиздат, 1926.
2. Сайт Профсоюзного комитета АО "Мосводоканал": www.mosvodokanal.ru
3. Сайт фирмы ООО "Ингазтех": www.ingazteh.ru.
4. Сайт фирмы ООО "Самарские коммунальные системы": www.samcomsys.ru
5. Стяжкова, Л.И. и др. Пермской канализации 90 лет // Водоснабжение и санитарная техника. – 2007. – №9. – С. 44-46.

ОЦЕНКА ПЛАВАЮЩЕЙ ЗАГРУЗКИ ДЛЯ БИОРЕАКТОРОВ

Н.А. Кузнецов

Научный руководитель А.А. Кулаков, канд. техн. наук
Вологодский государственный университет
г. Вологда

В настоящее время актуальной проблемой в сфере водоотведения является недостаточная эффективность очистки сточных вод. Поэтому приоритетным направлением в этой сфере является применение современных и в тоже время энергоэффективных методов очистки.

Основной стадией очистки сточной воды является биологическая. Чаще всего биологическая очистка производится на аэротенках. Но существуют и альтернативные методы. Одним из таких является биореактор.

Биореактор представляет собой емкость с пластиковой загрузкой. Загрузка для биореакторов делится на два типа: подвижная и неподвижная (блочная). Наиболее эффективной и менее подверженной заиливанию и обрастанию является подвижная. Пластиковая загрузка постоянно находится в условиях интенсивной турбулентности в течение всего процесса. Стоки заполняют реактор, где микроорганизмы растут, образуя в плёнку на поверхности пластиковых насадок, тем самым снижая количество органики в сточных водах, удаляя при этом ХПК, БПК и токсичность. Основная часть органики вымывается вместе с очищенными стоками.

На данный момент существует большое разнообразие видов пластиковой загрузки. Каждый вид имеет свои параметры такие как: удельная площадь поверхности, насыпная плотность, размер и др.

Целью данной работы является исследование динамических характеристик плавающей загрузки.

В лабораторных условиях моделировался процесс свободного всплывания загрузки в воде. В качестве опытной установки послужил стеклянный цилиндр (рис. 1), в котором высота всплытия загрузки составила один метр.

Исследованы два вида пластиковой загрузки (рис.2). Оба вида загрузки отличаются друг от друга размером, формой исполнения и поверхностной плотностью. Каждый вид был представлен в двух состояниях: полностью сухой и выдержанный в водопроводной воде в течение 5 суток.

В результате исследований было выявлено, что скорость загрузки значительно различается от того в каком виде находиться загрузка, сухом или мокрым. Результаты исследований представлены в таблице, а также на рис. 3.

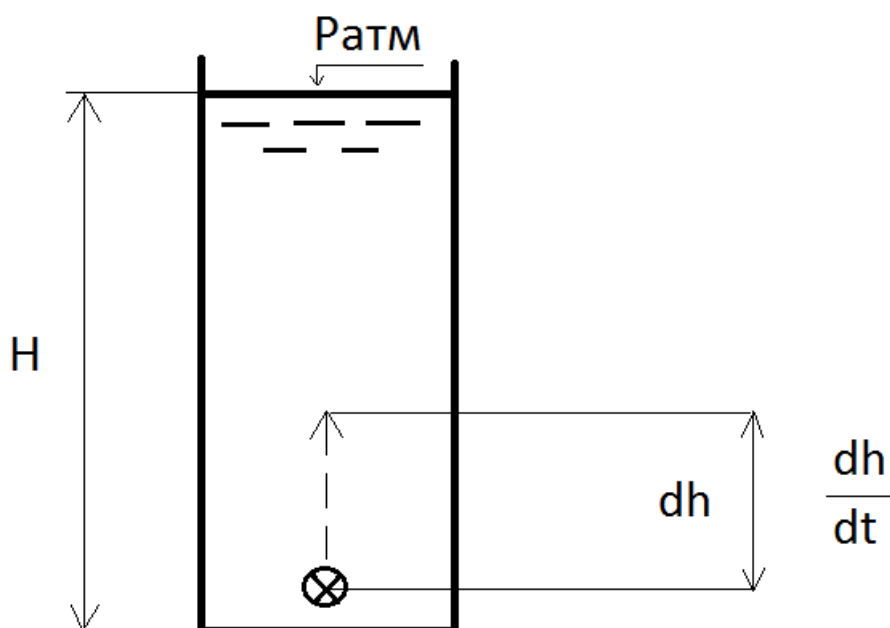


Рис. 1. Экспериментальная установка

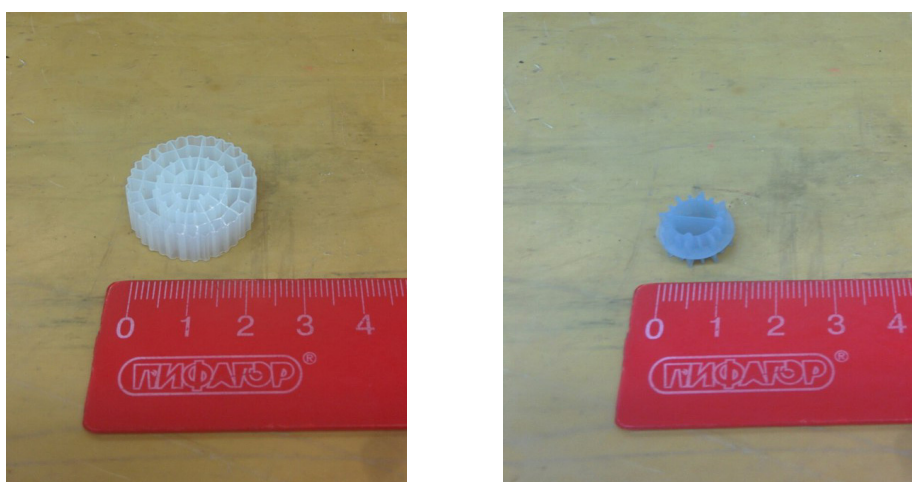


Рис. 2. Загрузка для биореактора №1 (слева) и №2 (справа)

Таблица

Скорости всплытия пластиковой загрузки

элемент	Скорость всплытия, м/с			
	№1 (сухая)	№1 (мокрая)	№2 (сухая)	№1 (мокрая)
1	0,21	0,04	0,11	0,05
2	0,19	0,04	0,09	0,05
3	0,16	0,04	0,08	0,05
4	0,12	0,04	0,07	0,04
5	0,14	0,04	0,08	0,05
6	0,14	0,04	0,09	0,05
7	0,16	0,04	0,10	0,05
8	0,13	0,04	0,10	0,05
9	0,11	0,04	0,09	0,05
10	0,10	0,04	0,09	0,04
Vmin	0,08	0,03	0,03	0,03
Vcp	0,13	0,03	0,08	0,04
Vmax	0,21	0,04	0,11	0,06

Исходя из полученных данных, можно сделать вывод о том, что скорость насыщенной водой загрузки меньше, чем у сухой. Это обуславливается наличием микропор, в которые попадает вода, вследствие чего загрузка становится тяжелее и теряет свою прежнюю скорость. Тем самым плотность пластиковой загрузки становится близкой к плотности воды. На основе результатов опыта можно также сделать вывод о том, что при насыщении водой загрузка разных видов имеет примерно равную скорость. Анализируя график изменения средней скорости плавающей загрузки, видим, что скорость остается постоянной на протяжении всего пути всплытия. Полученные данные полезны при проектировании и моделировании процессов очистки в биологическом реакторе.

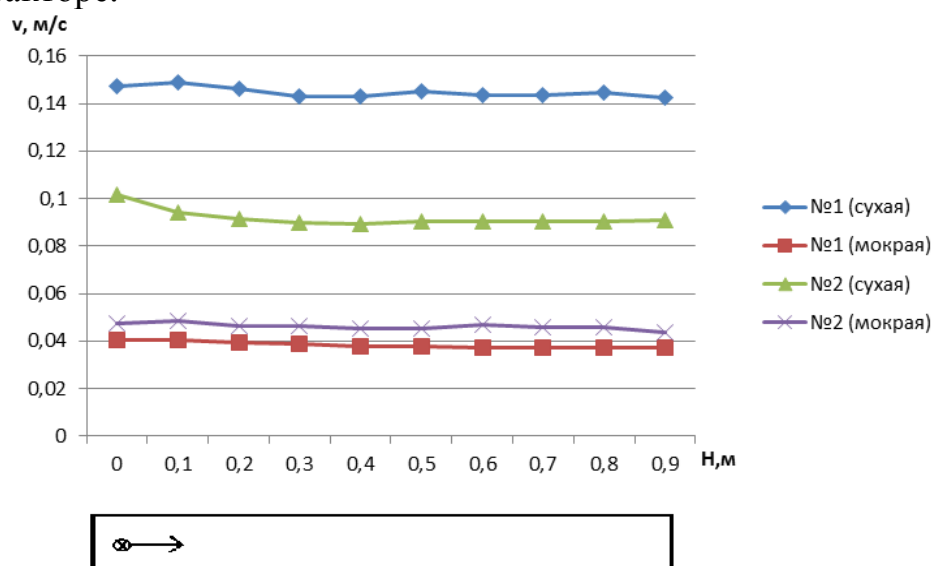


Рис. 3. График изменения средней скорости плавающей загрузки

1. Долина Л.Ф. Очистка сточных вод от биогенных элементов // Континент, 2011. – 198с.

2. Степаненко Л.Н. Оптимизация организации потоков в биореакторах непрерывного действия. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Москва, 2006.

РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМ С ЗАМЕРЗАНИЕМ ТРУБВОДОСНАБЖЕНИЯ В РАЙОНАХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

С.В. Ку克林

Научный руководитель А.В. Зенков, канд. техн. наук, доцент

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Важнейшим фактором, определяющим главные проблемы водоснабжения на Севере, является «вечная мерзлота», чрезвычайно суровый климат и продолжительный зимний период. Они подлежат обязательному учету при проектировании водопроводных сооружений, и заставляет нас модернизировать существующие и разрабатывать новые решения, технологии и конструкции [1].

На Крайнем Севере России живет чуть больше 11,5 миллионов человек в более чем 400 населенных пунктах на площади около 12 миллионов квадратных километров это примерно 70% от общей территории России [2].

Большинство этих населенных пунктов имеют централизованное водоснабжение, а так же предприятия, нуждающиеся в потреблении воды. Развитие системы доставки воды на промышленные предприятия, энергетические объекты, в города и поселки занимает важнейшее место в развитии северных территорий России.

Промерзание труб системы водоснабжения в районах Крайнего Севера на сегодняшний день является очень актуальной проблемой, которая обусловлена минусовыми температурами в зимнее время года. Низкие температурные показатели приводят к замерзанию воды внутри труб. Это чревато нарушением целостности отдельных элементов системы водоснабжения и их разрушением, что приводит в итоге к выходу из строя всей системы водоснабжения. Возникает необходимость в принятии контрмер по устранению проблемы – промерзанию водопроводных труб и замерзанию воды в элементах системы водоснабжения. На восстановление функционирования системы водоснабжения может уйти очень много времени, что, в свою очередь, неизбежно потребует значительного финансирования. Намного целесообразнее предупредить проблему, чем устранять её последствия в дальнейшем [3].

Так как в зимнее время добраться до проблемного участка водопровода проложенного подземным способом затруднено, в связи промерзанием почвы, то целесообразнее будет прокладывать трубопровод надземным способом.

Исходя из удобства монтажа и обслуживания, следует отметить, что прокладка труб над землей является более выгодной, чем прокладка под землей. Ещё одним достоинством надземного трубопровода является более короткий срок прокладки, однако это портит внешний вид окружающей среды и поэтому такой вид прокладки труб не везде может применяться.

Несущими конструкциями при надземной прокладке трубопроводов служат: для небольших и средних диаметров – надземные опоры и мачты, обеспечивающие расположение труб на нужном расстоянии от поверхности; для трубопроводов больших диаметров, как правило, опоры-эстакады. Опоры, обычно, выполняют из железобетонных блоков. Мачты и эстакады могут быть как стальными, так и железобетонными. Расстояние между опорами и мачтами при надземной прокладке должно быть равно расстоянию между опорами в каналах и зависит от диаметров трубопроводов. В целях сокращения количества мачт устраивают при помощи растяжек промежуточные опоры.

При надземной прокладке тепловые удлинения трубопроводов компенсируются при помощи гнутых компенсаторов, требующих минимальных затрат времени на обслуживание. Обслуживание арматуры производится со специально устраиваемых площадок. В качестве подвижных следует применить катковые опоры, создающие минимальные горизонтальные усилия.

Так же при надземной прокладке трубопроводов могут применяться низкие опоры, которые могут быть выполнены из металла или низких бетонных блоков. В местах пересечения такой трассы с пешеходными дорожками устанавливают специальные мостики. А при пересечении с автодорогами – или выполняют компенсатор нужной высоты или под дорогой прокладывают канал для прохода труб [4].

Для нормального функционирования водопровода в районах Крайнего Севера и предупреждения его замерзания необходимо:

- обеспечивать непрерывное движение воды в трубопроводах;
- принимать время остановки водопровода для ликвидации повреждений или аварий не более определенного теплотехническим расчетом;
- снижать до минимума тепловые потери трубопроводов;
- предусматривать подогрев воды или трубопроводов;
- обеспечивать контроль за гидравлическими и тепловыми режимами водопровода;
- применять оборудование, устойчивое против замерзания;
- предусматривать оборудование водоводов системой автоматической защиты от замерзания[5].

Есть несколько способов для обеспечения нормального температурного режима воды в трубопроводе:

- утепление с помощью различных теплоизоляционных материалов (из старых, но достаточно надежных материалов можно выделить минвату, стекловату или паклю; из новых обычно применяют вспененный полиэтилен, базальтовый утеплитель, пенополиуритан, пенопласт и другие);

- применение нагревающиеся кабеля с различными способами укладки (внутри трубы, поверх трубы по всей ее длине, прокладка двух параллельных линий кабеля, прокладка кабеля по спирали, прокладка кабеля по волнистой линии).

Теплоизоляционные материалы имеют ряд недостатков: во-первых, они недостаточно справляются с функцией предотвращения замерзания воды в трубах, проложенных над поверхностью земли в условиях Крайнего Севера; во-вторых, часть утеплителей имеют большую стоимость; в-третьих, утепления труб пенопластом – сложность теплоизоляции на участках изгибов трассы, а также в труднодоступных местах.

Большинство способов укладки греющихся кабелей имеют высокую стоимость в связи с использованием большого количества материала и при этом у них низкий коэффициент полезного действия.

Из всего вышесказанного можно сделать вывод о том, что для обеспечения нормального температурного режима воды в трубопроводах стоит применить греющий кабель с прокладкой внутри трубы.

Изделие демонстрирует следующий ряд достоинств:

- эффективность данного способа обогрева в 2 раза выше, чем у наружной прокладки, поэтому можно использовать греющее устройство меньшей мощности;

- надёжность (надёжно защищает трубы от замерзания);
- износостойкость (не подвергается разрушительному воздействию климатических, биологических, механических, термических и химических факторов);

- долговечность (срок службы более 25 лет);
- практичность (отличается простотой в использовании);
- безопасность (не наносит вред здоровью людей);
- экономичность (не требует сервисного обслуживания);
- позволяет более точно регулировать мощность, что снижает затраты на оплату электроэнергии;

- простоту монтажа;
- обогревающий кабель для водопровода внутри трубы позволяет обеспечить непрерывный и постоянный напор жидкости;

- доступность;
- приемлемую цену (стоимость варьируется, в зависимости от вида и производителя).

1. СН 510-78 Инструкция по проектированию сетей водоснабжения и канализации для районов распространения вечномёрзлых грунтов – п. 7.2
2. М.Г. Журба, Л.И. Соколов, Ж.М. Говорова. Водоснабжение проектирование систем и сооружений. – М: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2003г – 62-68с.
3. Андрей Трейвиш Россия: население и пространство. Слишком много севера. – ДемоскопWeekly, 1 – 19 января 2003. – № 95 – 96 – Режим доступа: <http://www.demoscope.ru/weekly/2003/095/tema03.php>
4. Прокладка водопроводных труб. Надземная прокладка. – Режим доступа: <http://santeknik.org.ua/stati/otoplenie/prokladka-trub>
5. И. П. Петров, В. В. Спиридонов. «Надземная прокладка трубопроводов». – Изд-во «Недра». М.: 1965. – с. 97-117.

ПРЕДАЭРАЦИЯ КАК МЕТОД ИНТЕНСИФИКАЦИИ ИЛОУПЛОТНЕНИЯ

М.А. Куцевол

Научный руководитель А.А. Кулаков, канд. техн. наук

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Образование осадков сточных вод является неотъемлемой частью процесса очистки сточных вод, который требует постоянного контроля и совершенствования технологий. Тем не менее на вопросы, связанные с обработкой осадка обращают гораздо меньше внимания, чем на непосредственно очистку сточных вод. Ежедневно образуется большое количество осадка, требующего обработки.

Методами обработки осадка является уплотнение, стабилизации, обезвоживание и утилизация осадка.

Результатом снижения влажности и сокращения объёмов образующегося осадка служит уплотнение. Уплотнение осадков является первой наиболее экономичной стадией их обработки, позволяющей в значительной мере уменьшить объём сооружений и эксплуатационные затраты на следующих стадиях обработки осадков [1]. Процесс уплотнения влияет на обезвоживание осадка.

На сооружениях с биологической очисткой стоков чаще всего применяют гравитационные уплотнители для избыточного активного ила. Продолжительность уплотнения зависит от конструкции уплотнителя. В радиальных илоуплотнителях продолжительность уплотнение составляет 9-12 часов с влажностью уплотнённого ила на выходе 97,3% [1].

Согласно [2] продолжительность уплотнения на станциях с удалением фосфора рекомендуется не более трех часов, при более длительном процессе повышается выход фосфатов в надиловую воду и фугат. Поэтому следует стремиться к сокращению нахождения осадка в илоуплотнителях.

Объектом исследования являются ОСК г. Вологды, на них происходит уплотнение осадка в радиальном илоуплотнителе диаметром 30 м, его конструкция было модернизирована и добавлена предварительная аэрация, схема представлена на рисунке 1.

Сокращение затрат путем уменьшения объемов осадков является актуальным и важным вопросом. Поэтому целью данной исследовательской работы является поиск эффективных методов интенсификации уплотнения.

Для оценки эффективности процесса уплотнения осадка с его предварительной аэрацией проводились исследования на реальном осадке.

Аэрирование избыточного активного ила (ИАИ) в течение 1,2,3 часов, в емкости объемом 5 литров с помощью компрессора. Обработанные пробы сравнивались с контрольным (необработанным) илом. Отстаивание осуществляется в литровых цилиндрах, показания снимались каждые 15 минут в течение 4 часов, сразу после аэрации.

Результаты отстаивания представлены на рисунке 2.

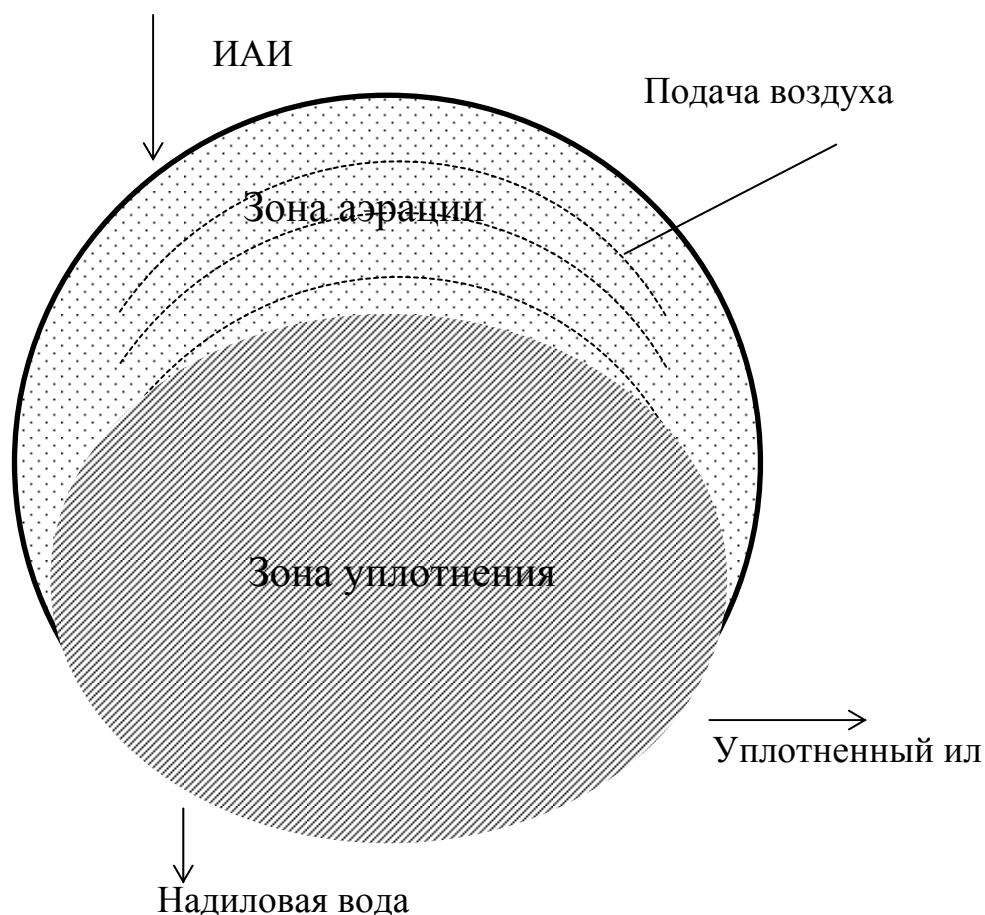


Рис. 3. Схема работы илоуплотнителя ОСК г. Вологды:
 ИАИ – избыточный активный ил, УАИ – уплотненный активный ил

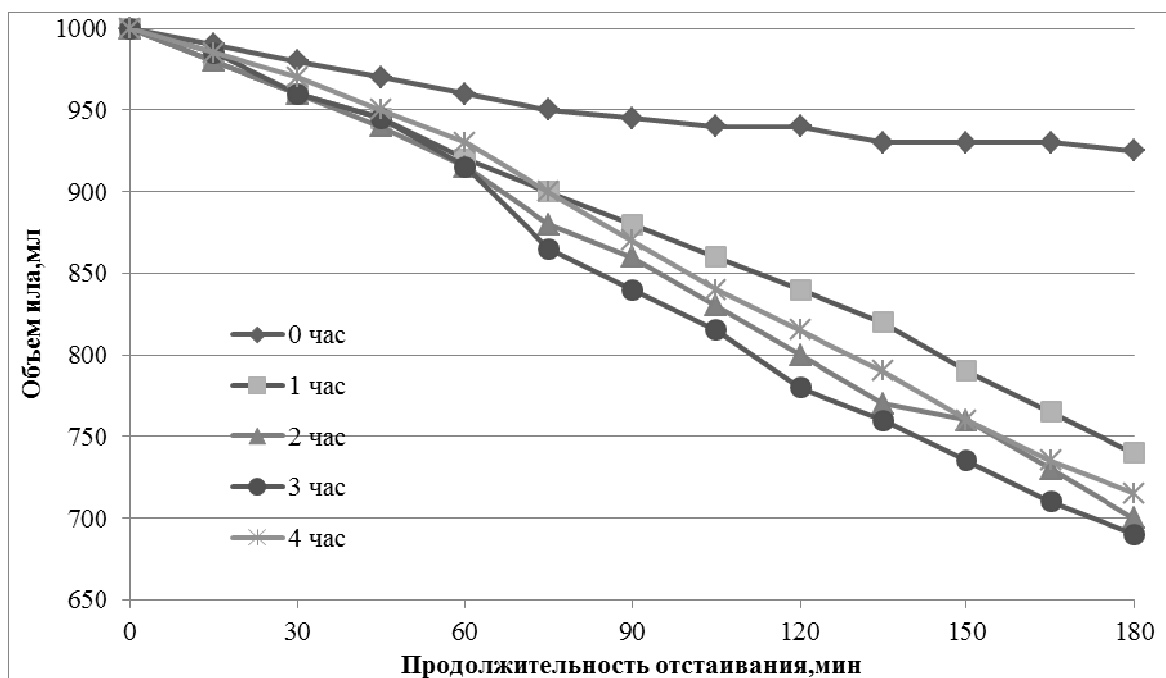


Рис. 2. Исследование процесса уплотнения ила

На графике видно, что предварительная аэрация ИАИ улучшает седиментационные характеристики ила. Наилучший эффект достигается при трех-часовом насыщении осадка кислородом. При более продолжительной обработке процесс осаждения замедляется и соответствует результатам 2-х часовой аэрации.

Также было определено содержание соединений фосфора в фильтрате до аэрации и непосредственно после нее (отбирался уплотненный осадок), и количество фосфора в надилловой воде, получившейся после отстаивания. Данные представлены в таблице.

Таблица

Концентрация фосфора фосфатов при продолжительности аэрации, час

Проба	Концентрация фосфора фосфатов, мг/л, при продолжительности аэрации, час				
	0 часов	1 час	2 часа	3 часа	4 часа
Смесь (до осаждения)	0,255	0,169	0,161	0,138	0,13
Осадок (3ч. отстаивания)	0,752	0,665	0,578	0,51	0,5
Надилловая вода (3ч. отстаивания)	0,0578	0,712	0,256	0,232	0,21

Результаты исследования показали, что предаэрация избыточного активного ила позволяет сократить объем уплотненного ила на 25%. Поэтому

предлагается новая схема илоуплотнения с предаэрацией, представленной на рисунке 3.

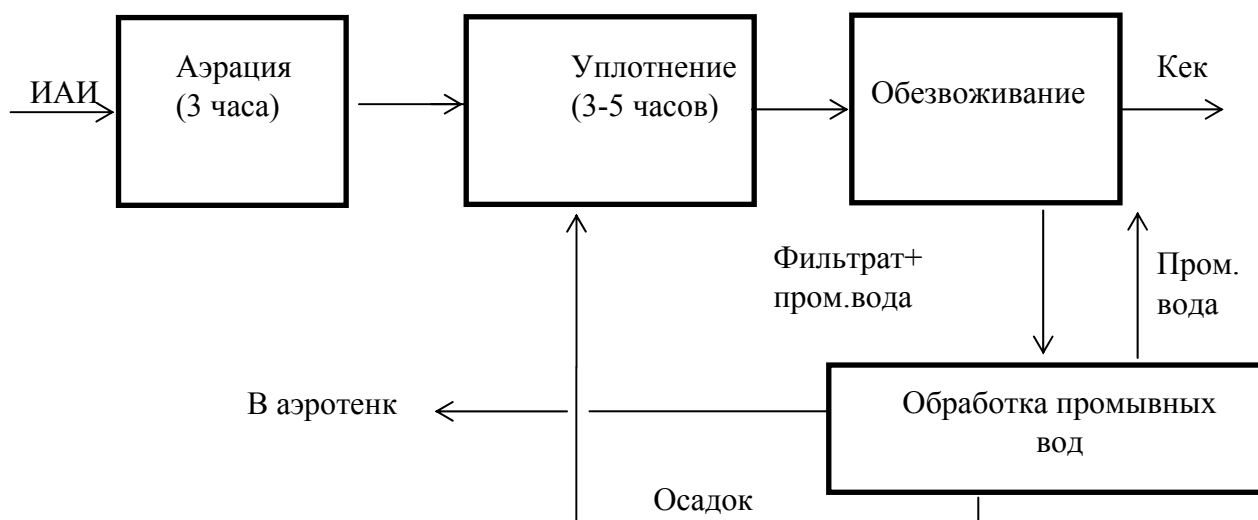


Рис. 3. Схема уплотнения с предаэрацией

Преаэрация оказывает положительное влияние на процесс уплотнения ила, позволяя сократить его до 3-5 часов, и не влияет на выход фосфатов в воду.

1. Обработка осадка сточных вод: полезный опыт и практические советы, ISBN 978-952-5725-93-3.

2. СП 32.13330.2012 Канализация. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.03-85

ПРОБЛЕМЫ РАЗРАБОТКИ И РЕАЛИЗАЦИИ СХЕМ КОМПЛЕКСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНЫ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

И.С. Линьков

Научный руководитель **А.В. Зенков**, канд. техн. наук, доцент

Вологодский государственный университет

г. Вологда

В Водной стратегии Российской Федерации на период до 2020 года утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 27 августа 2009 г. №1235-р отмечается, что одним из приоритетных направлений совершенствования государственного управления является разработка схем комплексного использования и охраны водных объектов, которые являются «основным инструментом обеспечения комплексного использования и охраны водных объектов».

Проведенный анализ законодательства, нормативных правовых и методических документов, определяющих роль схем комплексного использования и охраны водных объектов в системе управления водными объектами, выявил недостатки в разработке и применении схем.

Во-первых, разработанные схемы могли бы стать средством информационной и интеллектуальной поддержки управленческих решений по бассейнам гидрографической единицы, тем самым перейти из разряда рекомендаций в разряд нормативно правового акта.

Во-вторых, в сложившейся ситуации схемы должны разрабатываться на геоинформационной основе, и содержать в себе информацию преимущественно в табличном и картографическом виде.

В-третьих, хозяйственное освоение водного объекта и существующей водохозяйственной инфраструктуры должно рассчитываться современными способами, отвечающими быстро меняющемуся рынку и законодательству.

Поэтому, на примере водохранилищ, необходимо разработать методику позволяющую обосновывать их использование, на основе применения кадастровой оценки земель под водохранилищем. Эта же методика может применяться при обосновании проекта строительства водохранилища, на стадии предпроектных работ.

В качестве примера расчета освоения водного объекта рассмотрим Надеевское водохранилище. Водохранилище находится в Вологодской области, вблизи поселка Надеево, в 8 километрах от г. Вологда. В настоящее время используется для питьевого водоснабжения поселка, но изначально было построено для водоснабжения животноводческого комплекса. Таким образом, в настоящее время водохранилище не используется комплексно. Площадь затопления составляет 173461 м².

Исходные данные получаем на основе сведений карт общего доступа: «Публичная кадастровая карта», Google Earth, Яндекс Карты.

Рассчитываем значение удельного показателя кадастровой стоимости для 1 м² земель, используемых для целей водоснабжения, сброса сточных и дренажных вод, орошения с/х культур. Рассчитывается на основе удельных показателей кадастровой стоимости земель с/х фонда.

В связи с невысоким потенциалом для гидроэнергетического строительства и получения электроэнергии от других источников расчет предполагаемых доходов от использования для гидроэнергетики проводится не будет.

Согласно данным Публичной кадастровой карты, определяем средний удельный показатель кадастровой стоимости, таблица 1, на основании данных участков вблизи.

Таблица 1

Расчет среднего удельного показателя кадастровой стоимости

№ ЗУ	Площадь, м ²	Стоимость, руб.	Удельный показатель, руб./м ²
35:25:0706071:552	313 000	754 330,00	2,41
35:25:0706071:551	18 000	43 380,00	2,41
35:25:0706071:555	226 000	544 660,00	2,41
Средний удельный показатель кадастровой стоимости			2,41

Таким образом, средневзвешенный показатель для расчета дохода следующих пользователей: водоснабжение, сброс сточных и дренажных вод, орошение с/х культур составит $V_{с/х} = 2,41$ (руб/м²).

Так как для расчета кадастровой стоимости земельного участка, расположенного непосредственно под водохранилищем, целесообразно применить доходный подход оценки, который основан на том, что стоимость недвижимости, в которую вложен капитал, должна соответствовать текущей оценке качества и количества дохода, который эта недвижимость способна принести. Ставку капитализации принимаем равной 8%.

Далее осуществляется расчет предполагаемых доходов от использования резервируемого земельного участка для каждого из видов водопользования.

Расчет предполагаемого дохода от водопользования в целях питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения.

Площадь водохранилища, используемая для забора $S_{водс} = 173000$ м².

Доход водопользования вычисляется по формуле и будет равен:

$$I_{водс} = V_{с/х} S_{водс} R = 173000 * 2,41 * 0,08 = 33351,4 \text{ (руб.)}$$

Определения дохода от водопользования в целях орошения сельскохозяйственных культур. Площадь пашни затопленная при создании Надеевского водохранилища составляет 144923 м². Площадь прилегающих земельных участков с/х использования, согласно данным Публичной кадастровой карты равна 557000 м². Таким образом, существуют все предпосылки для орошения данных участков.

На состав угодий и специализацию с/х предприятий влияет их местоположение и рынок сбыта. Пригородные хозяйства в первую очередь на производстве зерновых, картофеля, овощей, ягод, молока и мяса, то есть продукции, которая является малотранспортабельной и пользуется повышенным спросом у населения. Так как, исследуемое водохранилище находится вблизи рынков сбыта на угодьях возможен посев как зерновых так и картофеля. Средняя урожайность зерновых на 2015 год составила 2,16 т/га. Средняя цена на зерновые (ячмень, пшеница и т.д.) в вологодской области составляет 10000 рублей.

Максимальный доход от использования водохранилища для орошения земель:

$$I_{op} = P S_{op} F = 10000 * 2,16 * 55,7 = 1203120 \text{ (руб.)}$$

где P – рыночная цена продукта;

F – урожайность с/х продукции;

S_{op} – орошаемая ресурсами водного объекта площадь для выращивания с/х культур.

Расчет предполагаемого дохода от водопользования в целях сброса сточных и дренажных вод. В качестве площади используемой водопользователем принимаем площадь водохранилища $S = 17300 \text{ м}^2$. Показатель кадастровой стоимости принимаем равным показателю стоимости с/х земель в районе исследования $V_{с/х} = 2,41 \text{ (руб/м}^2\text{)}$.

Рассчитываем доход водопользователя:

$$I_{сбр} = V_{с/х} S R = 2,41 * 173000 * 0,08 = 33354,4 \text{ (руб.)}$$

где $V_{с/х}$ – удельный показатель кадастровой стоимости земель;

S – площадь водохранилища, используемая водопользователем;

R – ставка капитализации.

Расчет предполагаемого дохода при использовании водохранилища в рекреационных целях. Кадастровая стоимость земель занятых объектами рекреации в составе водоохраных зон рассчитывают исходя из среднего значения удельного показателя стоимости земель земельных участков особо охраняемых природных территорий и объектов.

Размеры и размещение объектов рекреации устанавливают следующие нормативные акты: ГОСТ 17.1.5.02-80, СанПин 4060-85.

Таким образом доход от водопользования принимаем равным:

$$I_{рек} = V_o L K N H R = 106,4 * 0,25 * 0,2 * 1540 * 50 = 409640 \text{ (руб.)}$$

где V_o – удельный средний показатель кадастровой стоимости земельных участков особо охраняемых природных территорий и объектов ($106,4 \text{ руб/м}^2$ для Вологодского района);

L – минимальная протяженность береговой полосы на одного посетителя ($0,25$ для озерных пляжей);

K – коэффициент одновременной загрузки пляжа ($0,2$);

N – население, проживающее в зоне доступности пляжа (согласно переписи 2002 года население 1540 человек);

H – ширина акватории для купания (140 м.)

Общий доход от использования водохранилища вычисляется сложением доходов каждого водопользования, таблица 2:

$$I_{общ} = I_{вдс} + I_{op} + I_{сбр} + I_{рек} = 1679468,8 \text{ (руб.)}$$

Удельный показатель доходности ЗУ под водохранилищем составляет $9,68 \text{ руб/м}^2$.

Таблица 2

Общий доход от использования водохранилища

Вид пользования	Удельный показатель кадастровой стоимости, руб/м ²	Капитализация, %	Доход, руб.
Питьевое и хозяйственно-бытовое водоснабжение	2,41	8	33354,4
Орошение земель	2,41	8	1203120
Сброс сточных и дренажных вод	2,41	8	33354,4
Рекреация и отдых	106,4	8	409640
Общий доход ($I_{общ}$), руб.			1679468,8
Общая площадь водохранилища, м ²			173461
Нормативная точность определения площади Надеевского водохранилища, м ²			3644

Расчет нормативной точности определения площадей. Точность вычисляется по формуле:

$$\Delta S = 3,5m\sqrt{S}$$

где m – среднеквадратичная ошибка определения координат углов поворота границы земельного участка, 2,5 для участков с/х назначения;

S – площадь земельного участка.

Результаты данного расчета наглядно показывают потенциал использования или освоения того или иного водного объекта. Для выполнения работы были применены карты общего доступа, к их достоинствам можно отнести: регулярное обновление (актуальность), использование без взимания платы, возможность привязки и векторизации растровых изображений средствами ГИС, возможность внесения оперативных поправок.

Разработанная методика освоения водного объекта, на основе применения кадастровой оценки земель под объектом исследования, применена на примере водохранилища вблизи поселка Надеево.

РАСЧЕТ ТРЕБУЕМОЙ И ДОСТАТОЧНОЙ КРАТНОСТИ ГАЗООБМЕНА В ПОДСВОДНОМ ПРОСТРАНСТВЕ КАНАЛИЗАЦИОННОЙ СЕТИ

А.В. Малков

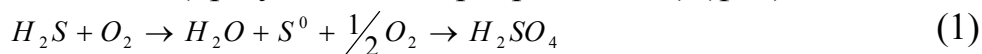
*Научный руководитель В.М. Васильев, д-р техн. наук, профессор
Санкт-Петербургский Архитектурно-строительный университет
г. Санкт-Петербург*

Как известно, высокая скорость разрушения канализационной сети, в виде коррозии бетонных конструкций, связана с высокой концентрацией агрессивных токсичных газов в подсводном и шахтном пространстве. Наиболее опасным газом считается сероводород, как продукт жизнедеятельности бактерий и первообразная серной кислоты. Одним из способов увеличения срока эксплуатации канализационной сети считается газообмен между атмосферой и пространством канализационной сети. Газообмен, возможно, организовать за счет создания естественной тяги и использования увлекающей способности жидкости [1].

Существуют уравнения, позволяющие рассчитать количество газа движущегося за счет действия различных сил. Однако, нигде не упоминается о требуемой кратности газообмена того или иного участка канализационного коллектора. Отсутствие понимания значений требуемого кратности газообмена не позволяет оценить рациональность и обеспеченность того или иного объема газа движущегося по сети, за счет действия естественной тягой и увлекающей способности жидкости.

Малая кратность газообмена в сети может привести к увеличению скорости коррозии канализационной сети, так как при вентиляции канализационной сети происходит конкуренция 2-х процессов [2]:

- Скорость удаления сероводорода из подсводного пространства сети;
- Скорость окисления сероводорода кислородом воздуха, подаваемого с дневной поверхности земли (при участии микроорганизмов) (ф. 1).



Соответственно, при малой кратности газообмена скорость удаления сероводорода будет менее значительна, нежели окисление сероводорода кислородом воздуха, что будет способствовать обратному эффекту – увеличению скорости коррозии бетона и разрушению канализационной сети.

Требуемая кратность газообмена напрямую зависит от скорости дегазации сточных вод. Скорость дегазации зависит от разности концентраций агрессивных газов в сточной жидкости и газообразной среде, а также от турбулентности потока.

Образование газов в сточной жидкости зависит от её химического состава, а именно от концентрации сульфатов (SO_4^{2-}) и ХПК, физико-химических параметров (температура, величина pH) и происходит при анаэробных условиях:

-В заиленных лотках коллекторов в отложениях на банкетах шахт;

-В напорных трубопроводах (при этом выделение газов происходит в местах перехода из анаэробного режима движения в анаэробный – то есть в камерах гашения напора и ниже по сети от неё).

Как показывают наблюдения, наиболее большим разрушениям на канализационной сети подвергаются именно камеры гашения напора и канализационная сеть ниже по течению трубопровода. Поэтому расчет кратности газообмена следует вести именно по этим сооружениям, или, в случае отсутствия на участке сети КГН, любому другому месту канализационной сети, имеющему наибольшую турбулентность потока.

Кратность газообмена следует определять из расчета минимально допустимой концентрации сероводорода в газовой воздушном пространстве канализационной сети на основе баланса движения сероводорода (ф. 2).

$$\uparrow H_2S = \downarrow H_2S \quad (2)$$

Максимально допустимая концентрация сероводорода составляет 5 мг/л [3].

Реальная концентрация сероводорода в подсводном, шахтном пространстве сети может быть определена опытным путем или рассчитана по эмпирической зависимости, предложенной Г.Я. Дрозд (ф. 3,4) [2].

$$H_2S_{ГАЗ} = 7 \cdot T^{0,034} [H_2S]^{0,33T^{0,357}} \quad (3)$$

где $H_2S_{ГАЗ}$ – концентрация сероводорода в подсводном шахтном пространстве сети, мг/м³;

T – температура в подсводном, шахтном пространстве сети, С°;

$[H_2S]$ – концентрация сероводорода в воде, мг/л.

$$[H_2S] = 0,0142 \cdot T^{1,744} \cdot t^{2,878 \cdot T^{(-0,464)}} \left(\frac{SO_4^{2-}}{ХПК} \right)^{-0,72} \quad (4)$$

где $[H_2S]$ – концентрация сероводорода в воде, мг/л;

T – температура в воде, С°;

t – время пребывания в анаэробных условиях, час;

SO_4^{2-} – концентрация сульфатов в воде, мг/л;

$ХПК$ – химическое потребление кислорода, мгО₂/л.

Зная концентрацию сероводорода на расчетном участке канализационной сети, кратность газообмена можно рассчитать по следующей зависимости.

$$K_{ГАЗА} = \frac{C_{H_2S_{ГАЗ}}}{t_{ГАЗ} \cdot C_{H_2S_{ПДК}}} \quad (5)$$

где $K_{ГАЗА}$ – требуемая кратность газообмена, час⁻¹;

$C_{H_2S_{ГАЗ}}$ – концентрация сероводорода в период отсутствия газообмена (насыщенная концентрация H_2S), мг/м³;

$C_{H_2S_{ПДК}}$ – предельно допустимая концентрация сероводорода на расчетном участке канализационной сети;

$t_{ГАЗ}$ – время насыщения внутриканализационного пространства сероводородом до максимальных концентраций, час.

Время насыщения внутриканализационного пространства сероводородом до максимальных концентраций, на основе графиков изменения концентрации сероводорода в течение времени в шахтном пространстве сети, можно принять равным 2 часа [4].

Используя зависимость (5), мы принимаем допущение о линейности закона изменения концентрации сероводорода в подводящем и шахтном пространстве сети, что в действительности можно наблюдать на графиках изменения концентрации сероводорода (рис.) [4].

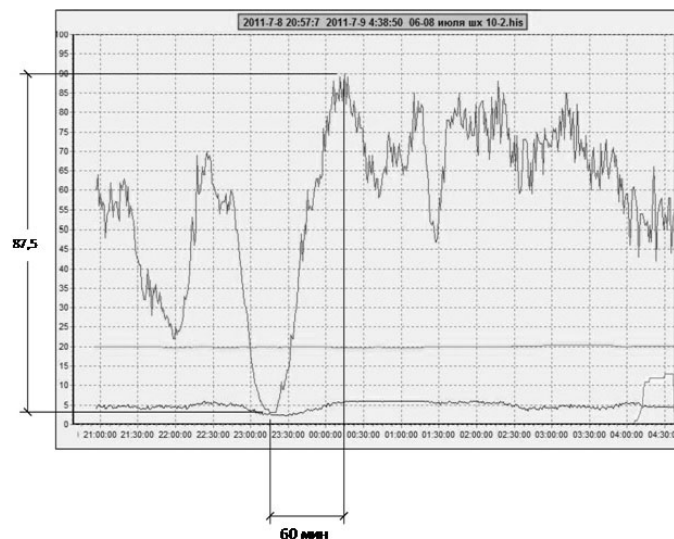


Рис. График изменения концентрации H_2S в шахте №10
«Дублер коллектора по ул.Верности» в период с 20:57 08 июля 2011
по 04:38 09 июля 2011 года. Температура наружного воздуха 25,1 град.С.

В случае отсутствия возможности измерения или расчета насыщенной концентрации H_2S , возможно произвести расчет по следующей зависимости.

$$K_{ГАЗА} = \frac{V_{C_{H_2S_{ГАЗ}}}}{C_{H_2S_{ПДК}}} \quad (6)$$

где $V_{C_{H_2S_{ГАЗ}}}$ – скорость насыщения газа, расположенного в подводящем и шахтном пространстве сероводородом, мг/м³ час.

$$V_{C_{H_2S_{ГАЗ}}} = \frac{C_{H_2S_{ГАЗ}}}{t_{ГАЗ}} \quad (7)$$

Скорость насыщения газа сероводородом можно принять, на основе анализа графиков изменения концентрации сероводорода, равным, $90 \frac{мг \cdot час}{м^3}$.

Требуемый расход газа, из расчета кратности газообмена и объема вентилируемого пространства, можно определить по следующей зависимости.

$$Q_{ГАЗА} = \frac{W_{уч.} \cdot K_{ГАЗА}}{3600} \quad (8)$$

где

$Q_{ГАЗА}$ – требуемый расход воздуха на вентилируемом участке, $м^3/с$;

$W_{уч.}$ – объем вентилируемого участка, подверженного насыщению сероводородом, $м^3$.

$$W_{уч.} = W_{ШАХТЫ} + W_{КОЛ} \quad (9)$$

где

$W_{ШАХТЫ}$ – объем шахты подверженного насыщению сероводородом (как правило – это весь объем шахты), $м^3$.

$W_{КОЛ}$ – объем коллектора подверженного насыщению сероводородом, $м^3$.

$W_{КОЛ}$ следует принимать из расчета длины канализационного коллектора, подверженного насыщению сероводородом, её определить по зависимости Г.Я. Дрозд [2].

$$\bar{U} = \left[\frac{k \cdot D \cdot l}{V \cdot d_r} \right] \quad (10)$$

$$\bar{l} = \frac{0,7 \cdot V \cdot d_r}{k \cdot D} \quad (11)$$

где

$\bar{U}$ – относительная средняя концентрация выделившегося газа по длине канала;

$\bar{l}$ – относительная длина коллектора;

d_r – гидравлический диаметр воздушной части коллектора;

V – скорость газа в подсводном пространстве;

k – коэффициент, зависящий от вида препятствий в коллекторе, вызывающих интенсификацию выделения газа.

Используя выше приведенные зависимости, можно рассчитать: требуемую кратность газообмена на участке канализационной сети, требуемый расход воздуха для поддержания предельно допустимой концентрации в сети.

1. Васильев В.М. Современное представление о микробиологической биодеструкции бетона и металлов при эксплуатации канализационных коллекторов / Васильев В.М., Дмитриева Е.Ю. // Инженерно-экологические системы: материалы Международной научно-практической конференции 10-12 октября 2012 г.; СПбГАСУ. – СПб., 2012. – С. 24-26;
2. Дрозд Г.Я., Коррозионное разрушение, прогнозирование степени агрессивности эксплуатационной среды и обеспечение надежности канализационных коллекторов на стадии проектирования // Вода и экология. Проблемы и решения. – 2013. – №1 – С.40-56;
3. Васильев, В. М.; Бессолов, П. П.; Булгаков, О. Н.; Лившиц, М. Б.; Шаповалов, В. Т. Техническая эксплуатация системы канализационных тоннелей. Учебное пособие, СПбГАСУ, СПб, (2002) – 59 с.
4. Васильев В.М. и др., Отчет о результатах обследования дублера канализационного коллектора в районе площади мужества, ООО «ПИБ «Инженерные Экосистемы», Санкт-Петербург, 2010 г.

ДООЧИСТКА БИОЛОГИЧЕСКИ ОЧИЩЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД

Т.А. Михина

Научный руководитель А.К. Стрелков, д-р техн. наук, профессор

Архитектурно-строительный институт

Самарский государственный технический университет

г. Самара

Рост населения, постоянно развивающаяся промышленность и снижение запасов пресной воды приводят к необходимости совершенствования технологий очистки сточных вод. Часть работы по окончательной очистке сточных вод оставляют самим водоёмам, используя их способность к самоочищению, но, как правило, этого недостаточно. Чтобы добиться на выходе с очистных сооружений допустимых для сброса показателей, после биологической очистки сточных вод предусматривают глубокую доочистку.

Доочистка может осуществляться с помощью различных методов и средств, в частности:

- биологических прудов;
- фильтров с зернистой и плавающей загрузкой;
- дисковых фильтров;
- фильтров с ершовой загрузкой;
- фильтров с плоскостной загрузкой;
- мембранных биореакторов;
- сооружений ультрафильтрации.

С каждым годом разрабатываются новые и совершенствуются старые способы доочистки сточных вод до допустимых для сброса в водоём показателей и повторного использования в технологических схемах. Каждый из рассмотренных способов имеет свои преимущества и недостатки.

С технико-экономической точки зрения дисковые фильтры представляются наиболее рациональным выбором для доочистки городских сточных вод. Высокий эффект очистки в них соотносится с крайне низкими энергозатратами и небольшим расходом воды на промывку при относительно невысокой стоимости (по сравнению с, например, мембранными технологиями).

В рамках написания магистерской диссертации проводится исследование методов очистки сточных вод. Исследуется работа фильтров доочистки биологически очищенных сточных вод с ершовой и плоскостной загрузкой с целью дальнейшего сравнения с работой дисковых фильтров. Экспериментальные установки расположены в отдельном закрытом помещении и подключены к вторичному отстойнику на городских очистных канализационных сооружениях г. Самара. Фильтрация осуществляется снизу вверх. Каждый фильтр имеет две ступени очистки и систему аэрации, а также возможность водовоздушной промывки. Фильтры оборудованы воронками для предотвращения переливов. Установлены счётчики для контроля расхода воды и подаваемого воздуха.

Загрузки позволяют сформировать в фильтрах объёмные структуры из хлопьев активного ила, через которые проходит предварительно насыщенная кислородом сточная вода. Органические загрязнения также извлекаются в ходе биологического процесса благодаря биоценозу среды и сформировавшейся биоплёнке. В фильтре с ершовой загрузкой, кроме того, фильтрация осуществляется и при помощи самих ершей.

Две ступени очистки предусмотрены для более эффективного удаления загрязнений, так как на первой ступени осуществляется улавливание активного ила из вторичного отстойника, а уже на второй ступени происходит глубокое удаление взвесей и завершается процесс нитрификации.

Цель исследования: определить эффективность экспериментальных фильтров доочистки и установить целесообразность их применения для доочистки городских сточных вод.

Для этого исходную (после вторичных отстойников) и очищенную воду исследуют на содержание азота нитритов, азота нитратов, азота аммонийного, фосфатов и взвешенных веществ, а также анализируют биологическое потребление кислорода за пять суток. Результаты доочистки на фильтре с ершовой загрузкой представлены в таблице 1, на фильтре с плоскостной загрузкой – в таблице 2.

Таблица 1

Результаты доочистки воды на фильтре с ершовой загрузкой

№	Показатель	Количество загрязнений, мг/л							
		проба 1		проба 2		проба 3		проба 4	
		исход-ная	после фильт-ра	исход-ная	после фильт-ра	исход-ная	после фильт-ра	исход-ная	после фильт-ра
1	Азот нитритов	0,29	0,02	0,42	0,76	0,52	0,64	0,39	0,38
2	Азот нитратов	29,12	35,88	31,72	27,82	18,95	19,14	27,66	34,29
3	Азот ам-монийный	0,92	0,39	0,26	0,18	2,84	2,85	1,87	1,16
4	Фосфаты	1,18	1,14	0,52	0,11	0,63	0,63	0,46	0,58
5	Взвешенные вещества	2,27	2,49	1,14	0,98	12,49	2,12	1,89	0,91
6	БПК ₅	1,84	2,00	-	-	4,32	6,08	-	-

Таблица 2

Результаты доочистки воды на фильтре с плоскостной загрузкой

№	Показатель	Количество загрязнений, мг/л							
		проба 1		проба 2		проба 3		проба 4	
		исход-ная	после фильт-ра	исход-ная	после фильт-ра	исход-ная	после фильт-ра	исход-ная	после фильт-ра
1	Азот нитритов	0,29	0,52	0,42	0,66	0,52	0,51	0,39	0,55
2	Азот нитратов	29,12	29,12	31,72	31,46	18,95	23,79	27,66	31,56
3	Азот ам-монийный	0,92	0,51	0,26	0,16	2,84	2,44	1,87	1,05
4	Фосфаты	1,18	0,97	0,52	0,18	0,63	0,71	0,46	0,39
5	Взвешенные вещества	2,27	3,41	1,14	3,64	12,49	21,21	1,89	3,26
6	БПК ₅	1,84	5,92	-	-	4,32	7,44	-	-

Как видно из представленных выше данных, в настоящий момент экспериментальные установки не позволяют по всем параметрам достигнуть предельно допустимых показателей для сброса в водные объекты рыбохозяйственного назначения. Плоскостная загрузка подвержена зарастанию, что сказывается на БПК и содержании в очищенной воде взвешенных веществ. Качество исходной воды, поступающей со вторичного отстойника, не отличается постоянством, что также сказывается на результатах исследования. Фильтр с ершовой загрузкой позволяет добиться приемлемых показателей очистки по

взвешенным веществам, аммонийному азоту, фосфатам и азоту нитритов. Для фильтра с плоскостной загрузкой следует предусмотреть возможность последующего отстаивания для оседания взвешенных веществ, попадающих в воду с загрузки.

Для получения окончательных результатов необходимо будет продолжить наблюдение за работой фильтров в холодное время года, чтобы знать, как будут вести себя загрузка и биоплёнка при снижении температуры.

Но на данный момент использование экспериментальных установок в качестве доочистки биологически очищенных сточных вод не представляется рациональным, так как они значительно уступают по эффективности дисковым фильтрам, позволяющим стабильно очищать воду до 0,2 – 1,0 мг/л по взвешенным веществам [2, 3], и ершовым биореакторам, снижающим содержание азота нитратного до 7,5 – 16 мг/л [1], при сопоставимых затратах.

1. Мурадян Ю.В., Теплых С.Ю. Доочистка хозяйственно-бытовых сточных вод на фильтрах с ершовой загрузкой // Вестник СГАСУ. Градостроительство и архитектура. – 2012. – № 2. – С. 59 – 62;

2. Отчет об испытаниях контейнерной пилотной автоматизированной установки сетчатой микрофильтрации DynaDisc на канализационных очистных сооружениях ООО «Автоград-Водоканал»;

3. Козлов М.Н., Богомоллов М.В., Кевбрина М.В. Эффективность микрофильтрации на дисковых фильтрах для задержания взвешенных биологически очищенных сточных вод // Водоснабжение и санитарная техника. – 2014. – № 10. – С. 59 – 65.

ПРИМЕНЕНИЕ BIM ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРИ СОЗДАНИИ ИНЖЕНЕРНЫХ ОБЪЕКТОВ, НА ПРИМЕРЕ КАНАЛИЗАЦИОННЫХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

А.А. Пелипенко

Научный руководитель Е.С. Гогина, канд. техн. наук, доцент

Национальный исследовательский

Московский государственный строительный университет

г. Москва

Совершенствование систем водоснабжения и водоотведения заключается не только в применении современных технологий в вопросах эксплуатации, но и в совершенствовании процесса проектирования, для уменьшения количества проектных ошибок. Одним из путей решения данной проблемы является развивающееся в России технология информационного моделирования. Данная технология стремительно развивается при поддержке крупных игроков

строительного рынка. Однако, стоит отметить, что применение BIM для инженерных сооружений, таких как канализационные очистные сооружения в текущих реалиях совершенно не отражено.

Что такое BIM? Его роль в современной России.

Рубеж конца XX – начала XXI веков, связанный с бурным развитием информационных технологий, ознаменовался появлением принципиально нового подхода в архитектурно-строительном проектировании, заключающемся в создании компьютерной модели нового здания, несущей в себе все сведения о будущем объекте – BuildingInformationModel (BIM). Несмотря на то, что идея была сформулирована впервые еще в 1975 году профессором Технологического института Джорджии Чаком Истманом, именно на текущий период приходится массовое обсуждение и внедрение BIM технологии в проектировании и строительстве

Информационная модель здания (BIM) (Building Information Model) – это:

- хорошо скоординированная, согласованная и взаимосвязанная,
- поддающаяся расчетам и анализу,
- имеющая геометрическую привязку,
- пригодная к компьютерному использованию,
- допускающая необходимые обновления.

Иными словами, BIM – это числовое описание и нужным образом организованная информация об объекте, используемая как на стадии проектирования и строительства здания, так и в период его эксплуатации и даже сноса.

В отличие от традиционных систем компьютерного проектирования, создающих геометрические образы, результатом информационного моделирования здания обычно является объектно-ориентированная цифровая модель как всего объекта, так и процесса его строительства. Схема BIM приведена на рис. 1.



Рис. 1. Что такое BIM

Проблемы, возникающие при проектировании инженерных систем в 2D.

Современная тенденция к увеличению скорости проектирования не может не сказаться на количестве допускаемых ошибок, независимо от уровня контроля со стороны ГИП, ГАП и нормоконтрольорганизации. Именно низкое качество проектной документации при проектировании классическим способом стало одним из основополагающих факторов, вынудив отрасль к переходу на BIM. Большая часть ошибок связана именно с инженерными системами и при взаимодействии нескольких смежных разделов среди наиболее частотных ошибок, возникающих при проектировании инженерных систем, можно выделить следующие пункты:

- Пересечение различных систем между собой. Например, труб канализации с кабельными лотками, магистральных трасс систем водоснабжения с воздухопроводами и так далее.
- Трудность выполнения монтажных работ из-за невозможности корректного определения расположения инженерных систем. (Привязка к еще недостроенным конструкциям).
- Прохождение трубопроводов инженерных систем через несущие конструкции и необходимость корректировки их расположения.
- Возможность потери чертежей и дальнейшие трудности с опознанием типа инженерных систем, как следствие – трудности эксплуатации.

В рамках данной статьи было проведено сравнение между документацией, созданной классическим способом и построенной и откорректированной на ее основе BIM моделью. Следует отметить, что в отличие от зарубежной практики, вопрос применения BIM технологии для инженерных сооружений в России является не раскрытым. По крайней мере, в открытом доступе отсутствовала информация о создании BIM модели какого-либо сооружения.

Следует оговориться, что модель, созданная в рамках данного проекта призвана показать возможности технологии BIM и данный проект создавался по имеющейся документации и был призван продемонстрировать возможности программного комплекса; создать модель, пригодную для дальнейшей эксплуатации.

Можно выделить несколько основных пунктов, для которых можно использовать BIM модель.

BIM для проверки.

Полученная модель позволила определить такие недостатки документации, созданной в 2D как:

- Отсутствие отверстий для коммуникаций и трубопроводов
- Пересечение инженерных систем
- Неудобные для обслуживания и монтажа места инженерных систем
- Завышенное количество трубопроводов и соединительных деталей

ВМ для эксплуатации.

Применение ВМ технологий имеет множество преимуществ не только для процесса строительства, уменьшая количество проектных ошибок, но и существенно облегчает дальнейшую эксплуатацию объекта или сооружения. Основное отличие ВМ от простого 3D заключается в том, что каждый элемент имеет определенный набор свойств, а не только какое-либо визуальное отображение. Отсюда можно выделить следующие плюсы:

- Использование проектировщиком реального оборудования с реальными размерами и показателями
- Служба эксплуатации может использовать данную модель и видеть не только то, как отображается то или иное оборудование, но и использовать его основные свойства.

На рис.2 отображены свойства насоса, размещенного в проекте. Любой человек, который имеет доступ к модели, сможет посмотреть расход, давление, вес и прочие параметры для данного элемента. При работе со смежными специальностями, например, с проектом электрических систем, можно конкретно обозначать место подвода силового кабеля и определить его характеристики, зная мощность оборудования.

Типоразмеры в семействе

Имя: CR 32-2

Параметр	Значение
Текст	
Тип, марка, обозначение документа	ТУ 4854-005-59379130-2006, ТУ 4371-
Примечание	
Позиция	
Электросети - Нагрузки	
Число жил и поперечное сечение п	5х1,5...2,5 мм ²
Частота	50.00 Гц
Номинальный ток	8.00 А
Напряжение	3х380-415 В
Мощность установки	8000.00 Вт
Мощность одного насоса	4000.00 Вт
Механизмы	
Производительность	7.08 л/с
Напор	3.270000 бары
Размеры	
Габариты установки	1543(Д)х1166(Ш)х1455(В)
Прочее	
Масса единицы	470.000 kg
Идентификация	
Описание	Установка повышения давления вод
Изготовитель	ООО "Грундфос"
Группа модели	
Ключевая пометка	
Комментарии к типоразмеру	
URL	
Код по классификатору	
Стримность	

Рис. 2. Свойства насоса

Также стоит выделить еще одну возможность BIM модели. Кроме использования конкретных производителей она позволяет практически мгновенно изменять одни элементы на другие. Например, в данном случае, производилась замена одних аэраторов на другие. Важным плюсом является то, что элементы меняются на всех видах и чертежах, исключая человеческий фактор, связанный с забывчивостью проектировщика. Так же любое перемещение элемента осуществляется не только на рабочем виде, но и во всем проекте, позволяя так же исключить влияние человека.

Выводы:

Применение BIM в объектах инфраструктуры позволяет обеспечить высокий уровень проектной документации, исключить возможность пересечения инженерных систем, позволяет более легко производить эксплуатацию объекта, на ранних стадиях определить оптимальное расположение оборудования в местах, удобных для эксплуатации. Точно и быстро рассчитать спецификацию оборудования и материалов.

Весь перечень плюсов, указанный выше, позволяет совершенствовать системы водоснабжения и водоотведения, так как их использование не останавливается исключительно на стадии возведения, оно продолжается на всем жизненном цикле объекта, включая стадию эксплуатацию.

1. Талапов В.В. Основы BIM: введение в информационное моделирование зданий [Текст]. М., ДМК Пресс, 2011. 392 с. – ISBN 978-5-94074-692-8.

2. Гогина Е.С. Комплексное решение проблем водоотведения с применением информационных технологий [Текст] // Известия московского государственного технического университета МАМИ, том 2, №3, 2013, стр. 76-79, ISSN: 2074-0530

ПРОБЛЕМЫ НОРМИРОВАНИЯ ВЫБРОСОВ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Н.И. Переломова, Ю.А. Галанина, Д.С. Емельянов

*Научный руководитель **М.М. Медиоланская**, канд. техн. наук, доцент*

*Вологодский государственный университет
г. Вологда*

Автозаправочные станции, объекты автотранспортных хозяйств и предприятий, использующие в своей производственной деятельности нефтепродукты, обычно имеют открытые площадки и достаточно развитую дорожную сеть, с которой отводятся дождевые сточные воды, загрязнённые взвешенными веществами, в основном, песчаными и глинистыми частицами и отходами нефтепродуктов: дизельное топливо, масла и др.

Проблемы очистки сточных вод от нефтепродуктов в настоящее время особенно актуальны. Прежде всего это связано с вредным воздействием, которое нефтепродукты могут оказывать на экологическую обстановку и здоровье населения.

Локальные очистные сооружения служат для очистки производственных сточных вод. Перед ними стоит непростая задача, ведь особенности состава сточных вод на этих объектах провоцируют повышенную вероятность взрыва в связи с высокой концентрацией нефтепродуктов в стоках.

Поэтому для очистки стоков на таких предприятиях должно быть использовано дополнительное оборудование, в частности масло-бензоотделитель. Его функция заключается в очистке талых, дождевых и прочих поверхностных стоков промышленных объектов от эмульгированных нефтепродуктов, а также мельчайших фракций взвешенных частиц.

Функционал масло-бензоотделителя, в среднем, позволяет снизить содержание в воде нефтепродуктов до 0,3 мг/л, что соответствует установленной норме по сбросу стоков в городские коммуникации.

Если рассматривать локальные очистные сооружения как источник выброса загрязняющих веществ в атмосферный воздух, то выброс будет осуществляться от нефтеловушек, а точнее от нефтяной пленки, которая образовалась на поверхности. Данная пленка появляется в двух случаях:

1. Когда происходит процесс заполнения нефтеловушки сточными водами;
2. Когда нефтеловушка заполнена частично, и сброс в ближайшее время не предвидится.

При эксплуатации локальных очистных сооружений большей частью выделяются предельные углеводороды.

Выбросы паров углеводородов в процессе заполнения резервуаров хранения топлива являются одним из существенных источников загрязнения приземных слоев атмосферы, в случае выпадения осадков часть испарившихся веществ так же попадает с поверхностным стоком на локальные очистные сооружения.

Цель данного исследования – выявить и доказать необходимость создания методики расчета выброса загрязняющих веществ от локальных очистных сооружений для разработки проекта предельно-допустимых выбросов для нефтебаз, складов ГСМ и т.д. Доказать влияние температуры атмосферного воздуха на испарение с поверхности локальных очистных сооружений.

Для расчета выбросов загрязняющих веществ от нефтеловушек может быть использована РД-17-86 «Методические указания по расчету валовых выбросов вредных веществ в атмосферу для предприятий нефтепереработки и нефтехимии» [1]. Данная методика входит в перечень методик, используемых в 2016 году для расчета, нормирования и контроля выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух [2].

По данной методике количество выбросов вредных веществ в атмосферу от нефтеловушек I и II системы очистных сооружений и от нефтеловушек сернисто-щелочных стоков (СЩС) (кг/ч) рассчитывается по уравнению:

$$\Pi_i^{\text{нп}} = F_i \cdot q_i^{\text{нп}} \cdot K_1 \cdot K_2 \quad (1)$$

где F_i – площадь поверхности жидкости нефтеловушек i -й системы, м²;

$q_i^{\text{нп}}$ – удельные выбросы вредных веществ (суммарно) с поверхности нефтеловушки i -ой системы, кг/ч·м², принимается по таблице 2.3.1.[1].

K_1 – коэффициент, учитывающий степень укрытия открытых поверхностей шифером или другим материалом, принимается по таблице 2.3.2[1].

K_2 – коэффициент, учитывающий степень укрытия нефтеловушек с боков;

$K_1 = 1$ – если объект открыт с боков;

$K_2 = 0,7$ – если объект с боков закрыт.

РД -17-86 «Методические указания по расчету валовых выбросов вредных веществ в атмосферу для предприятий нефтепереработки и нефтехимии» при расчете выброса загрязняющих веществ учитывает площадь поверхности жидкости, и степень укрытия резервуара.

При расчете выброса загрязняющих веществ данная методика не учитывает такие важные показатели как климатические характеристики места расположения объекта, количество перерабатываемого горюче-смазочного материала, какое может попасть в локальные очистные сооружения.

Но данная методика разработана для расчете выбросов предприятий, занимающихся переработкой нефтепродуктов, и предприятий нефтехимической промышленности. Нефтебазы, склады ГСМ и т.д. не подпадают под данную категорию предприятий. При разработке проекта предельно допустимых выбросов для нефтебаз, складов ГСМ и т.п. применимость данной методики сомнительна по следующим причинам.

Во-первых, используя методику РД-17-86, выбросы загрязняющих веществ будут значительно выше, чем при использовании программ «Интеграл», «Логус», «Эко-центр». Во-вторых, существенно отличаются химический состав выбросов загрязняющих веществ при использовании различных методик. Химический состав ГСМ представлен в таблице 1.

В-третьих, на нефтеперерабатывающих заводах идет постоянный процесс переработки нефтепродуктов, т.е. выброс загрязняющих веществ будет происходить постоянно. На нефтебазах, складах ГСМ, выброс загрязняющих веществ будет кратковременный. Выброс ЗВ будет осуществляться при сливе нефтепродуктов, при хранении же все люки герметично закрыты в целях предотвращения испарения. Также источником выброса являются дыхательные клапаны резервуаров, но выброс будет очень мал, т.к. зависит от диаметра дыхательного клапана. В-четвертых, на нефтебазах, складах ГСМ в нефтеловушках происходит разбавление нефтепродуктов дождевыми сточными водами, поэтому концентрация нефтепродуктов намного ниже, а соответственно толщина нефтяной пленки меньше. Поэтому возникает проблема нормирования выбросов загрязняющих веществ от объектов с поверхностью испарения, в частности – от нефтеловушек, установленных на нефтебазах, складах ГСМ.

Таблица 1

**Химический состав загрязняющих веществ выбрасываемых
в атмосферный воздух от горюче-смазочных материалов**

Код вещества	Наименование вещества	Виды методик		
		«Интеграл», «Логус», «Экоцентр»		РД 17-89
		Вид топлива применяемый при расчете		
		Д/Т	Керосин	
333	Сероводород	+		+
602	Бензол			+
616	Диметилбензол (Ксилол)			+
621	Метилбензол (Толуол)			+
1071	Фенол			+
2732	Керосин		+	
2754	Алканы C12-C19 (Углеводороды предельные C12-C19)	+		+

Расчет выброса загрязняющих веществ от нефтебаз, складов ГСМ и т.д. могут быть выполнены при использовании следующих программ: «Интеграл», «Логус», «Эко-центр» и т.д. При выполнении расчета видно, что суммарное количество загрязняющих веществ и их сумма значительно ниже, чем при использовании РД-17-86 «Методические указания по расчету валовых выбросов вредных веществ в атмосферу для предприятий нефтепереработки и нефтехимии» расчеты представлены в таблицах 2 и 3. Необходимо учитывать, что расчеты выполнялись на «чистых» ГСМ, т.е. не учитывался коэффициент разбавления. В дальнейшем будет выполнены расчеты с учетом коэффициента разбавления.

Таблица 2

**Сравнительный анализ выбросов загрязняющих веществ
от различных методик для дизельного топлива**

Код вещества	Наименование вещества	Программа АЗС – «Экоцентр»			РД-17-86
		Климатические характеристики места расположения объекта			
		1	2	3	
1	2	3	4	5	6
333	Сероводород	0,0000113	0,0000137	0,0000171	0,000433
602	Бензол	-	-	-	0,001502
616	Ксилол	-	-	-	0,0016
621	Толуол	-	-	-	0,003217
1071	Фенол	-	-	-	0,000225
2754	Углеводороды предельные C12-C19	0,0040176	0,0048708	0,0060807	0,047574
Сумма		0,004029	0,004885	0,006098	0,054555

Таблица 3

**Сравнительный анализ выбросов загрязняющих веществ
от различных методик для керосина**

Код вещества	Наименование вещества	Программа АЗС – «Экоцентр»			РД-17-86
		Климатические характеристики места расположения объекта			
		1	2	3	
1	2	3	4	5	6
333	Сероводород	-	-	-	0,000433
602	Бензол	-	-	-	0,001502
616	Ксилол	-	-	-	0,0016
621	Толуол	-	-	-	0,003217
1071	Фенол	-	-	-	0,000225
2732	Керосин	0,0107489	0,01344	0,0162556	-
2754	Углеводороды предельные C12-C19	-	-	-	0,047574
Сумма		0,0107489	0,01344	0,0162556	0,054555

Таким образом, при разработке проектов предельно допустимых выбросов инженеры-экологи сталкиваются с такой проблемой как отсутствие методики расчета выбросов загрязняющих веществ от нефтеловушек, установленных на АЗС, объектах транспортного хозяйства и т.д. В свою очередь, данная проблема влечет за собой увеличение сложности, увеличение объема работ при разработке проекта.

Именно поэтому остро стоит необходимость в создании методики расчета выброса загрязняющих веществ от локальных очистных сооружений для разработки проекта предельно допустимых выбросов.

1. РД-17-86. Методические указания по расчету валовых выбросов вредных веществ в атмосферу для предприятий нефтепереработки и нефтехимии [Электронный ресурс]: утв. Миннефтехимпромом СССР)// КонсультантПлюс: справ.-правовая система / Компания «КонсультантПлюс».

2. Перечень методик, используемых в 2016 году для расчета, нормирования и контроля выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГИПОХЛОРИТА НАТРИЯ, ПОЛУЧЕННОГО ИЗ МИНЕРАЛИЗОВАННЫХ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

В.А. Силинский

Научные руководители: С.В. Колобова, старший преподаватель,

Е.А. Мезенева, канд. техн. наук, доцент

Вологодский государственный университет

г. Вологда

На сегодняшний день обеззараживание питьевых и сточных вод является одной из актуальных проблем для организаций, имеющих непосредственное отношение к водоподготовке. Именно хлорирование является распространённым методом обеззараживания, так как хлор обладает пролонгированным действием. Это объясняется наличием в воде остаточной концентрации хлорсодержащего реагента, гарантирующего сохранение микробиологического качества питьевой воды, защищающего от возможности повторного заражения при ее транспортировке по водопроводной сети потребителям.

Применение газообразного хлора, являющегося популярным и традиционным методом обеззараживания, не безопасно для эксплуатации водопроводно-коммунального хозяйства, а так же требует особого внимания при его транспортировке и хранении. В связи с этим фактором наблюдается тенденция замены газообразного хлора на альтернативные реагенты. Одним из таких реагентов является гипохлорит натрия. Наличие хлорноватистой кислоты в водных растворах гипохлорита натрия объясняет его сильное дезинфицирующее свойство. Это средство удаляет микроорганизмы очень быстро и при достаточно низких концентрациях, поскольку разложение гипохлорита сопровождается образованием ряда активных частиц.

Основными достоинствами обеззараживания питьевых и сточных вод гипохлоритом натрия (ГХН) является безопасность его применения и значительное уменьшение воздействия на окружающую среду по сравнению с жидким хлором. Метод обеззараживания воды с применением ГХН отличается высокой степенью экологической и промышленной безопасности, не требует создания системы нейтрализации аварийных выбросов, мероприятий по охране окружающей среды и защите обслуживающего персонала.

На сегодняшний день гипохлорит натрия используют в двух формах:

- высококонцентрированный раствор технического гипохлорита натрия, производимый на предприятиях химической промышленности (концентрация 170 – 190 г/л);
- низкоконтрированный (6 – 8 г/л) раствор гипохлорита натрия, производимый на месте его использования[1].

Низкоконтрированный гипохлорит натрия традиционно получают путём электролиза раствора поваренной соли. В данной работе вместо раствора

соли в качестве сырья для приготовления электролизного ГХН использовали рассолы минеральных вод.

Вологодская область обладает значительными запасами минеральных вод с большим содержанием хлоридов. За счёт применения высокоминерализованных подземных вод, может быть решена проблема как в экономическом, так и в техническом плане, за счет снижения затрат на приобретение и доставку реагентов до места их использования.

Целью работы является оценка эффективности применения гипохлорита натрия, полученного электролизом природных рассолов Вологодской области, в качестве обеззараживающего реагента.

Исследования проводились на базе лаборатории кафедры «Водоснабжения и водоотведения» ВоГУ. Для получения ГХН использовались подземные воды с содержанием хлоридов 200 г/л. Электролиз проводился в ячейке непроточного типа при постоянном токе 6А. В исследованиях использовались графитовые электроды [2].

Для проведения исследований в качестве исходной, обрабатываемой воды была использована вода из поверхностного источника (река Вологда). Известно, что доза хлора при предварительном хлорировании принимается в пределах от 5 до 15 мг/л, в зависимости от качества исходной воды.

Для оценки эффективности воздействия полученного ГХН на обрабатываемую воду при первичном хлорировании были приняты дозы 4, 8, 16 мг/л. Для сравнения рассматривался ГХН с разными концентрациями по активному хлору (9 г/л и 5г/л).

Анализ эффективности полученного электролизом минеральной воды гипохлорита натрия проводилась по общему микробному числу (ОМЧ). Общая микробная загрязненность определяется числом микробных колоний, которые вырастают на простой питательной среде при 37°C в течение 24 ч из посева 1 мл исследуемой пробы воды. [3] Данный показатель позволяет учитывать микроорганизмы, содержащиеся в 1 мл воды, способные расти на простых средах при указанной температуре (мезофильные, сапротрофные). Однако число сапротрофных микроорганизмов, вырастающих на питательной среде, обычно соответствует степени загрязненности воды органическими веществами и, таким образом, косвенно характеризует ее санитарное состояние. Полученные результаты приведены на рисунке 1.

Также в работе оценивалось влияние ГХН на содержание в воде общих колиформных бактерий (ОКБ). Общие колиформные бактерии – граммотрицательные, необразующие спор палочки, продуцирующие альдегид на дифференциальных лактозных средах, необладающие оксидазной активностью, ферментирующие лактозу или маннит с образованием кислоты и газа при температуре 37°C в течение 24 – 48 ч [3]. Многие представители данной группы являются микроорганизмами нормальной микрофлоры желудка, поэтому

превышение данной группы микроорганизмов может говорить о возможно антропогенном (в т.ч. и фекальном) загрязнении воды.

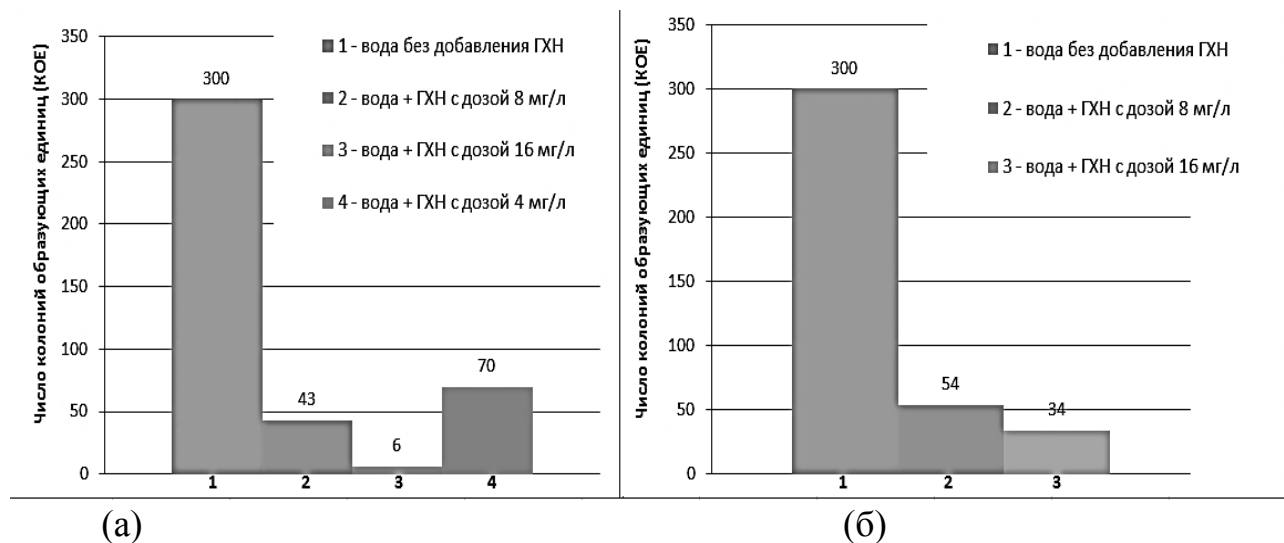


Рис. 1. Общее микробное число в исследуемой пробе воды с добавлением ГХН с содержанием активного хлора 9 г/л (а) и 5 г/л (б)

В результате исследований в исходной воде реки Вологды обнаружены ОКБ более 2000 КОЕ. После обработки сырой воды ГХН при дозах: 4, 8 и 16 мг/л ОКБ не обнаружены. Результаты представлены на рисунке 2.

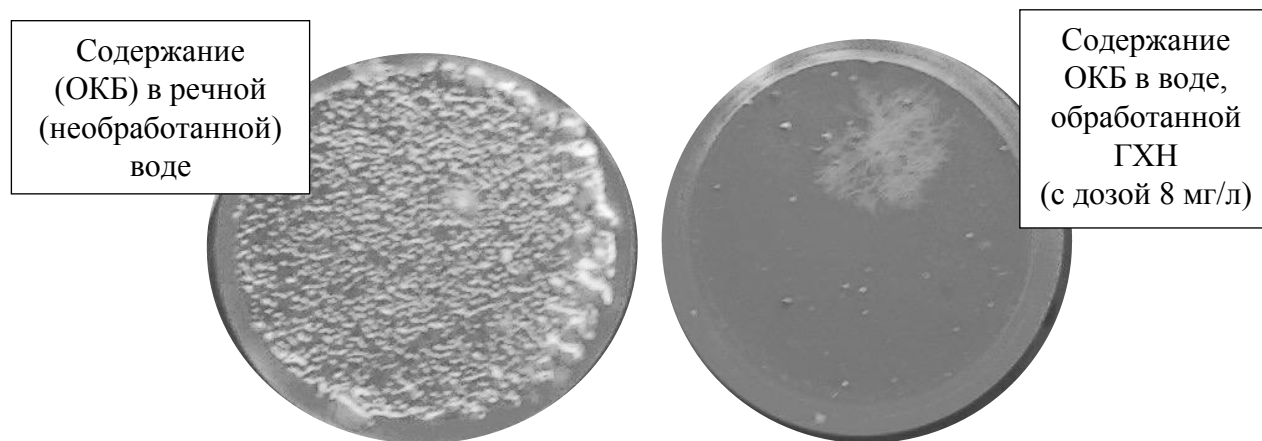


Рис. 2. Содержание общих колиформных бактерий в речной и обработанной гипохлоритом натрия воде

Результаты исследования показали, что гипохлорит натрия, полученный из высокоминерализованных подземных вод, достаточно эффективен при использовании его в качестве дезинфектанта.

1. Фесенко, Л.Н. Дезинфектант воды – гипохлорит натрия: производство и применение: монография / Л.Н. Фесенко, В.В. Денисов, А.Ю. Скрыбин; под ред. В.В. Денисова; ООО НПП «Экофес», Юж.-Рос. гос. техн. ун.-т. – Новочеркасск: Лик, 2012. – 237 с.

2. Силинский, В. А. Оценка технологической эффективности получения гипохлорита натрия из высокоминерализованных вод вологодской области/ В. А. Силинский; науч. Рук.: Мезенева Е. А., Колобова С. В.// Сборник тезисов участников форума «Наука будущего – наука молодых»: [в 2 т.] / – Казань, 2016. – Т. 2. – С. 159 – 160. – (наука о Земле, экология и рациональное природопользование). – Библиогр.: 454 с.

3. Кондакова, Г.В. Санитарная микробиология: Текст лекции / Г.В. Кондакова; Яросл. гос. ун-т. – Ярославль: ЯрГУ, 2005. – 84 с.

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ ВОДОПОДГОТОВКИ

О.Е. Соколова

Научный руководитель М.М. Медиоланская, канд. техн. наук, доцент

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Водно-химический режим (ВХР) и системы его обеспечения являются основным фактором определяющим эффективность и надежность работы промышленных предприятий и особенно теплоэнергетических объектов.

Теплоэнергетические установки являются постоянными потребителями значительного количества воды. Эксплуатация установок при высоких тепловых нагрузках требует строгого химического контроля содержания примесей в воде с целью предотвращения отложений и обеспечения надежного температурного режима и увеличения срока работы установок [1].

Все вышесказанное в полной мере относится и к оборудованию ТЭЦ. Рассмотрим на примере Вологодской ТЭЦ проблемы водоподготовки. В настоящее время на предприятии имеются две взаимодополняющие системы водоподготовки: «старая» и «новая» химводоочистка (ХВО).

Источником водоснабжения ТЭЦ является река Вологда, качество воды в которой не удовлетворяет технологическим требованиям предприятия по жесткости, щелочности, общему солесодержанию и другим показателям.

Изменение основных свойств исходной воды представлено на рисунках 1 и 2.

Общая схема водоподготовки Вологодской ТЭЦ [2]: вода из реки Вологда с береговой насосной станции по водоводам подается в камеру смешения либо в спираторное отделение (в зависимости от времени года) «старой»

ХВО. В камеру смешения для подогрева сырой воды до температуры 18-25°C заведён пар. Из приёмной камеры сырая вода подаётся в спирактор, куда одновременно поступает раствор известкового молока. В спиракторе происходит интенсивное смешение воды с раствором извести, взаимодействие известкового молока и растворёнными в воде бикарбонатами кальция и магния, углекислотой, частичное осаждение шлама в нижней (конической) части спирактора. Из спирактора вода собирается в общий желоб («ершовый» смеситель), до которого в воду подаётся раствор сернокислого железа. Доза вводимого коагулянта зависит от времени года и качества исходной воды. Из общего желоба спирактора обрабатываемая вода поступает в осветлители, в которых происходит образование частиц осадка и последующее отделение этих частиц от обрабатываемой воды. После осветлителей, известково-коагулированная вода собирается в общий коллектор и самотёком поступает на механические фильтры. Механические фильтры предназначены для улавливания взвешенных частиц в известково-коагулированной воде после осветлителя. После механических фильтров осветлённая вода собирается в подземном резервуаре, далее насосами подаётся на «новую» ХВО.

Качество осветленной воды представлено на рисунках 1 и 2, и свидетельствует о стабильном процессе осаждения солей жесткости и снижение щелочности воды.

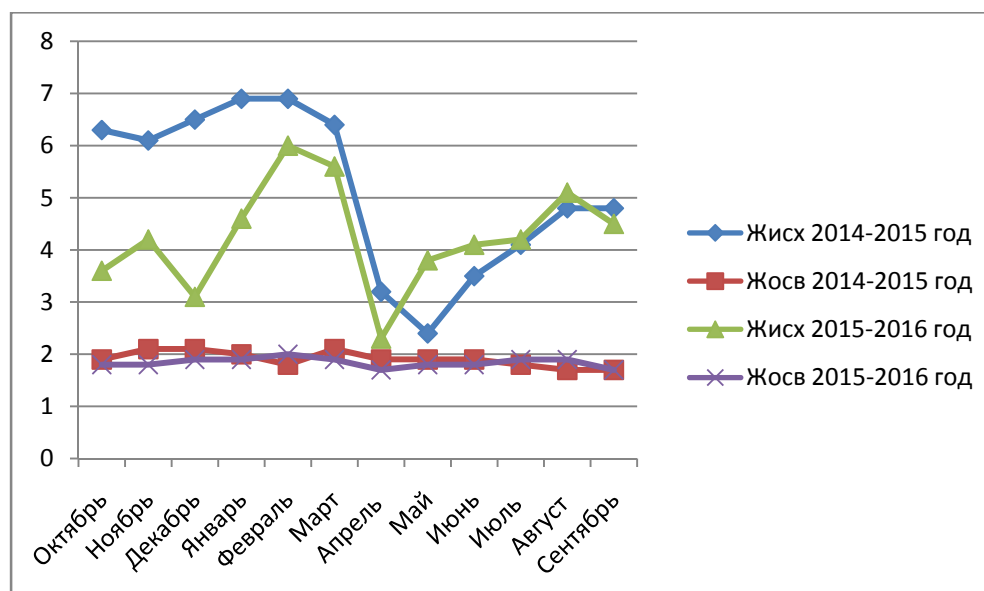


Рис. 1. Показатель качества воды по жесткости:
Жисх – жесткость исходной воды; Жосв – жесткость осветленной воды

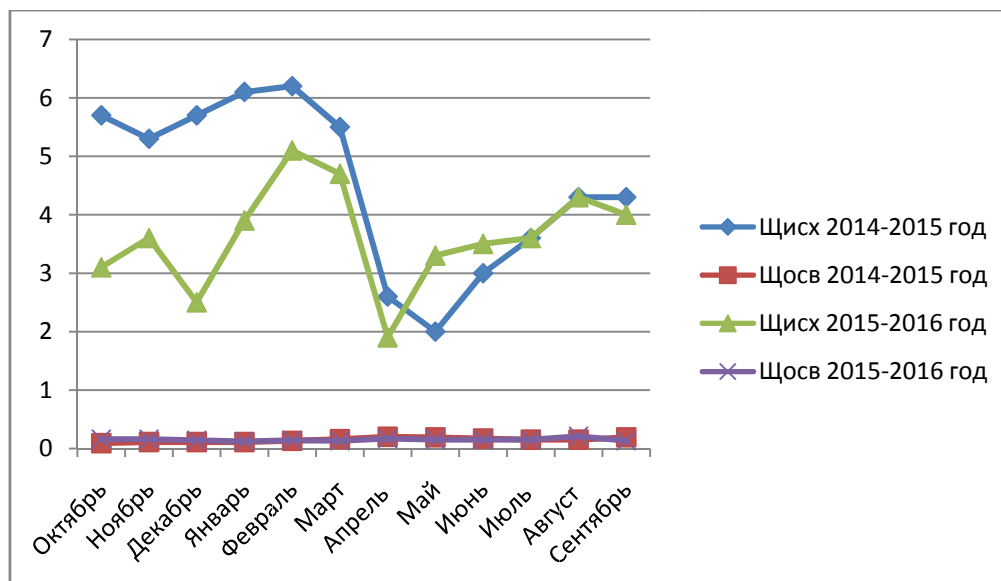


Рис. 2. Показатель качества воды по щелочности:

Щисх – щелочность исходной воды; Щосв – щелочность осветленной воды

На «новой» ХВО осветлённая вода собирается в баках, с баков вода подаётся на механические фильтры (МФ). После фильтрации на МФ обрабатываемая вода поступает на На-катионитовые фильтры 1 ступени и далее подаётся на водогрейную котельную, подпиточный деаэратор главного корпуса, а также на обессоливающую установку и на На-катионитовые фильтры второй ступени. После второй ступени вода поступает на основные деаэраторы паровой котельной.

Подготовка добавочной воды предназначена для восполнения потерь в пароконденсатном тракте, является достаточно сложным процессом и производится по следующей схеме:

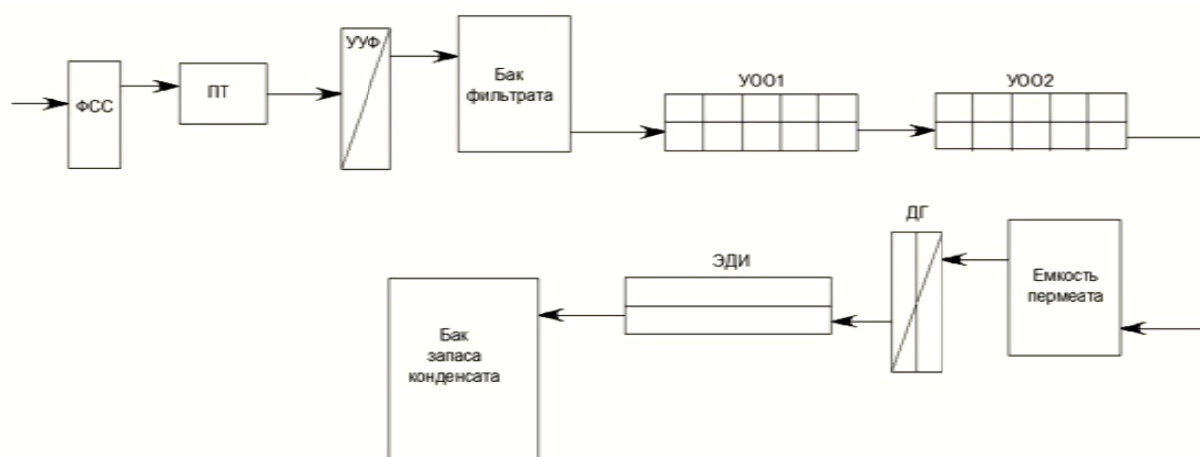


Рис. 3. Схема установка обессоливания: ФСС – сетчатые самопромывные фильтры;

ПТ – пластинчатый теплообменник; УУФ – установка ультрафильтрации;

УОО1 – первая ступень обессоливания на установке обратного осмоса;

УОО2 – вторая ступень обессоливания на установке обратного осмоса;

ДГ – установка мембранной декарбонизации; ЭДИ – установка электродеионизации

Анализ существующей схемы водоснабжения с целью повышения эффективности ХВО позволяет предположить возможность сокращения расходов воды на собственные нужды системы в отдельные периоды года с учетом качества воды в реке Вологда.

Особое внимание целесообразно уделить предочистке природной воды (освобождение воды от грубодисперсных и коллоидных примесей), так как взвешенные вещества создают ряд осложнений как при умягчении и обессоливании воды, так и при дальнейшем ее использовании.

1. Громогласов А.А. Водоподготовка: процессы и аппараты: учебное пособие для вузов / А.А. Громогласов, А.С. Копылов, А. П. Пильщиков; под ред. О. И. Мартыновой. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 272 с.

2. Технологические инструкции по эксплуатации водоподготовительных установок Вологодской ТЭЦ.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПОТОКА НА СТОЯКИ КАНАЛИЗАЦИОННЫХ ПЕРЕПАДОВ

Ю.В. Столбихин, С.В. Федоров

Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет
г. Санкт-Петербург

Подключение канализационных сетей с небольшой глубиной заложения к глубоко расположенным коллекторам осуществляется в перепадных шахтах. Зачастую основным конструктивным элементом перепадной шахты является стояк, выполняемый из стальных или чугунных труб. Стояки перепадов в течение суток пропускают большой объем сточных вод. При этом секундный расход постоянно меняется. Данный процесс приводит к динамической картине изменения режима функционирования стояка. С течением времени происходит постоянная пульсация давления и скорости жидкости на протяжении всей длины стояка, которая, в свою очередь, вызывает механическую вибрацию и деформацию оболочки трубопровода и элементов крепления. Во избежание разрушения целостности конструкции, стояк окаймляют бетонным футляром. Вместе с этим в канализационной перепадной шахте происходит интенсивное выделение сероводорода и углекислого газа, что интенсифицирует процесс микробиологической коррозии железобетонных конструкций шахты и в первую очередь самого стояка [1]. Разрушение стояка перепада, или самой шахты, высота ствола которой может достигать 100 метров (подобные сооружения эксплуатируются в Санкт-Петербурге) грозит техногенной катастрофой.

Поэтому перспективным направлением является развитие методов защиты сооружений от коррозии, в частности, использование стойких к коррозии материалов. Научно и практически интересным представляется рассмотрение возможности применения стояков из полимерных материалов вместо металлических трубопроводов в бетонной оболочке.

Для оценки воздействия жидкости на стояк мы предлагаем создать мультидисциплинарную модель с помощью инструментов математического пакета Ansys. Для создания модели нами была выбрана Шахта №123 на Выборгском тоннельном коллекторе г. Санкт-Петербурга диаметром 1800 мм (рис. 1). Визуальное обследование строительных конструкций Шахты №123, проведенное нами, показало наличие активных процессов разрушения. При падении жидкости в области водобойного колодца шахты происходит процесс интенсивной дегазации. За счет дробления потока воздушное пространство шахты сильно увлажняется, и создается питательная среда для дальнейшего развития процессов микробиологической коррозии. Кроме негативного воздействия на конструкции сооружения, подобные процессы ухудшают условия эксплуатации сооружения человеком.

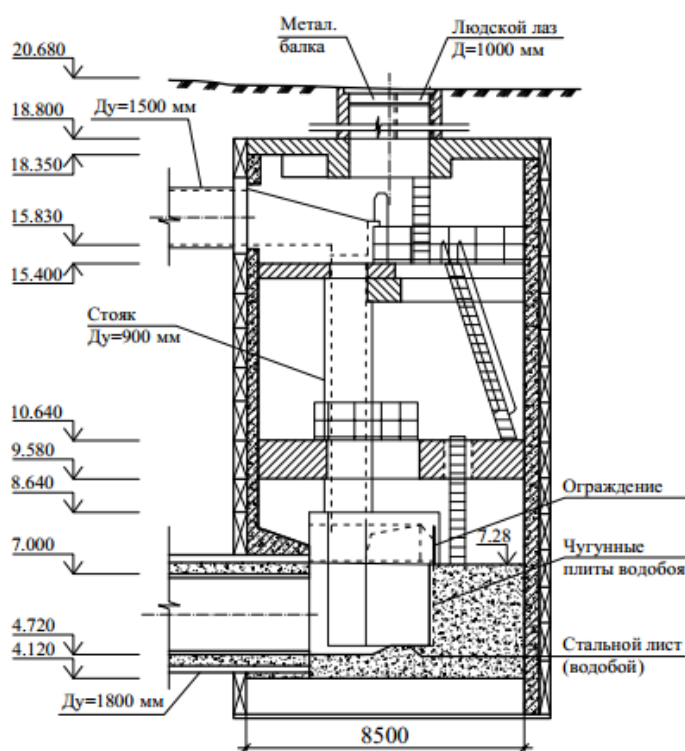


Рис. 1. Канализационная перепадная Шахта №123. Стелками показано направление движения воздуха в пределах сооружения

Мультидисциплинарная модель представляет собой совокупность двух моделей – в модуле CFX и Static Structural. Модуль CFX отвечает за моделирование движения жидкости и воздуха, а Static Structural – за моделирование процесса деформирования конструкции стояка под приложенной нагрузкой.

В качестве нагрузки в данном случае переносится поле давлений из результатов расчета в модуле CFX. Модель стояка, отдельно создаваемая в Static Structural, геометрически дополняет изначально созданную модель в CFX.

Главным условием является пространственное и геометрическое совпадение выреза стояка CFX и сплошного тела в Static Structural. На первом этапе работы в приложении Ansys Design Modeller была создана геометрическая мо-

дель стояка. Для этого была создана геометрическая модель пространства в виде тела с формой параллелепипеда. Далее в этом теле было вырезано пространство под конструкцию стояка, таким образом, чтобы стенки стояка моделировались пустотными областями. Для улучшения сходимости расчета были приняты размеры расчетной области (домена), исключаяющие возможность попадания завихрений потока на грань домена, где задается граничное условие входа или выхода, в соответствии с рекомендациями [2].

Далее расчетная область с помощью пакета Meshing разбивалась тетраэдрической сеткой (размер ячейки – 0,05 м). Для моделирования приграничного слоя (между жидкостью и стенкой стояка) использовалась опция Inflation [3], которая улучшает сетку для выбранной поверхности.

В качестве граничных условий были приняты следующие параметры: – нормальная средняя скорость потока на входе в домен (сечение Inlet) – 3,0 м/с. Условие выхода потока из домена задавалось с помощью параметра Opening, в котором задавалось атмосферное давление. Кроме этого, условие Opening использовалось для верхней поверхности домена для беспрепятственного входа и выхода воздуха из системы.

Далее была произведена настройка решателя модуля CFX, в котором был назначен стационарный тип задачи. Количество итераций для расчета было выбрано 500. Это количество обеспечило сходимость решения [2].

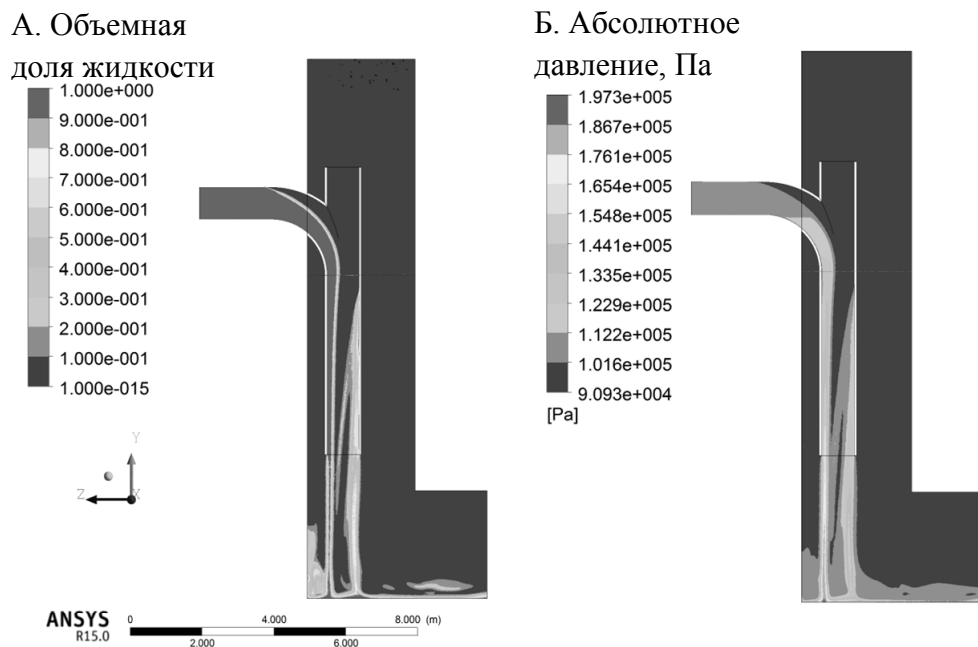


Рис. 2.

*А. Визуализация движения воды и воздуха в стояке,
Б – распределение давления по внутренней поверхности стояка*

На рис. 2А представлена визуализация движения воды и воздуха в стояке и водобойном колодце. Из рисунка видно, что в расчетный домен поступает

вода с заданной скоростью, показанная светло-серым цветом. Тёмно-серым цветом показана воздушная среда. Переходная фракция представлена градиентом между белым и серым цветами. На поперечном срезе стояка наблюдается кольцевое движение воды, которая слоится по стенке трубы с винтообразной траекторией частиц жидкости. В области водобойного колодца наблюдается дробление потока. На рис. 2Б представлен результат расчета в виде поля давлений по длине стояка в вертикальной плоскости.

А. Модель



Б. Результаты расчета

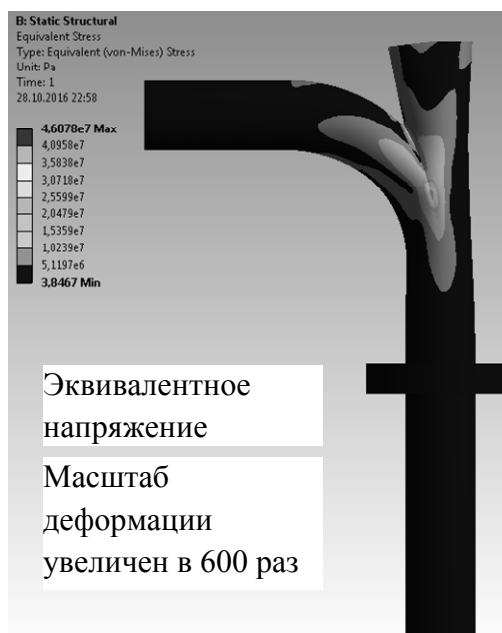


Рис. 3. А – Механическая модель стояка в Static Structural, Б – результаты расчета

Далее функциональная зависимость давления на стенку стояка переносится в пакет Static Structural, где прикладывается к механической модели стояка (рис. 4) по его внутренней поверхности. В данном модуле конструкция стояка уже отдельно разработана как цельное тело. В данном случае назначается материал трубопровода (сталь, чугун, полиэтилен и т.д.). Параметры материала выбираются из существующей библиотеки или задаются вручную на основе имеющихся в литературе данных.

При задании нагрузки на тело стояка, помимо поля давления, задаются условия по закреплению стояка. В данном случае они принимаются из реальной конструкции в местах, где стояк прикреплен к перекрытиям шахты.

После этого производится расчет, и в качестве результата нами получены характеристики напряженного состояния материала стояка, а также визуализация деформации конструкции стояка (рис. 3Б). Для стояка из стали максимальное значение эквивалентного напряжения получилось равным 46 МПа.

Результаты моделирования показали важность учета пропускной способности стояка при расчете опорных конструкций. Возникающие нагрузки

приводят к существенным напряжениям в материале, которые при продолжительном воздействии могут привести к механическим повреждениям и нарушению целостности конструкции.

Важным является моделирование нестационарной задачи, когда стояк подвергается изменяющемуся во времени силовому воздействию, что вызвано изменениями расхода воды в течение суток. Получая в расчетах величину деформации можно с уверенностью сказать, что в течение суток происходит постоянный процесс колебания конструкции стояка. На первый взгляд, эти колебания могут быть незначительными, но при постоянном возникновении наступает процесс неравномерной вибрации, который впоследствии может привести местным искривлениям геометрии стояка, разрушению мест крепления и т.д. В соответствии с этим при проектировании, и особенно при выборе материала стояка, мест крепления и мест усиления конструкции необходимо учитывать подобные процессы. В дальнейшем планируется провести серию расчетов по стоякам из разных материалов и с разной толщиной стенки при нестационарном режиме.

1. Васильев В.М. Разрушение канализационных тоннелей и сооружений на них вследствие микробиологической коррозии / В.М. Васильев, Г.А. Панкова, Ю.В. Столбихин // Водоснабжение и санитарная техника – 2013. – №9. – С.67 – 76
2. ANSYS CFX-Solver Theory Guide. – [S. l.]: ANSYS, Inc., 2009. – 261 p
3. Хитрых Д. Рекомендации по использованию сеточного препроцессора ANSYS Meshing / ANSYS Advantage. Русская редакция. – 2014. – №20. С. 34-43.

АНАЛИЗ КАЧЕСТВА ВОДЫ РЕКИ ЛЕЖИ

М.Г. Стрельцова

Научный руководитель Е.А. Мезенева, канд. техн. наук, доцент
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Река Лежа является основным источником водоснабжения г. Грязовца Вологодской области. По показателям качества воды, таким как цветность, мутность и перманганатная окисляемость вода является цветной и маломутной. Высокая цветность воды обуславливается наличием биогенных загрязнений, что косвенно подтверждается высокой окисляемостью воды. Обработка воды на очистных сооружениях водопровода г. Грязовца происходит в условиях преобладающего влияния низких температур (2-6°C). Высокая цветность, небольшая щелочность в течение большого периода года являются основными факторами, затрудняющими получение питьевой воды, соответствующего каче-

ства. Контроль качества исходной и обработанной воды проводится в лаборатории на ОСВ г. Грязовца и результаты анализов приведены в таблице [1].

Таблица

Усредненные показатели качества воды р. Лежа

Месяц	Температура, град С	Цветность, град. ПКШ	Мутность, мг/л	pH	Щелочность, ммоль/л	Окисляемость, мгО ₂ /л	Железо, мг/л	Кэф. цветности
январь	2,4	21	1,11	7,74	6,19	4,37	0,47	4,81
февраль	1,8	20	0,76	7,69	6,60	2,91	0,42	6,87
март	1,7	28	1,38	7,65	6,26	3,96	0,41	7,07
апрель	2,07	51	4,97	7,44	2,80	10,45	0,48	4,88
май	5,1	95	3,20	7,46	1,86	17,23	0,43	5,51
июнь	11,42	104	3,72	7,77	3,88	16,04	0,70	6,48
июль	13,6	148	1,89	7,66	4,45	22,15	0,57	6,68
август	13,46	93	2,25	7,85	5,90	16,56	0,48	5,62
сентябрь	11	78	1,46	7,95	5,27	19,26	0,55	4,05
октябрь	7,24	128	2,91	7,83	4,85	17,72	0,56	7,22
ноябрь	3,95	106	2,57	7,73	4,98	15,97	0,69	6,64
декабрь	2,57	57	1,34	7,85	6,05	8,56	0,71	6,66

Графики зависимости показателей качества воды, приведенные на рисунке 1, построены по среднемесячным показателям в течение пяти лет и имеют усредненный характер. Анализируя полученные зависимости можно выделить четыре зоны, характеризующие природную воду по нескольким признакам.

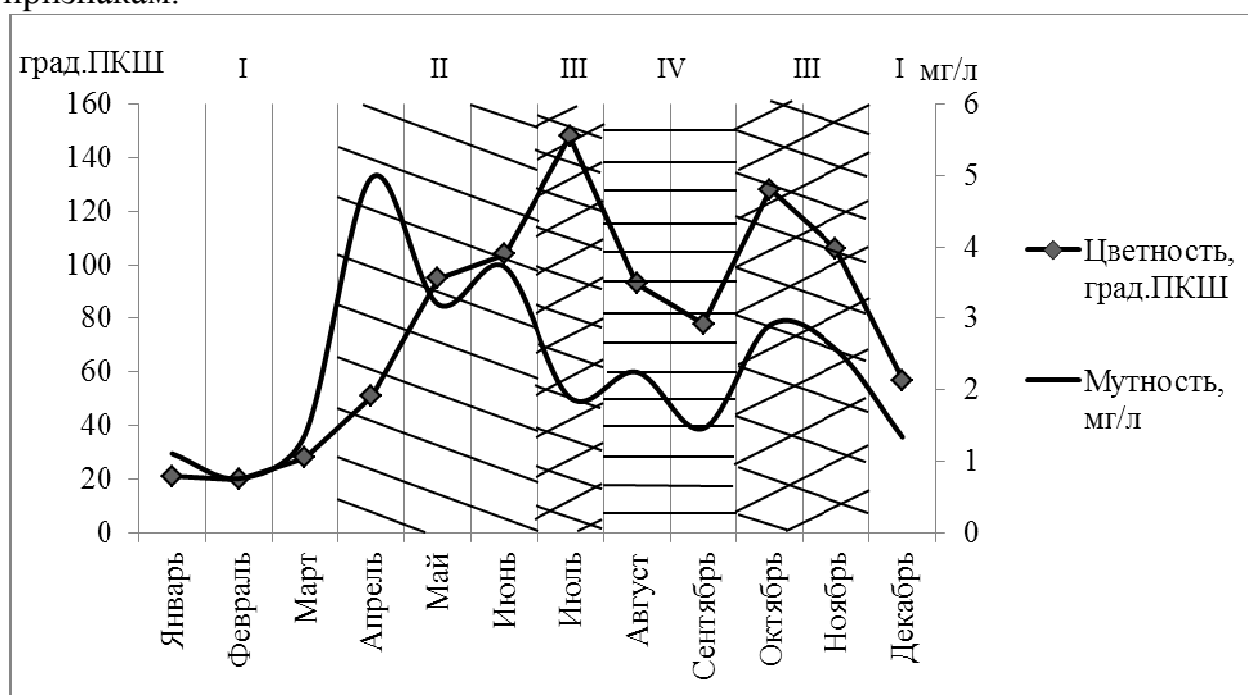


Рис. 1. Изменение цветности и мутности воды р. Лежа в течение года по зонам

Для первой зоны (I) характерны низкие температуры, так как эта зона присуща зимним месяцам, когда река находится под ледовым покровом. Здесь качество воды, как правило, удовлетворяет стандарту и поэтому в этот период нецелесообразно проводить коагуляционную обработку воды, а превышение значений некоторых показателей (цветность, окисляемость и др.) зачастую позволяет убрать применение окислителя.

Вторая (II) зона определяется высокой водностью реки. Такой период характеризует паводок и послепаводковый временной промежуток, которые, в свою очередь, задают природной воде нарастание цветности (от 30 до 130 град. ПКШ) и максимальные значения мутности.

Третья (III) зона- зона пиковых значений цветности. Отмечается в середине лета и в конце осени, водность реки – средняя (меженная).

В конце лета – начало осени предполагает период колебаний показателей качества воды и характеризуется минимальными значениями уровня воды в реке. Данный временной промежуток обозначается четвертой (IV) зоной.

Цветность речной воды вызвана главным образом присутствием нерастворимых форм гумусовых веществ, соединений железа, и микроорганизмов, придающих воде окраску, а относительно высокие показатели окисляемости свидетельствуют о загрязнении сточными водами.

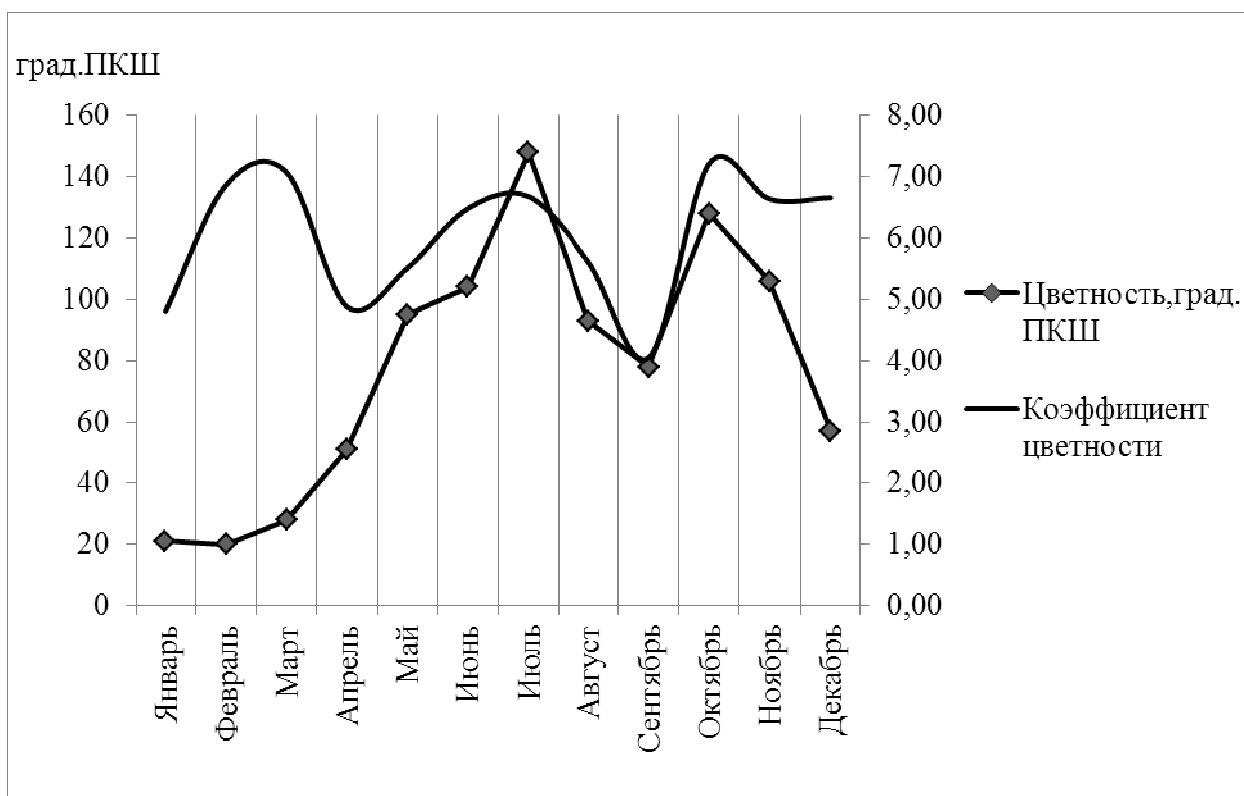


Рис.2. Изменение цветности и коэффициента цветности в течение года

Показателем качества природных вод по содержанию в них гуминовых веществ может служить коэффициент цветности [2].

$$K_{ц} = Ц/О$$

где Ц- значение цветности, градусы ПКШ;
О- окисляемость, мгО₂/л.

Сущность показателя цветности в том, что чем больше его значение, тем выше содержание ароматического углерода в органическом веществе.

Для практического применения, при определении свойств растворенных органических веществ по величине показателя цветности К_ц, установлены границы преобладания:

- значение величины К_ц=Ц/О, составляет менее 7,5, свидетельствует о преобладании в воде более нейтральных низкомолекулярных фульватных фракций, имеющих незначительный отрицательный заряд и плохо вступают в реакцию с коагулянтном;

- значение величины К_ц=Ц/О, составляет более 7,5, свидетельствует о преобладании в воде легкоудаляемых высокомолекулярных (торфяных и почвенных) гуминовых кислот, имеющих высокий отрицательный заряд, хорошо реагирующих с коагулянтном и образующих с ним нерастворимые комплексы [2].

Как видно из рис.2 и таблицы 1, коэффициент цветности ниже значения 7,5, что говорит о преобладании в воде нейтральных низкомолекулярных фульватных фракций и необходимости тщательного подбора коагулянта, флокулянта и окислителей для получения питьевой воды, соответствующего качества.

Таким образом, при введении подобной зональности облегчается исследование процесса коагуляционной обработки природной воды, так как можно применить определенный интервал, позволяющий провести подбор коагулянта и его дозы, применительно к каждой зоне, следовательно, улучшить процесс коагуляции. Поэтому в основу технологии обработки воды на существующих водоочистных сооружениях г. Грязовца должны быть заложены методы интенсификации процесса коагулирования примесей воды.

1. Пономарев А.А. Анализ качества воды источника водоснабжения г. Грязовец / Е. А. Мезенева, А. А. Пономарев // Вузовская наука – региону: материалы третьей Всерос. науч.-техн. конф., 25 февр. 2005 г.: в 3 т. Т. 2 / ВоГТУ. – Вологда, 2005. – С. 300-302.

2. Латышев, Н.С. Эффективность реагентной обработки высокоцветных и маломутных вод в зависимости от природы органических загрязнений: дис. канд. техн. наук: 05.23.04 / Н.С. Латышев. – Москва, 2010. – 144 с.

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ПРЕДОЧИСТКА ПРИРОДНЫХ ВОД

Е.Е. Улютичева

Научный руководитель Е.А. Мезенева, канд. техн. наук, доцент

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Вода играет важную роль в жизни каждого человека на земле. Но при нерациональном ее использовании в бытовых, аграрных и промышленных целях, она становится угрозой для жизни и здоровья людей. Поэтому в каждом городе возникают различные проблемы с подготовкой питьевой воды.

Целью данной работы является разработка экологически эффективного метода предочистки воды на основе процесса самоочищения водоемов в естественных условиях, что может снизить концентрацию компонентов антропогенного происхождения без их трансформации в другие концентраты.

Одной из проблем при обработке цветных природных вод является первичное хлорирование, в результате которого образуются токсичные хлорорганические соединения (четырёххлористый углерод, диоксины, тригалометаны и др.).

Город Вологда обеспечивается водой из реки Вологды. Проанализировав данные за последние несколько лет, характеризующие качество воды в реке, можно сделать вывод о том, что качество воды не удовлетворительное. Вода водотока выше г. Вологды характеризуется как очень загрязненная и грязная, ниже г. Вологды – грязная и очень грязная [3]. Основной причиной неудовлетворительного качества воды реки Вологды является выпуск в водоем недостаточно очищенных сточных вод предприятий и населенных пунктов. Свой вклад вносит гидравлический смыл с расположенных по берегам дачных участков, выпасов скота, летних доек, распашка прибрежных земель и др. [4].

Характерными загрязняющими веществами р. Вологды выше города являются органические вещества, железо, соединения меди и никеля (рис. 1)[3].

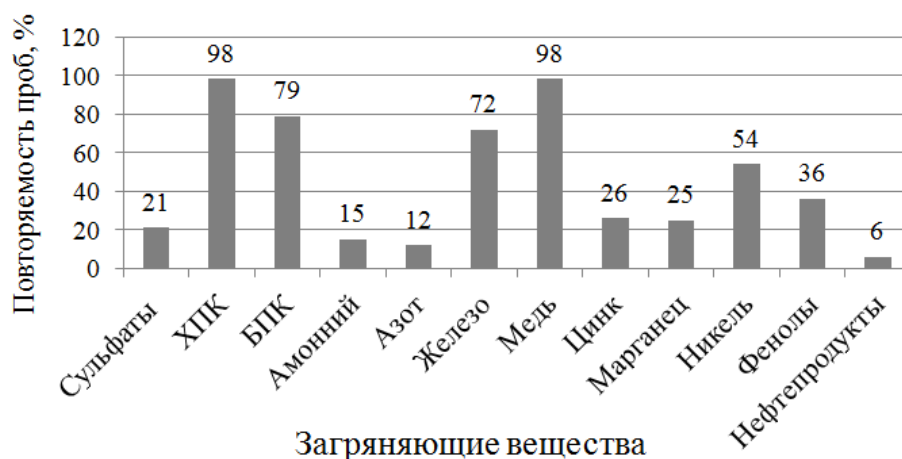


Рис.1 Повторяемость концентраций загрязняющих веществ выше 1 ПДК в воде р. Вологда выше города

Для решения данной проблемы возможно использование безреагентных биологических методов предочистки природных вод, позволяющих снизить содержание органических веществ, тем самым сократить расходы коагулянтов и хлорсодержащих материалов.

В качестве одного из вариантов биологической предочистки природных вод возможно использование способности самоочищения водоемов и водотоков. Как известно, все водоемы способны самоочищаться под воздействием естественных факторов от таких загрязнений, как взвешенные частицы, бактерии, растворенные органические и неорганические вещества.

Город Вологда имеет резервный источник водоснабжения – озеро Кубенское, площадь которого составляет 14700 м², питание преимущественно снеговое. Озеро имеет высокую проточность. Минерализация воды в среднем составляет 170,7 мг/л; общая жесткость в среднем – 2,5 ммоль/л. Вода оценивается как мягкая [4].

Для изучения вопроса самоочищения водоема, как способа биологической предочистки воды, подробнее рассмотрим состав и численность фитопланктона в Кубенском озере.

Доминирующий комплекс фитопланктона оз. Кубенское образует виды из отделов синезеленых и диатомовых. Они определяют величину общей биомассы и численности фитопланктона в озере, составляя от 40 до более 70% массы (диатомовые) и от 60 до 90% – числа клеток (синезеленые). Остальные группы водорослей встречаются периодически [5].

Средняя биомасса водорослей в озере изменялась за исследуемый период от 1,0 до 4,2 г/м³ (рис. 2) [5]. Характер ее динамики определялся в первую очередь изменениями количества диатомовых и синезеленых водорослей.

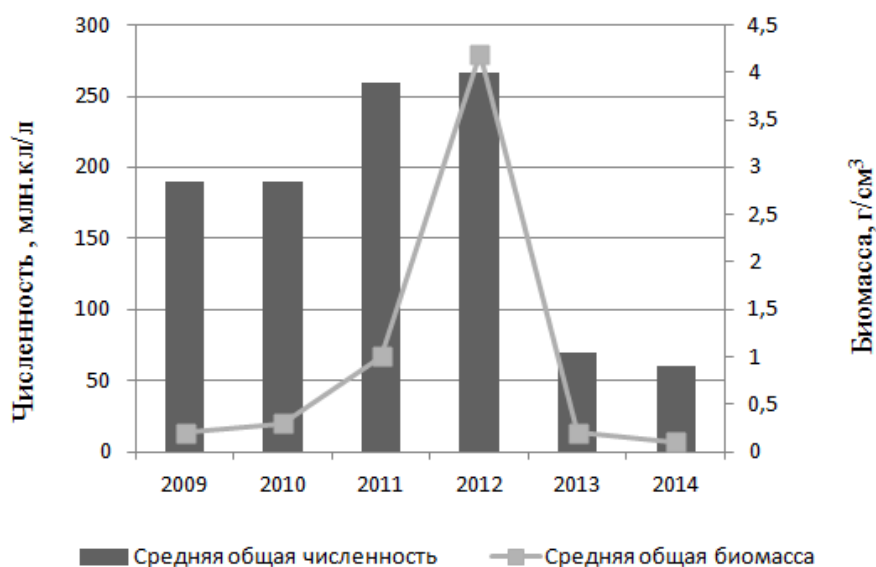


Рис. 2. Средняя численность и биомасса фитопланктона оз. Кубенское в 2009-2014 г

В течение нескольких лет (2009- 2012 гг.) фиксировалось постепенное увеличение общей биомассы фитопланктона преимущественно за счет роста синезеленых водорослей, для которых высокий уровень развития был характерен даже в более прохладном 2012 г. В оз. Кубенское общая численность составляла от 5 до 68 млн. кл./л (рис. 2) [5]. В 2012 г. отмечалась аномально высокая плотность планктонных водорослей (266 млн. кл./л) преимущественно за счет развития представителей отдела синезеленых [5].

Существующие биоценозы поверхностных источников обеспечивают самоочищающую способность природной воды. При повышении концентрации биомасс в единице водотока за счет иммобилизации природных сообществ гидробионтов на носителях увеличивается эффективность биологической очистки воды. В естественных условиях роль носителей выполняет подводная часть растений. На водозаборных и водоочистных сооружениях эффективно применение биореакторов, биосорберов или биофильтров [1].

Биологическая предочистка воды основана на биохимических процессах, минерализации органических веществ, биоседimentации и осветления воды, детоксикации и фитосинтетической аэрации [1].

Опытно-промышленные испытания биотехнологий предварительной очистки природной воды, проведенные рядом авторов [1;2], показали хорошую эффективность снижения цветности и окисляемости воды.

В формировании качества воды важную роль играют высшие водные растения: тростник, камыш, рогоз, рдест, сусак, эйхорния и др. [1].

«Эйхорния», или как ее еще называют «Водяной гиацинт» представляет собой плавающее водное растение с крупными овальными листьями. При использовании растения для очистки природных вод важны такие положительные свойства, как способность вбирать в корни фенолы и фосфаты, и поглощать тяжелые металлы (кадмий, никель, серебро). Проблем с выращиванием цветка летом не возникает. Он не прихотлив и не нуждается в уходе. Единственным минусом становится вопрос о зимовке растения.

Также возможно использование комплекса высших водных растений. Процесс очистки происходит через блоки с почвенно-грунтовой смесью и водных растений, которые устанавливаются в прибрежной зоне. Биоплато участвует в роли биогеохимического барьера, в котором оптимизированы водный, тепловой и пищевой режимы, а растения выполняют роль биологического концентрата. За счет потери скорости водного потока в осадок выпадают взвешенные частицы, а за счет фильтрации через почвенно-растительный слой из воды удаляются повышенные содержания загрязняющих веществ.

Поглощая значительное количество биогенных элементов, высшие водные растения влияют на:

- снижение уровня эвтрофикации водоема;
- способствуют осаждению взвешенных и органических веществ;
- насыщают воду кислородом;

- создают благоприятные условия для нереста рыб и нагула молоди;
- интенсифицируют очистку воды от тяжелых металлов и нефтепродуктов за счет нефтеокисляющих бактерий.

1. Водозаборно-очистные сооружения и устройства: Учеб. пособие для студентов вузов / М.Г.Журба, Ю.И.Вдовин; Ж.М.Говорова И.А. Лушкин; Под ред. М.Г.Журбы. – М.: ООО «Издательство Астрель»: ООО «Издательство АСТ», 2003.-569, [7] с.:ил.

2. Орлов, М.В. Биологическая предочистка природных вод с повышенным содержанием органических веществ: дис.: 05.23.04/М.В.Орлов. – Вологда, 1999. – 159 с.

3. Трусова, Л.Н. Комплексная оценка степени загрязненности реки Вологда /Л.Н.Трусова // Известия Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена.- 2012.- №153-2.- С.124 – 129.

4. Богданова Е.А. Оценка загрязненности поверхностных водоисточников г. Вологды / Е.А. Богданова // Современные вопросы обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения : материалы регион. науч.-практ. конференции. – Вологда, 2002. – С. 26-31.

5. Макаренкова Н.Н. Состав и динамика доминирующих групп водорослей в фитопланктоне крупных озер Вологодской области в 2009-2014 гг. // XXII Всероссийская молодёжная научная конференция «Актуальные проблемы биологии и экологии». Материалы докладов. – Сыктывкар, 2015. – С. 31-35.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ДЕГАЗАЦИИ ИЛОВОЙ СМЕСИ

А.Ф. Шафигуллина

Научный руководитель А.А. Кулаков, канд. техн. наук
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Обладая техническими и технологическими преимуществами, очистка сточных вод биологическим способом получила в настоящее время повсеместное распространение.

Традиционными сооружениями являются аэротенки, которые должны обеспечивать биологическую очистку сточных вод от загрязняющих веществ в основном органического происхождения, находящихся во взвешенном, коллоидном и растворенном состоянии [1].

Биологическая очистка обеспечивается за счет жизнедеятельности микроорганизмов активного ила. С повышением дозы возрастает гидравлическая нагрузка на 1 м² площади и вероятность выноса ила из вторичных отстойников. Ил после нитрификации может содержать большое количество нитратов (денитрификация в толще ила), которые в бескислородных условиях восста-

навливаются до газообразного азота, который, в свою очередь, поднимается в виде газа, унося с собой на поверхность частицы ила.

Очистные сооружения канализации (ОСК) г. Вологды перешли на технологию нитриденитрификации: первичные отстойники переведены в режим денитрификации, за счет этого увеличились объемы сооружений биологической очистки. Для обеспечения полных процессов была увеличена доза ила с 2-3 г/л до 6 г/л. Вместе с тем, сократился иловый индекс, который на сегодня составляет 100 см³/г (ранее она составляла 300-400 см³/г). Биологические процессы протекают в должной мере, обеспечивая изъятие азотных форм и фосфатов, однако периодически наблюдается перегрузка вторичных отстойников.

Целью работы является исследование седиментации илов и поиск методов интенсификации этого процесса.

В литературе имеется достаточно сведений о методах ускорения процессов илоразделения, среди которых можно выделить реагентную обработку ила (коагуляционную или флокуляционную) [2], физическое воздействие на активный ил [3], либо применение методов мембранного илоразделения [4].

В данной работе рассмотрен метод физического воздействия на активный ил. Авторами [3] подробно описан опыт применения дегазации иловой смеси для ускорения процесса седиментации, в результате которого активный ил хорошо отделяется от дегазированной иловой смеси и осаждается без образования слоя частично осевшего или плавающего ила [3]. Выявлено, что дегазация иловой смеси стимулирует осаждение и биологическое удаление биогенных элементов.

Технологическая схема процесса

Технология дегазации предполагает расположение дополнительного узла в традиционную биологическую схему очистки сточных вод с применением аэротенков с расположением вакуумной колонны между секциями аэротенка и вторичными отстойниками (рис.1).

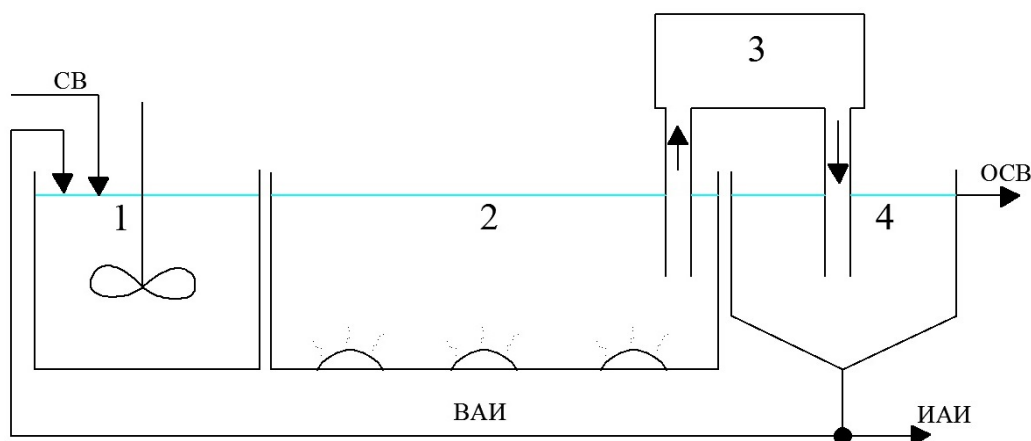


Рис. 1. Технологическая схема процесса дегазации иловой смеси

*1-денитрификатор, 2-аэротенк, 3-вакуумная установка, 4-вторичный отстойник,
СВ-сточная вода, ВАИ-возвратный активный ил, ИАИ-избыточный активный ил,
ОСВ-очищенная сточная вода*

Процесс дегазации включает в себя три фазы. В фазе 1 иловая смесь поступает из секции аэротенка в вакуумную колонну, в которой удаляются пузырьки газа. В фазе 2 происходит частичное удаление растворенных газов в верхней части колонны под вакуумом. В 3 фазе иловая смесь, подвергшаяся дегазации, поступает далее во вторичные отстойники.

Методика исследований

В лабораторных условиях моделировался процесс седиментации ила, который отбирался из конца секций аэротенка и подвергался обработке в емкости дегазации при давлении 0,095 Мпа. Иловая смесь обрабатывалась в течение 1, 2, 3, 5 и 10 минут. Далее в 1000 мл цилиндрах наблюдался процесс осаждения обработанной и необработанной (контрольной) иловой смеси.

Результаты экспериментов

Процесс седиментации моделировался в течение 3-х часов, через равные промежутки времени снимались показания границы раздела «ил-вода» (a_v). Эксперимент выявил положительное влияние дегазации на процесс седиментации. Результаты представлены на рис.2,3.

Следующим этапом опыта был отбор проб осадка и определение удельного сопротивления согласно [5] (табл.1). Доза ила в эксперименте составила 7 мг/л.

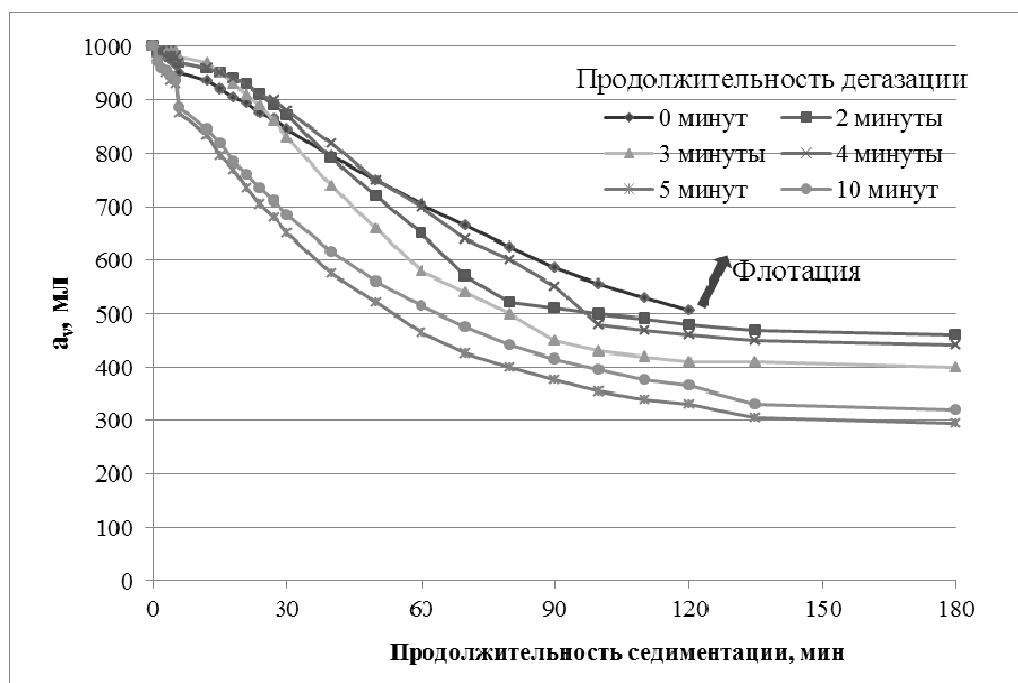


Рис. 2. Результаты лабораторных исследований седиментации активного ила

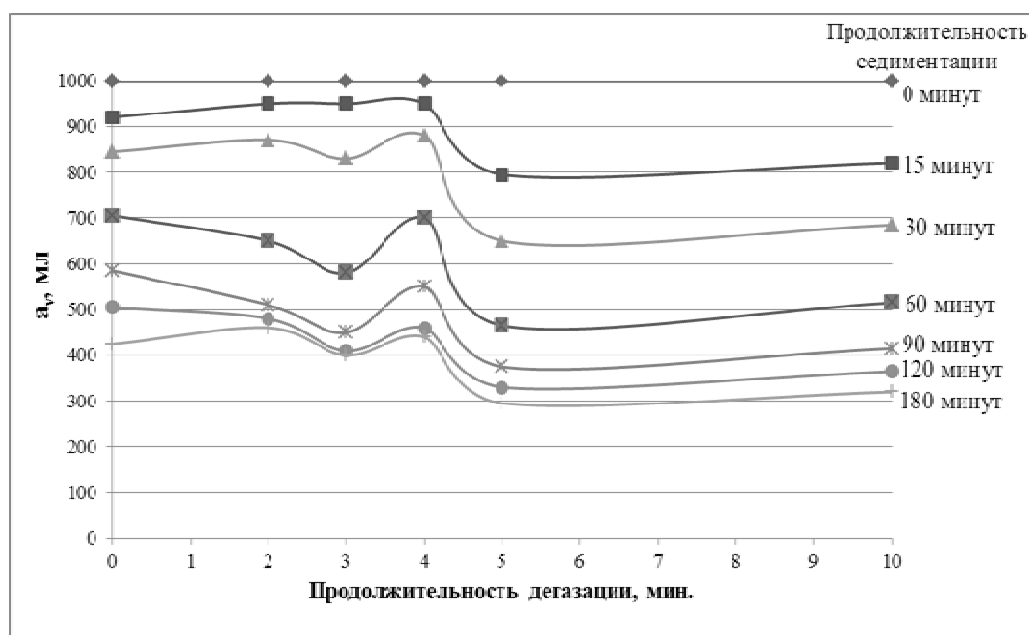


Рис. 3. Влияние дегазации на процесс седиментации активного ила

Таблица 1

Определение удельного сопротивления

Удельное сопротивление осадка $g \cdot 10^{-10} \text{ см/г}$ при времени обработки T (мин.)					
0 (исходная)	2	3	4	5	10
73,33	30,97	35,16	23,29	25,75	21,13

По результатам экспериментов оптимальная продолжительность дегазации составляет 5 минут.

Исследование процесса седиментации активного ила после дегазации в дальнейшем позволят сформулировать подход к совершенствованию работы ОСК. Применение дегазации дает возможность обеспечить необходимую степень очистки сточных вод в аэротенках, увеличить дозу ила и/или уменьшить объемы вторичных отстойников, что значительно снизит нагрузку на них.

1. Жмур Н.С. Технологические и биохимические процессы очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками. М.: АКВАРОС, 2003.

2. Надеяева Н.Н. Интенсификация седиментационной способности активного ила сооружений биологической очистки сточных вод в условиях резко континентального климата Забайкалья // Вестник Забайкальского государственного университета, 2009. №1. С. 70-74.

3. М.Масиджевски, Дж.Ф.Олижкевич, А.Голч, А.Назар. Дегазация иловой смеси стимулирует осаждение и биологическое удаление биогенных элементов // НДТ, 2015. №2. С. 65-72.

4. Швецов В.Н. и др. Теоретические и технологические аспекты применения биомембранных технологий глубокой очистки сточных вод / В.Н. Шве-

цов, К.М. Морозова, И.А. Нечаев, А.В. Киристаев, А.В. Киристаев // Водоснабжение и санитарная техника, 2006, №12

5. Туровский И.С. Обработка осадков сточных вод. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Стройиздат, 1982. – 223 с.: ил.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД С ПРИМЕНЕНИЕМ БИОФИЛЬТРОВ С ЗОНАМИ С РАЗЛИЧНЫМ КИСЛОРОДНЫМ РЕЖИМОМ

О.В. Янцен

Научный руководитель Е.С. Гогина, канд. техн. наук, доцент
Национальный исследовательский
Московский государственный строительный университет
г. Москва

Очистка сточных вод – тот необходимый процесс, который позволяет гарантировать качество воды в водоемах, фактор, несомненно, определяющий экологическое состояние городской среды. Следует отметить, что в небольших городах и поселках, как правило, уделяется меньше внимания состоянию канализационных очистных сооружений. В составе малых очистных сооружений в большинстве случаев присутствуют биофильтры, которые в основном были построены в 60-70 гг. Лишь на 5% очистных сооружений малой производительности обеспечивается очистка до необходимых нормативов по азоту аммонийному [1].

В связи с особенностями своей конструкции большинство биофильтров в настоящее время находятся в пригодном состоянии, но обеспечивают лишь неполную биологическую очистку.

В представленных исследованиях рассмотрена задача удаления азота аммонийного из сточных вод на биофильтрах. Проведена серия экспериментов по изучению процессов очистки сточных вод на биофильтрах с созданием чередующихся аэробных и анаэробных (аноксидных) зон. Работа проводилась в два этапа:

- 4 зоны-2 аэробные зоны и 2 анаэробные, без рециркуляции нитратной воды с различными загрузочными материалами.
- 4 зоны-2 аэробные зоны и 2 анноксидные, с рециркуляцией нитратной воды с различными загрузочными материалами.

Анаэробные (аноксидные) и аэробные зоны выстраивались в различной последовательности. В статье представлены результаты наиболее удачной технологической схемы, работающей в следующей последовательности: денитрификация – нитрификация – денитрификация – нитрификация.

Лабораторная модель представляла собой 4 колоны, круглые в плане, выполненные из оргстекла, представляющие собой биофильтры, высотой по 1 м, 2 колоны – вторичные отстойники по 0,3 м, рассчитанные на 30 минут пребывания, систему подачи имитации сточной воды и систему рециркуляцию нитратной воды (в тех технологических схемах, где она предусмотрена).

Загрузочный материал был исследован предварительно. Отобраны два образца.

Первым была исследована загрузка ББЗ в режиме работы без рециркуляции нитратной воды. Проанализировав работу лабораторной модели в режиме без рециркуляции, принято решение дальнейшие исследования проводить только с рециркуляцией нитратной воды. Поскольку очевидно появляется вторичное загрязнение, а также процессы денитрификации не проходят достаточно глубоко.

Средние значения санитарно-химических показателей работы модели четырехступенчатой технологической схемы в режиме с рециркуляцией нитратной воды и без с загрузочным материалом ББЗ представлены в таблице 1.

Таблица 1

**Средние санитарно-химические показатели очистки сточной воды
при работе лабораторной модели в режиме работы
с загрузочным материалом «ББЗ»**

Точки отбора пробы	Без рециркуляции нитратной воды				С рециркуляцией нитратной воды			
	NH ₄	NO ₂	NO ₃	БПК ₅	NH ₄	NO ₂	NO ₃	БПК ₅
	мг/л	мг/л	мг/л	мг/л	мг/л	мг/л	мг/л	мг/л
вход	21,312	-	-	92,36	29,233	-	-	104,24
1	60,387	0,4326	20,46	100,09	31,144	1,017	24,22	61,36
2	62,97	1,3075	23,2	93,96	21,083	2,732	32,32	37,83
3	60,278	1,1094	27,94	69,15	19,959	2,429	35,97	24,22
4	17,025	1,9487	63,85	41,41	5,624	1,805	47,51	11,38
5	14,332	1,982	83,56	32,87	2,597	1,471	47,12	10,61
6	18,56	2,2185	72,31	28,11	1,515	1,335	50,83	8,661

Следует отметить, что с введением в схему рециркуляции нитратной воды, санитарно-химические показатели значительно улучшились. Лабораторная модель работала стабильно на протяжении 3 месяцев. Однако при явном повышении качества воды, необходимые значения все же не были достигнуты. Было принято решение заменить загрузочный материал в аноксидных зонах на «Поливом». Это обусловлено низким эффектом очистки в этих зонах и состоянием биопленки. В аэробных зонах биопленка распределялась тонким слоем по всему объему загрузочного материала, при исследовании биомассы с помощью светового микроскопа было выявлено большое количество инфузорий и коловраток, которые были весьма подвижны. Предположительно это связано с особенностями строения загрузочного материала и легким доступом в него кислорода. В аноксидных зонах биопленка была распределена неравномерно, имеет «зоны» нарастания биомассы. При исследовании биопленки инфузорий и коловраток меньше, чем в аэробных зонах [2].

Средние санитарно-химические показатели работы биофильтра с загрузочным материалом ББЗ и поливом с рециркуляцией нитратной воды представлены в таблице 2.

Таблица 2

**Средние санитарно-химические показатели очистки сточной воды
при работе лабораторной модели в режиме работы
с рециркуляцией нитратной воды с загрузочным материалом
«ББЗ» и «Поливом»**

Точки отбора пробы	NH ₄	NO ₂	NO ₃	БПК ₅
	мг/л	мг/л	мг/л	мг/л
вход	27,86	-	-	94,93
1	30,59	0,72	-	26,24
2	18,34	2,64	27,85	20,38
3	12,77	2,47	56,08	18,27
4	7,16	1,65	55,12	7,53
5	2,12	1,45	37,42	5,31
6	0,24	0,47	15,20	3,28

Исследованная технологическая этапа схема может быть использована при реконструкции очистных сооружений, особенно в тех случаях, когда существующая схема на станции очистки включает в себя сооружения биофильтрации, где возможно добиться требуемых показателей очистки не только по БПК, но и по соединениям азота.

На основе результатов санитарно-химических анализов и исследований биопленки, можно говорить о том, что рассмотренные загрузочные материалы оптимально использовать именно в обозначенном порядке. В загрузочном материале «Поливом» биопленка находится в межячееистом пространстве, плотно прикреплена, слабо вымывается из тела биофильтра. На загрузке «ББЗ» биопленка равномерно распределена по всему объему загрузочного материала. По результатам микроскопии в биопленке присутствует значительное количество инфузорий и коловраток, все микроорганизмы весьма активны [3,4].

Описанная выше технологическая схема была апробирована на полупроизводственной установке на реальной сточной воде. Полученные результаты схожи с лабораторными исследованиями. Также предложено решение по реконструкции существующих очистных сооружений с применением исследуемой схемы.

Выводы:

1. Были достигнуты показатели очищенной сточной воды, необходимые для сброса в водоемы рыбохозяйственного назначения.

2. Апробированы различные загрузочные материалы и разработаны рекомендации по использованию в различных зонах.

3. Обнаружена взаимосвязь между толщиной биопленки, ее свойствами и видовым составом.

4. Обосновано применение двух ступеней очистки, то есть четырехзонной технологической схемы.

Предложенная технологическая схема позволит все больше использовать биофильтры, как при реконструкции существующих сооружений, так и при проектировании новых. Реконструкция существующих станций биофильтрации позволит снизить количество биогенных элементов в водоемы. Отметим, что процесс эвтрофикации обратим – снижение концентрации загрязняющих веществ приводит к нормализации водных объектов. А значит, предложенные технологии приведут к улучшению экологического состояния окружающей среды.

1. Янцен О.В. Глубокая очистка сточных вод от соединений азота на биофильтрах. Водоснабжение и санитарная техника. 2016. № 9. С. 64-69.

2. Янцен О.В. Гогина Е.С. Интенсификация процесса очистки сточных вод от аммонийного азота на биофильтрах. В сборнике: ЯКОВЛЕВСКИЕ ЧТЕНИЯ сборник докладов XI научно-технической конференции, посвященной памяти академика РАН Сергея Васильевича Яковлева . 2016. С. 191-195.

3. Макиша Н.А., Янцен О.В. Гидравлическое моделирование и исследование процессов очистки сточных вод на биофильтрах с использованием плоскостной загрузки. Вестник Иркутского государственного технического университета. 2014. № 11. С. 171-175.

4. Ruzhitskaya O., Yantsen O. Wastewater treatment to remove phosphates and organic pollutants. International Journal of Applied Engineering Research. 2016. T. 11. № 5. С. 3496-3498.

Секция «ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ»

Подсекция «Эколого-социальные проблемы территорий»**ВЛИЯНИЕ ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НА ВОЗДУШНЫЙ БАССЕЙН
КОТЛАССКОГО РАЙОНА АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ**

Л.Н. Ефимкова

*Научный руководитель Л.Г. Рувинова, д-р биол. наук, профессор
Вологодский государственный университет
г. Вологда*

Для Архангельской области характерно очаговое хозяйственное освоение территории. Промышленность в основном сконцентрирована в Архангельском, Котласском и Плесецком промузлах, поэтому исследование техногенной нагрузки на окружающую среду в Котласском районе особенно актуально [1].

Цель данного исследования – оценить техногенную нагрузку на воздушный бассейн в Котласском районе Архангельской области.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

1. Выявление основных источников техногенной нагрузки;
2. Оценка динамики техногенной нагрузки.

Поставленные задачи решены с помощью общенаучных, статистических и картографических методов.

Оценка техногенной нагрузки проведена на основании анализа данных докладов о состоянии окружающей среды в Архангельской области за период с 2010 по 2015 годы.

Среди предприятий района выделяются крупные предприятия, с высокими показателями загрязнения окружающей среды, средние и малые предприятия, выбросы загрязняющих веществ которых не значительны.

Немалый вклад в увеличение выбросов внесли муниципальные коммунальные предприятия района, которые занимаются тепло- и водоснабжением (рисунок 1).

Частая смена собственников котельных, принадлежащих муниципальным образованиям, ветхое состояние котельных и тепловых сетей сказывается на увеличении выбросов за 2015 год по ряду предприятий ЖКХ.

Основным источником загрязнения атмосферы в районе является предприятие целлюлозно-бумажной промышленности – Филиал ОАО «Группа «Илим» в г. Коряжме, вклад которого в выбросы стационарных источников составляет 99%.



Рис. 1. Схема расположения основных источников загрязнения атмосферного воздуха в районе [2]

Уменьшение выбросов в атмосферу таких загрязняющих веществ, как кальция оксид, сульфат натрия, взвешенные вещества, поступающих от ОАО «Группа «Илим», в г. Коряжме произошло благодаря проведению мероприятий, направленных на снижение выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, при этом были заменены установки очистки газа на известерегенерационных печах № 3,4; содорегенерационном котлоагрегате № 6.

Уровень загрязнения атмосферы в 2014- 2015 году был низкий (рисунок 2). В 2014 году концентрации практически всех наблюдаемых примесей не превышали установленных нормативов, только среднегодовая концентрация бензопирена была выше нормы в городе Коряжме (рисунок 3).

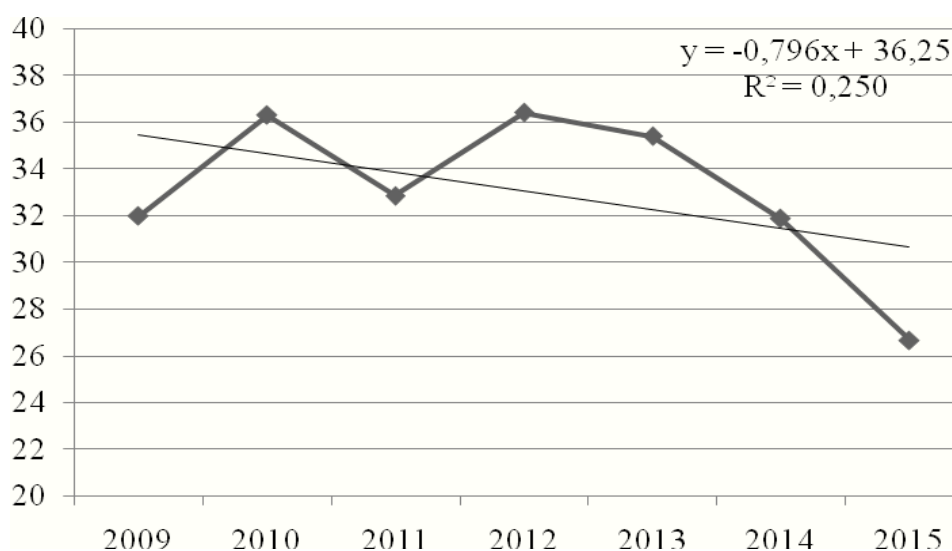


Рис. 2. Динамика суммарных выбросов предприятий Котласского района

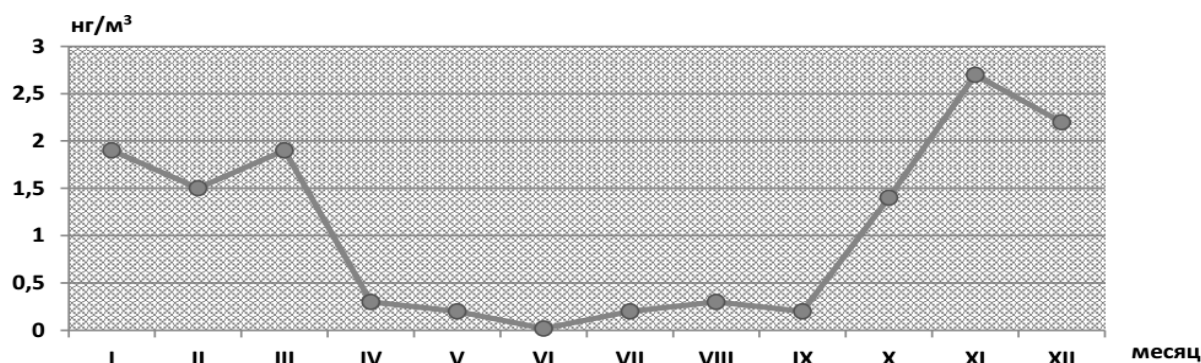


Рис. 3. Годовой ход концентрации бенз(а)пирена в городе Коряжме в 2014 году [2]

Автомобильный транспорт относится к основным источникам загрязнения окружающей среды населенных пунктов. По данным УГИБДД УМВД России по Архангельской области, на 01.01.2015 г. в Котласском районе зарегистрировано 58594 транспортных средств, что на 5010 (8,5%) больше, чем в 2012 году.

В городе Коряжме за 2014 год от автомобильного транспорта в атмосферу поступило 3,1 тыс. тонн загрязняющих веществ это и диоксид серы, оксид углерода, оксид азота, аммиак и метан (рисунок 4). По диаграмме видно, что большую часть составляет диоксид углерода – 80%.

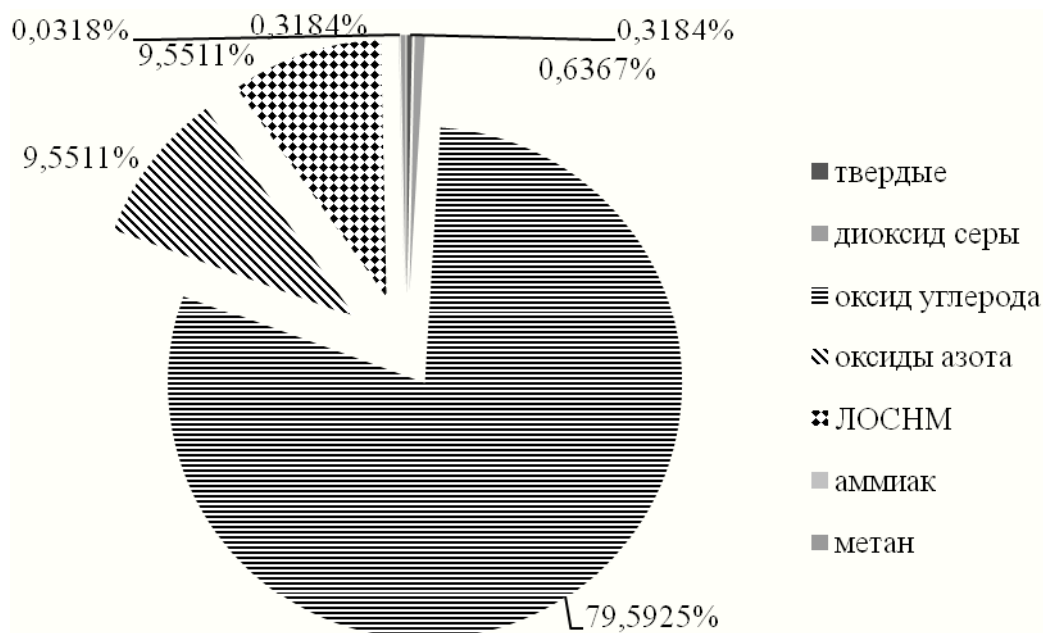


Рис. 4. Выбросы загрязняющих веществ от автотранспорта в г. Коряжме в 2014 г.

Таким образом, была установлена тенденция в результате анализа данных о выбросах предприятий исследуемой территории. За период с 2009 по

2013 гг. выбросы в целом по району держатся на одном уровне, но за 2014-2015 гг. наблюдается снижение.

Выявлены предприятия, являющиеся основными источниками техногенной нагрузки на атмосферу в районе – предприятия теплоэнергетики и целлюлозно-бумажной промышленности. Также к основным источникам загрязнения относится автотранспорт, особенно это заметно в крупных городских округах.

1. Доклад о состоянии и охране окружающей среды Архангельской области в 2014 году /Министерство природных ресурсов и лесопромышленного комплекса Архангельской области. – Архангельск, 2015. – 448 с.

2. Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2014 году/Росгидромет. – Москва, 2015. – 467 с.

САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ПАСПОРТИЗАЦИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

А.С. Захарова

*Научный руководитель Л.Г. Рувина, д-р биол. наук, профессор
Вологодский государственный университет
г. Вологда*

Тревожная статистика Минздрава свидетельствует о росте числа заболеваний с онкологическими патологиями.

В Российской Федерации в 2015 г. впервые выявлено 589 341 случай злокачественных новообразований (в том числе 270 046 и 319 335 у пациентов мужского и женского пола соответственно). Прирост данного показателя по сравнению с 2014 г. составил 4,0%. Показатель заболеваемости злокачественными новообразованиями на 100 000 населения России составил порядка 403,4 (для расчета всех показателей использовались данные Росстата о среднегодовой численности населения административных территорий России за 2014 г. и предварительные результаты переписи населения Крымского ФО), что на 4,0% выше уровня 2014 г. и на 22,1% выше уровня 2005 г. [1].

Это касается и профессиональных заболеваний с онкологическими патологиями. Рост онкологии от воздействия негативных производственных факторов приобретает угрожающий характер, а если учесть, что численность работников, занятых на канцерогенноопасных производствах, велика, то актуальность внедрения профилактических мероприятий очевидна.

В целях профилактики онкологической заболеваемости населения и для осуществления учета канцерогенных производств и контингента их сотрудников, обеспечения своевременной разработки и проведения мероприятий по охране здоровья работников и населения проводится санитарно-гигиеническая паспортизация канцерогенно опасных производств [2].

Санитарно-гигиеническая паспортизация канцерогеноопасных организаций (предприятий) – система мероприятий по выявлению и учету организаций и их структурных подразделений, а также технологических процессов, где работники могут подвергаться воздействию канцерогенных факторов [3]. Задачей санитарно-гигиенической паспортизации являются выявление канцерогенных факторов на предприятии и разработка мероприятий по снижению уровня онкозаболеваемости рабочих и населения.

Цель данного исследования – изучить технологические процессы на нескольких предприятиях, выявить канцерогенные факторы и вещества и разработать санитарно-гигиенический паспорт для каждого предприятия.

Для исследования были отобраны восемь вологодских предприятий различных направлений хозяйственной деятельности. В результате проведения паспортизации были выявлены технологические процессы, которые являются канцерогенными факторами (таблица 1).

Таблица 1

Канцерогенные факторы

Технологические процессы	Предприятие
Техническое обслуживание и ремонт автомобилей	ООО «Тотьмадоргазстрой», СПК (колхоз) «Майский», СПК «Агрофирма Красная Звезда», ООО «Строймост», ООО «ГОРОДЛЕС», АО «Ротор», ООО «Колос»
Технологическая замена масел в системах автотранспорта	ООО «Тотьмадоргазстрой», СПК (колхоз) «Майский», СПК «Агрофирма Красная Звезда», ООО «Строймост», ООО «ГОРОДЛЕС», АО «Ротор», ООО «Колос»
Текущее обслуживание масляных и топливных систем автотранспорта	ООО «Тотьмадоргазстрой», СПК (колхоз) «Майский», СПК «Агрофирма Красная Звезда», ООО «Строймост», ООО «ГОРОДЛЕС», АО «Ротор», ООО «Колос»
Сжигание дизельного топлива при работе двигателей внутреннего сгорания автомобильного транспорта и дорожной техники	ООО «Тотьмадоргазстрой», ООО СХП «Устюгмолоко», СПК (колхоз) «Майский», СПК «Агрофирма Красная Звезда», ООО «Строймост», ООО «ГОРОДЛЕС», АО «Ротор», ООО «Колос»
Сжигание дров	ООО СХП «Устюгмолоко», СПК (колхоз) «Майский», СПК «Агрофирма Красная Звезда», ООО «Колос»
Распиловка древесины	ООО СХП «Устюгмолоко», СПК (колхоз) «Майский», СПК «Агрофирма Красная Звезда», ООО «Колос»
Замена аккумуляторов	ООО СХП «Устюгмолоко», СПК (колхоз) «Майский», СПК «Агрофирма Красная Звезда», ООО «Колос»
Сварочные работы	ООО «Тотьмадоргазстрой», ООО СХП «Устюгмолоко», СПК «Агрофирма Красная Звезда», ООО «Строймост», АО «Ротор»
Сжигание дровяных отходов производства	ООО «ГОРОДЛЕС»
Ремонт пил	ООО «ГОРОДЛЕС»
Сжигание природного газа	ООО СХП «Устюгмолоко», СПК «Агрофирма Красная Звезда», ООО «Строймост»
Сжигание угля	СПК (колхоз) «Майский»

После того как были выявлены канцерогенноопасные технологические процессы на предприятиях, были определены и канцерогенноопасные вещества, выделяющиеся при данных процессах (таблица 2).

Таблица 2

Канцерогенные вещества

Технологические процессы	Канцерогенные вещества
Техническое обслуживание и ремонт автомобилей	минеральные масла, кроме высокоочищенных белых медицинских, пищевых, косметических и белых технических масел
Технологическая замена масел в системах автотранспорта	минеральные масла, кроме высокоочищенных белых медицинских, пищевых, косметических и белых технических масел
Текущее обслуживание масляных и топливных систем автотранспорта	минеральные масла, кроме высокоочищенных белых медицинских, пищевых, косметических и белых технических масел
Сжигание дизельного топлива при работе двигателей внутреннего сгорания автомобильного транспорта и дорожной техники	сажа черная, отработавшие газы дизельных двигателей (бенз(а)пирен)
Сжигание дров	бенз(а)пирен, сажа черная
Распиловка древесины	древесная пыль
Замена аккумуляторов	свинца соединения неорганические
Сварочные работы	кремния диоксида кристаллического (кремнезема) пыль в форме кварца и кристобалита
Сжигание дровяных отходов производства	бенз(а)пирен, сажа черная
Ремонт пил	минеральные масла, кроме высокоочищенных белых медицинских, пищевых, косметических и белых технических масел
Сжигание природного газа	бенз(а)пирен
Сжигание угля	бенз(а)пирен, сажа черная, кремния диоксида кристаллического (кремнезема) пыль в форме кварца и кристобалита

На данных предприятиях канцерогенноопасными признаны отдельные цеха, участки предприятий. В целом, организации не является канцерогенно-опасной. Самыми распространенными технологическими процессами, при которых выделяются канцерогенноопасные вещества, являются техническое обслуживание и ремонт автомобилей, технологическая замена масел в системах автотранспорта, текущее обслуживание масляных и топливных систем автотранспорта, сжигание дизельного топлива при работе двигателей внутреннего сгорания автомобильного транспорта и дорожной техники, сжигание дров, распиловка древесины, замена аккумуляторов, сварочные работы.

Таким образом, следует учитывать, что канцерогенная опасность существует практически на каждом предприятии, даже на не имеющем канцеро-

генноопасного производства. Поэтому необходимо вести систематический контроль и учет данных предприятий.

1. Состояние онкологической помощи населению России в 2015 году / под ред. В.И. Чиссова, В.В. Старинского, Г.В. Петровой – М: ФГУ «МНИОИ им. П.А. Герцена» Минздравсоцразвития России, 2016. – 236 с.

2. ГН 1.1.725-98. Перечень веществ, продуктов, производственных процессов, бытовых и природных факторов, канцерогенных для человека. Гигиенические нормативы [Электронный ресурс]: утв. Гл. гос. санитар. врачом РФ 23.12.1998: введ. 01.02.1999 // КонсультантПлюс: справ.-правовая система / Компания «КонсультантПлюс».

3. МУ 2.2.9.2493-09. 2.2.9. Состояние здоровья работающих в связи с состоянием производственной среды. Санитарно-гигиеническая паспортизация канцерогеноопасных организаций и формирование банков данных. Методические указания [Электронный ресурс]: утв. Гл. гос. санитар. врачом РФ 26.03.2009: введ. 20.06.2009 // КонсультантПлюс: справ.-правовая система / Компания «КонсультантПлюс».

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КИРОВСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ КРЫМ

Д.В. Канева

*Научный руководитель Л.Г. Рувинова, д-р биол. наук, профессор
Вологодский государственный университет
г. Вологда*

Республика Крым – республика, субъект Российской Федерации, входящий в состав Крымского федерального округа. Образована 18 марта 2014 года на основании договора о принятии в состав России независимой суверенной Республики Крым [1]. Если принять во внимание изменение статуса полуострова, рассмотрение геоэкологической оценки Кировского района Республики Крым является актуальной.

Цель работы: изучение природно-климатических и социальных особенностей Кировского района Республики Крым.

В административном отношении Республика Крым включает 25 административно-территориальных образований:

- 14 районов в большей степени с сельским населением;
- 11 городов, характер подчинения – республиканский, в границах которых созданы муниципальные образования — городские округа с подчинёнными им населёнными пунктами.

Исследуемый объект – Кировский район – находится в одном из 25 муниципальных образований. Он расположен в восточной части Республики Крым, в 100 км от столицы Крыма – г. Симферополя.

Площадь района составляет 1208,2 тысяч квадратных километра. Общая площадь сельскохозяйственных угодий Кировского района составляет 75,4 тыс. га. Процентное соотношение состава общей площади представлено на рисунке 1.



Рис. 1. Состав общей площади сельхозугодий Кировского района

Район граничит: на востоке с Ленинским районом и г. Феодосия; на юге – с г. Судак; на западе – с Белогорским районом; на северо-западе с Советским районом [2].

На востоке расположены два крупнейших водоема озеро Ачи, площадью 2,219 км² и Феодосийское водохранилище, созданное в 1971 году. Водные ресурсы: р. Чурук-Су 30 км, р. Мокрый Индол 11 км, р. Сухой Индол 8 км, береговая линия о. Сиваш 29 км, через Кировский район проходит Северо-Крымский Канал Красноперекопского МУВХ. На территории Кировского района находится источник пресных вод – Субашский участок Агормышского месторождения. Также имеется Старокрымское водохранилище, которое расположено в бассейне р. Чурюк-Су Крымских предгорий на высоте 220 м над уровнем моря. Помимо Чурюк-Су, его питают также р. Монастырская и воды, поступающие по Бакаташской балке [3].

Почвенный покров представлен: темно-каштановые солонцеватые почвы; лугово-каштановые и каштаново-луговые солонцеватые почвы; черноземы южные солонцеватые [3].

Кировский район – один из регионов Крыма, где создан региональный ландшафтный парк «Воздухоплавательный комплекс Узун-Сырт, гора «Клементьева».

По численности населения район занимает 8 место среди 14 муниципальных районов Республики Крым. Рост численности населения обусловлен положительным сальдо миграции – 408 человек, при этом естественная убыль составила 77 человек.

В границах муниципального образования Кировский район создано 40 муниципальных образований: 1 – городское поселение город Старый Крым, 1 поселок городского типа (Кировское), 38 сел, которые объединены в 13 муниципальных образований: 1 городское поселение и 12 сельских поселений. Так же территорий Кировского района делится на 13 сельских советов.

Кировский район располагает удобной транспортной инфраструктурой. Территорию пересекают автотранспортные и железнодорожные магистрали. Протяженность автомобильных дорог общегосударственного и местного значения составляет 686,3 км, железнодорожные пути – 37,5 км.

На территории муниципального района осуществляют производство товаров и услуг по водо-, газо-, энергоснабжению, водоотведению, вывозу твердых бытовых отходов.

Основу народнохозяйственного комплекса посёлка составляют промышленность, капитальное строительство, транспорт, учреждения культурно-бытового обслуживания. Промышленность посёлка представлена такими предприятиями: ОАТП «Кировское ремонтно-транспортное предприятие» (машиностроение и металлообработка), Хлебокомбинат Кировского райпотребсоюза (в данное время он уже не существует), типография, ОАТП «Кировский комбикормовый завод». Жилое и культурно-бытовое строительство осуществляют хозрасчетный участок № 17 «Крымагрострой» и ПМК-57 «Крымагрострой-2».

В связи с вышеперечисленными основными видами промышленной деятельности можно выделить следующие основные факторы отрицательного влияния на качество окружающей среды: антропогенное загрязнение атмосферного воздуха, поверхностных и подземных вод, накопление токсичных и бытовых отходов, неудовлетворительное состояние канализационных очистных сооружений.

Значительные санитарно-гигиенические проблемы в Крыму связаны с дефицитом питьевой воды и ее загрязнением ввиду плохого санитарно-технического состояния водопроводных сетей.

Еще одной основной проблемой является антропогенное загрязнение атмосферного воздуха. Анализ динамики выбросов вредных веществ в атмосферу показывает, что с 2009 года начинается активный рост выбросов, обусловленный в основном выбросами автотранспорта. Данные представлены на рисунке 2.



Рис. 2. Динамика выбросов веществ, загрязняющих атмосферу

Крым относится к регионам с крайне сложными условиями водоснабжения, собственные водоисточники могут удовлетворить потребность только на 28%. Актуальными являются проблемы водоотведения. Значительные сложности обусловлены неэффективной работой существующих канализационных очистных сооружений.

Особую экологическую проблему для Крыма представляет накопление отходов. В Крыму имеется 28 официально зарегистрированных свалок (полигонов) твердых бытовых отходов, где накопилось 18,3 млн. тонн отходов. Большая часть свалок исчерпала свои санитарно-технические и территориальные возможности [4].

Несмотря на все перечисленные экологические проблемы, Кировский район сегодня — это район с динамично развивающимся потенциалом и благоприятным инвестиционным климатом, что делает его привлекательным районом Республики Крым.

1. О принятии в Российскую Федерацию Республики Крым и образовании в составе Российской Федерации новых субъектов — Республики Крым и города федерального значения Севастополя: федеральный конституционный закон от 21.03.2014 №6-ФКЗ // Российская газета. — 2014. — 24 марта. — с. 21

2. Министерство экономического развития Республики Крым [Электронный ресурс]: офиц.сайт. — Режим доступа: <http://minek.rk.gov.ru/>.

3. География Крыма: книга / М. Р. Амельченко, А. В. Буссов, А. В. Ена [и др.]. — Симферополь: Крымское учебно-педагогическое государственное издательство, 1995. — 224 с.

4. Ашинов, Ю.Н. Региональная эология: учебно-методическое пособие / Ю.Н. Ашинов, Э.Е. Слюсаренко. — Краснодар: ББК, 2015. — 80 с.

КАЧЕСТВО ЖИЗНИ НАСЕЛЕНИЯ СЕЛЬСКОГО ПОСЕЛЕНИЯ ПЕЛЬШЕМСКОЕ СОКОЛЬСКОГО РАЙОНА

Д.А. Комельков

*Научный руководитель Л.Г. Рувинова, д-р биол. наук, профессор
Вологодский государственный университет
г. Вологда*

В настоящее время в России растёт объём строительных работ. Города расширяют свои границы, строительство нового жилья идёт полным ходом. Безусловно, каждое новое здание должно быть обеспечено соответствующими коммуникациями, что, в свою очередь, повышает требования к оценке экологического влияния инженерных сооружений на окружающую среду, а так же на качество жизни населения [1].

Целью работы является изучение влияния на качество жизни населения водопровода в деревне Марковское Сокольского района Вологодской области.

Для достижения цели необходимо решить следующие задачи:

1. Изучение геоэкологических особенностей района.
2. Проведение рекогносцировки территории сельского поселения.
3. Изучение работ по строительству водопровода.

Сокольский муниципальный район находится в умеренно-континентальном климате, со сравнительно теплым коротким летом и длительно холодной зимой. Средняя годовая температура воздуха 1,4-1,6° С. Средняя годовая скорость ветра в среднем составляет 3,3-3,4 м/с. Годовое количество осадков 560-600 мм. Рельеф почв представляет собой холмисто-волнистую равнину [2].



Рис. 1. Карта Сокольского района Вологодской области М 1:2000000 [2]

Деревня Марковское является административно-территориальной единицей сельского поселения Пельшемское Сокольского района. Климат умеренно-континентальный с неустойчивым режимом работы. Рельеф участка с перепадом высот до 6 м.

Климатическая характеристика: нормативная снеговая нагрузка – 168 кгс/м^2 ; нормативная ветровая нагрузка – 23 кгс/м^2 ; преобладающие ветры -ЮЗ; расчетная наружная температура наиболее холодной пятидневки – -32°C ; расчетная наружная температура наиболее холодных суток – -40°C [2].

В 2009 году администрация сельского поселения Пельшемское приняла участие в программе "Социально-экономическое развитие села". Предметом участия было строительство нового водопровода в деревне Марковское, так как старый водопровод был построен в 60-х годах в железном исполнении и требовал больших затрат на ремонт, а также вода не соответствовала гигиеническим нормам. Это оказывало негативное воздействие на качество жизни населения.

Строительство водопровода проводится в несколько этапов:

- составление технического задания;
- рекогносцировка местности, создание планово-высотного и съёмочного обоснования;
- проведение геодезических изысканий;
- камеральные работы, составление проекта водопровода;
- строительство водопровода с геодезическим сопровождением;
- исполнительная съёмка (рисунок 2), ввод объекта в эксплуатацию.

В населенном пункте Марковское пункты геодезической сети представлены стенными знаками. Всего использовано 10 ственных знаков и 1 репер.

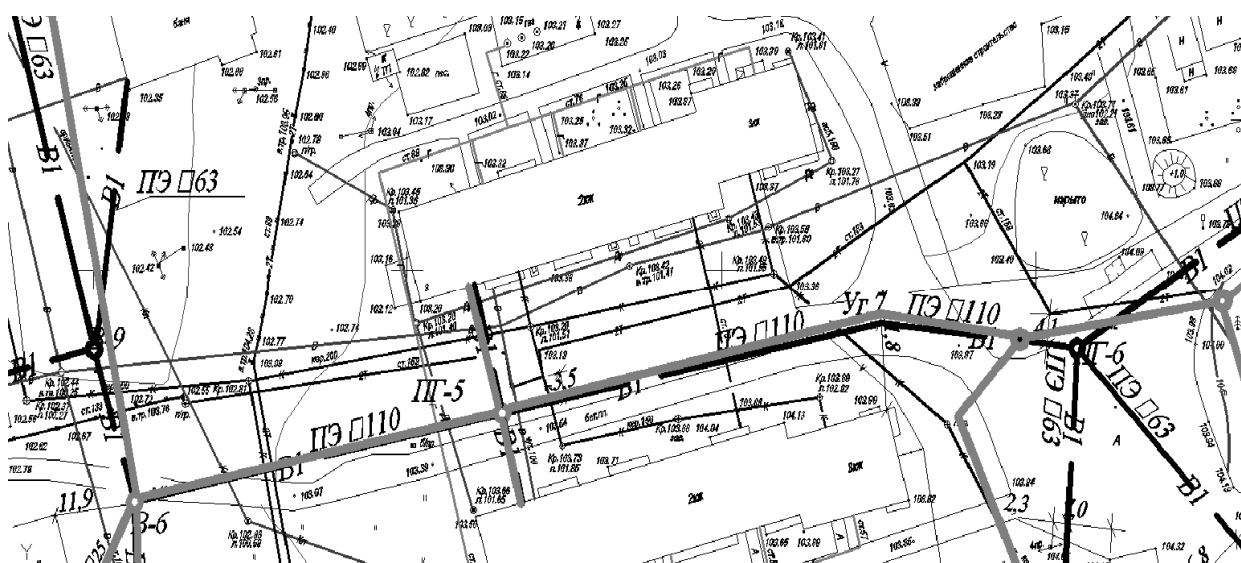


Рис. 2. Фрагмент исполнительной съёмки водопровода

Для прокладки наружного водопровода необходимо составлять продольные профили наружного водопровода (рисунок 3), на которых указываются следующая информация:

1. Отметка низа или лотка трубы (98,34 м)
2. Натурная отметка земли (100,30 м)
3. Расстояние между колодцами (101,3 м)
4. Нормативная глубина залегания колодца (2,16 м)
5. Вид колодца (пожарный гидрант)

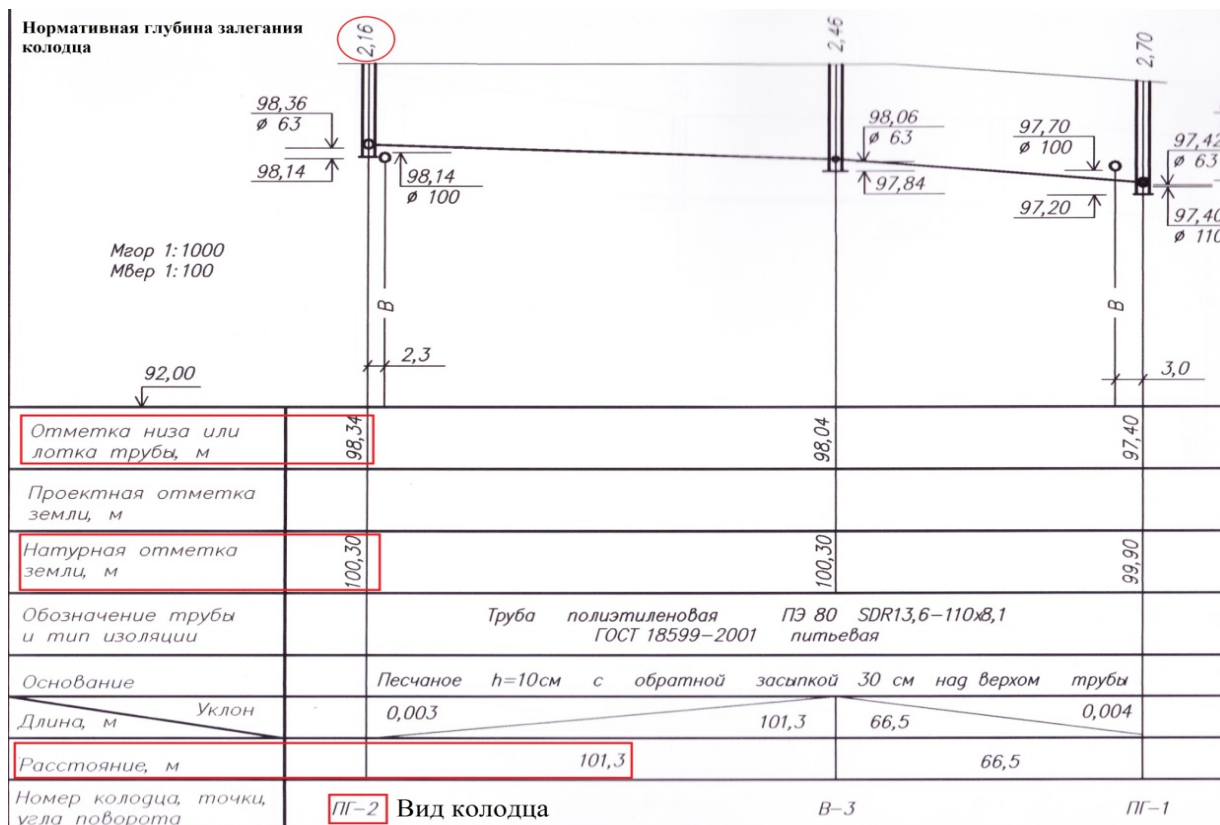


Рис. 3. Фрагмент продольного профиля наружного водопровода

Таким образом, строительство водопровода оказывает положительное влияние на качество жизни населения, а так же не оказывает резко отрицательного воздействия на окружающую среду, незначительно влияет на следующие аспекты окружающей среды:

1. Ландшафт (изменение рельефа земной поверхности на территории сельского поселения).
2. Уровень грунтовых вод (при использовании новых скважин, а также новой водонапорной башни уровень грунтовых вод может несущественно изменяться).

1. Комельков Д.А. Влияние наружного водопровода на окружающую среду / Д. А. Комельков, Л. Г. Рувинова // Материалы IX ежегодной научной

сессии аспирантов и молодых ученых: в 2-х т. – Вологда: ВоГУ, 2015. – Т. 1: Технические науки. – С. 211-214.

2. Официальный сайт города Сокола [Электронный ресурс]: офиц. сайт – Режим доступа: <http://www.sokoladm.ru/>

3. Хаметов, Т. И. Геодезическое обеспечение проектирования, строительства и эксплуатации зданий, сооружений: учеб. пособие / Т. И. Хаметов. – М.: Изд-во АСВ, 2002. – 200 с.

НАКОПЛЕНИЕ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РТУТИ В ОРГАНАХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РАЗНЫХ ВИДОВ АМФИБИЙ ВЕРХНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

Д.Э. Кудряшова

Научный руководитель Е.С. Иванова, канд. биол. наук, доцент

Научный руководитель В.Т. Комов, д-р биол. наук, профессор

Череповецкий государственный университет

г. Череповец

Ртуть и ее соединения относятся к числу наиболее опасных для живых организмов токсических веществ, способных вызывать у животных широкий спектр негативных воздействий. Исследования, посвященные изучению накопления ртути позвоночными животными, проводятся чаще на птицах и млекопитающих, находящихся на вершине пищевой пирамиды и подверженных действию самых высоких концентраций ртути [2]. В тоже время, исследований, посвященных накоплению и распределению ртути в амфибиях, крайне мало, несмотря на то, что эти животные представляют собой важный элемент экосистем.

В настоящее время установлены летальные концентрации ртути для различных беспозвоночных и позвоночных животных, в том числе и для амфибий. В то же время данных о действии сублетальных концентраций ртути на различные организмы крайне мало, хотя ртуть, очевидно, повышает для животных вероятность изменения поведения, которое может стать следствием гибели [1]. Поэтому актуальна оценка содержания ртути в организме этих животных и выявление закономерностей ее накопления.

Материалы и методы исследования

Сбор, обработка и определение ртути в пробах

Летом 2015-2016 года были собраны для анализа на содержание ртути пробы органов (печень, почки, сердце, селезенка, кишечник, кожа, мышцы) от 51 особи трех видов амфибий: серая жаба (*Bufo bufo*), остромордая лягушка (*Rana arvalis*) и прудовая лягушка (*Rana lessonae*).

Содержание ртути в пробах определялась на ртутном анализаторе РА-915+ в лаборатории Физиологии и токсикологии животных ИБВВ РАН и в лаборатории биохимии кафедры биологии Череповецкого государственного университета.

Методика постановки эксперимента

Исследование проводилось на базе лаборатории физиологии и токсикологии водных животных ИБВВ РАН.

Объектом экспериментального исследования были головастики прудовой лягушки (*Rana lessonae*), которые были собраны в пруду в окрестностях п. Борок, Некоузского района, Ярославской области. Головастиков помещали в два аквариума ($V \approx 200$ л) по 150 особей в каждый.

В начале эксперимента головастики находились на стадии «появление развитых складок жаберных крышек».

Головастиков кормили один раз в сутки рыбным фаршем по ≈ 7 г на емкость. Фарш для корма опытных и контрольных личинок жабы получали из мышечной ткани рыб с разным содержанием ртути. Фарш с более низким содержанием ртути (0,08 мг/кг) сделан из минтая (контроль), с более высоким содержанием (0,7 мг/кг) – из окуня (опыт). В аквариумах действует проточная система смены воды, но при этом остатки корма регулярно убирались, чтобы вода оставалась чистой.

Содержание ртути анализировали у особей на стадии метаморфоза «лягушонок с остатками хвоста», при этом продолжительность наблюдения составила 17 дней.

Содержание ртути определялось на анализаторе ртути «РА-915М» в лаборатории биохимии кафедры биологии Череповецкого государственного университета.

На 14 и 17 день эксперимента головастики по 10 особей из опыта и контроля были помещены в отдельные емкости объемом 3 литра для наблюдения их реакции, направленной на защиту от хищника. Для этого в каждую емкость с контрольными и опытными головастиками подсаживалась пиявка вида *Herpobdella octoculata*, которую предварительно сутки выдерживали без пищи.

В течение часа проводились наблюдения за поведением пиявки и головастиков. При наблюдении отмечали количество схваченных пиявкой головастиков, а также время, которое она на это затратила. Опыт и контроль проводили в десятикратной повторности. При этом количество головастиков составило по 100 особей в контроле и опыте.

Результаты исследования

Содержание ртути в исследованных видах амфибий варьирует в пределах от менее, чем 0,001 до 0,336 мг/кг сырой массы. Максимальные значения количества металла отмечены в печени и почках, минимальные – в коже и мышцах (рис. 1).

Содержание ртути в печени и почках достоверно превышает содержание этого металла в других исследованных органах. При этом содержание металла в почках *Rana lessonae* (0,118 мг/кг, сырой массы) в 2 раза превышает показатели количества металла в соответствующих органах *Rana arvalis* и *Bufo bufo* (0,050-0,061 мг/кг, сырой массы). Достоверных различий в содержании ртути в других органах различных видов амфибий не установлено (рис. 1).

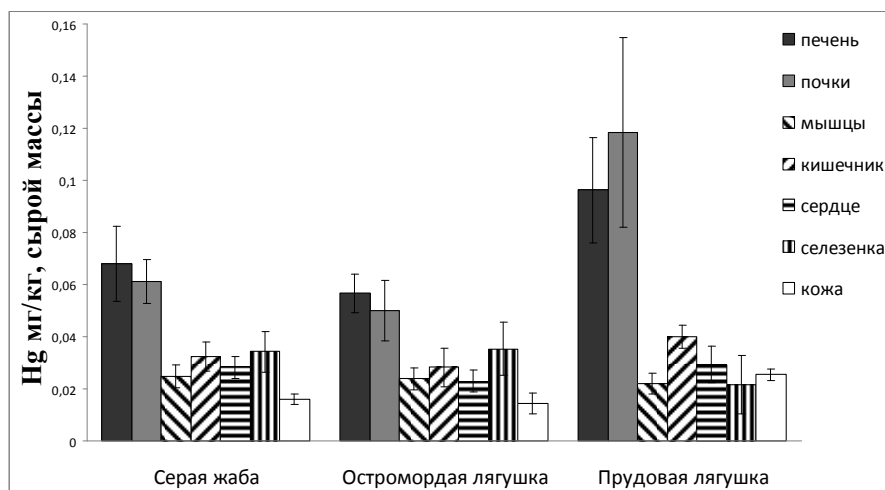


Рис. 1. Содержание ртути (мг/кг, сырой массы) в органах разных видов амфибий

В ходе проведения эксперимента содержание ртути в головастиках анализировали на стадии развития – «лягушонок с остатками хвоста». По окончании эксперимента содержание металла в опытных и контрольных головастиках статистически достоверно различалось (рис. 2).

Количество ртути в контрольных пробах (0,02 мг/кг) было почти в 10 раз меньше, чем в опытных (0,2 мг/кг). В течение эксперимента количество ртути в контрольных образцах не менялось (различия отмечены в пределах ошибки метода), а в опытных увеличилось в 10 раз (рис. 2).



Рис. 2. Накопление металла личинками прудовой лягушки (при содержании их на фарше с разными концентрациями металла)

При наблюдении за поведением головастика прудовой лягушки с разной концентрацией ртути в их организме был установлен нейротоксический эффект этого металла. Доля контрольных головастика, подвергшихся нападению хищника, составила от 0 (в 8 случаях наблюдения) до 10% (в двух случаях) (рис. 3). Для опытных головастика в двух случаях наблюдения – 0, в трех случаях – 10%, в трех случаях 20% и в одном случае – 30% (рис. 4).

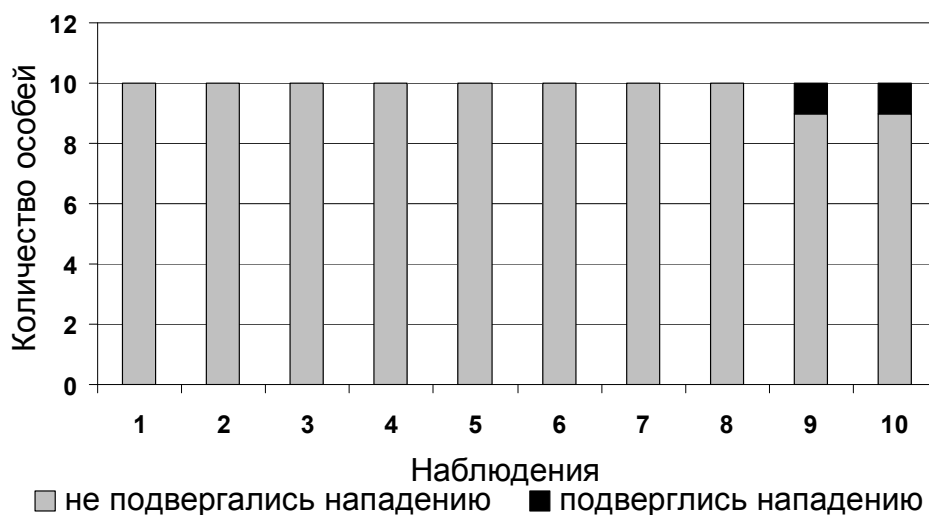


Рис. 3. Проявление нейротоксического эффекта на примере контрольных головастика

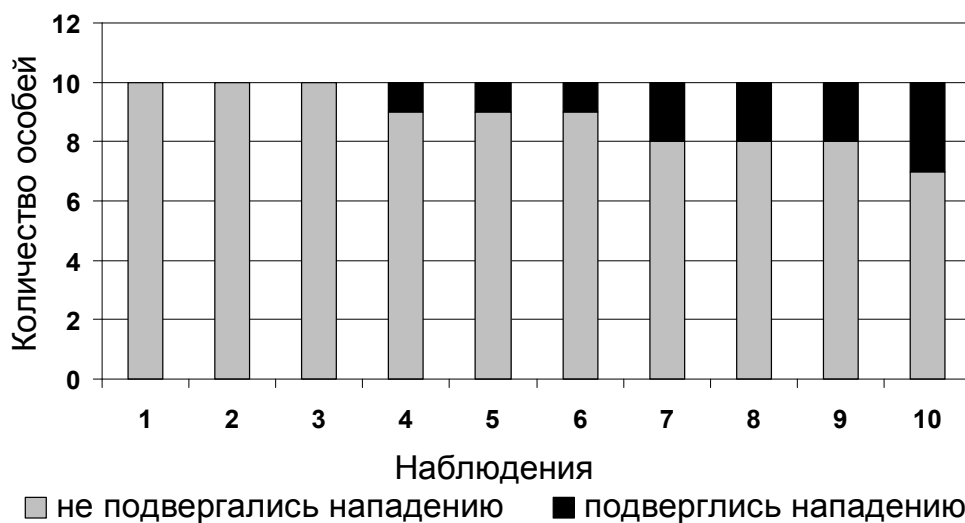


Рис. 4. Проявление нейротоксического эффекта ртути на примере опытных головастика

1. Ртуть: экологические аспекты применения. Гигиенические критерии состояния окружающей среды; 86. – Женева: ВОЗ, 1992. – 117 с.
2. Wolfe M.F., Schwarzbach S., Sulaiman, R.A. The effects of mercury on wildlife: a comprehensive review // Environ Toxicol Chem. – 1998. – Vol. 17. – P. 146-160.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ КУРСКОЙ ОБЛАСТИ: ДИНАМИКА И ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Е.Ю. Кузнецова

*Научный руководитель О.П. Лукашова, канд. пед. наук, доцент
Курский государственный университет
г. Курск*

В последнее десятилетие несколько снизилась антропогенная нагрузка на природную среду Курской области (сокращение промышленного производства, уменьшение внесения химикатов в сельском хозяйстве, переход транспорта на более экологичное топливо и т.д.), но проблемы по-прежнему проявляются на территории области, и их изучение позволит уменьшить последствия их воздействия на окружающую среду.

Загрязнение почвенного покрова. Почвы Курской области – это серые лесные и чернозем, богатые гумусом и пригодные для аграрного использования. Распространенные нарушения: эрозия и снижение содержания гумуса. Площадь общего земельного фонда области на 2011 г. составила 2999, 7 тыс. га, а площадь нарушенных земель 11 тыс. га (2011 г.), по отношению к 2003 и 1993 гг. она сократилась, 10, 89 тыс. га и 14, 6 тыс. га, соответственно. Это свидетельствует об эффективной мелиоративной работе. Из 11 тыс. га нарушенных земель 5,8 тыс. га эрозионные. Снижается содержание гумуса, отрицательный баланс гумуса в черноземах составляет -0,66 т/га в год. Так же за последние годы происходит подкисление пахотного слоя черноземов (приращение кислых почв на 0,6% в год), что является результатом периодического промывания горизонта и отрицательного баланса кальция в почвах [2, с. 22].

До сих пор сохраняется загрязнение почвы запрещенным ДДТ. «Среднее содержание составило 4,8 ПДК весной и 8,2 ПДК осенью при максимальных значениях 12,0 и 11,2 ПДК соответственно». Проявляются его остаточные количества, которым способствуют засушливые лета [2, с. 24].

В последние годы возобновились мелиоративные работы, происходит восстановление почв и их рекультивация.

Загрязнение атмосферного воздуха. Атмосферный воздух на территории Курской области загрязнен различными веществами. Основными загрязнителями являются формальдегид (39%), свинец (27%), диоксид азота (14%), оксид углерода (10%) и взвешенные вещества (12%).

Источниками загрязнения, в большей степени, являются автотранспорт, предприятия теплоэнергетики, стройиндустрии, машиностроения, химической промышленности [3, с. 6; 4, с.8].

Таблица

**Сравнение концентрации веществ в атмосферном воздухе
за 2008 и 2014 г. [1, с. 53; 3, с. 9; 4, с. 8]**

Показатель	2008	2014	2015
Формальдегид	в 1,2 раза выше допустимой нормы	3,0 раза выше допустимой нормы	В 2,8 раза выше допустимой нормы
Диоксид азота	1,0 ПДК	2,2 ПДК	1,0 ПДК
Запыленность	0,4 – 0,7 ПДК	0,4 – 0,6 ПДК	0,5 – 0,6 ПДК
Оксид углерода	0,4 ПДК	0,4 ПДК	0,4 ПДК
Свинец	6,7 ПДК	2,6 ПДК	2,6 ПДК
Бенз(а)пирен	0,5 ПДК	1,4 ПДК	0,2 ПДК

Проводимый ежегодно анализ качества атмосферного воздуха свидетельствует о тенденции к снижению уровня его загрязнения. В населенных пунктах Курской области доля проб атмосферного воздуха, превышающих ПДК, в 2015 году по сравнению с 2014 годом снизилась с 3,2% до 2,95%.

Загрязнение атмосферного воздуха происходит как стационарными источниками, так и передвижными (транспорт). Этому способствует неудовлетворительное качество автомобильных дорог и их низкая пропускная способность, несоответствующая быстрым темпам роста автотранспортного парка. Основные источники загрязнения располагаются в городе Курск и Железнодорожск. Воздух загрязняется в результате работы предприятий, а также взрывных работ на Михайловском ГОКе.

Проблемы поверхностных и подземных вод. В области остро обозначены проблемы с водными ресурсами. Поверхностные воды низкого качества и интенсивно используются, а подземные – истощены в результате хозяйственной и производственной деятельности человека. Подземные воды имеют стратегическое значение для области, они единственный источник хозяйственно-питьевого водоснабжения населения. За долгие годы эксплуатации подземных вод, их запасы истощены.

Подземные воды области пресные, и лишь одно месторождение минеральных вод (Халинское месторождение в Курском районе). На территории Курской области по состоянию на 31.12.2015 г. разведано 142 месторождения (участка) пресных подземных вод [4, с. 31].

Запасы подземных вод составляют 1230,62 тыс. м³/сут. Обеспеченность населения ресурсами подземных вод питьевого качества (в расчете на одного человека) – 1,93 м³/сут. [4, с. 31].

На территории Курской области сформировано два водоносных комплекса: верхний (воды четвертичных, палеоген-неогеновых и меловых отложений) и нижний (нижнеюрские, пермско-триасовые, каменноугольные, девонские отложения) [5, с. 95].

Наиболее существенной проблемой использования подземных вод является образование и разрастание депрессионных воронок под территорией города Курск и в пределах карьера Михайловского ГОКа. Воронки образованы в водоносных горизонтах, расположенных ниже верхнеюрского водоупора. Это связано с тем, что питание сверху невелико, а откачка максимальна [5, с. 95].

Проблемой качества питьевой воды является её природный минеральный и радионуклидный состав. Весьма ощутимым образом на качестве воды сказываются факторы природного характера: повышенное содержание в воде водоносных горизонтов соединений железа, солей, определяющих общую жесткость.

Основным показателем неудовлетворительного качества воды является органолептический показатель (мутность).

Инфекционных заболеваний, вызванных возбудителями в воде, за последние годы не было выявлено [3, с. 20].

Поверхностные воды. Курская область расположена в пределах двух бассейнов рек Днепр и Дон (78% и 22%). По территории области протекает около 902 временных и постоянных водотоков, их общая длина 7600 км. Только 4 реки имеют длину более 100 км – Сейм, Свапа, Псёл, Тускарь. Коэффициент густоты речной сети – 0,25 км/км² [4, с. 100]. В 2015 году объем годового стока рек Курской области составил оценочно 2400 млн. м³/год, что соответствует маловодному году 95%-ной обеспеченности. Средние многолетние естественные ресурсы речного стока составляют по Курской области 3540 млн. м³/год [4 с.16].

На широких поймах рек образуются излучины, что нередко приводит к затруднению речного тока и как следствие застои и загрязнение воды. Этому так же способствует дно рек: илистое и песчано-илистое; песчаное, песчано-глинистое; меловое. Летом при прогреве воды развивает обильная погруженная и полупогруженная растительность.

Крупных озер и болот в области нет, искусственных водоемов насчитывается 785, из них 150 имеют объем более 1 млн куб. м, в том числе четыре водоема с объемом наполнения более 10 млн куб. м. (Михайловское водохранилище на реке Свапа, пруд – охладитель Курской АЭС в пойме реки Сейм, хвостохранилище Михайловского ГОКа на реке Песочная и Старооскольское водохранилище на реке Оскол) [3, с. 13].

Все поверхностные воды имеют природоресурсное, природоохранное, экономическое и рекреационное значение. Из-за сильного антропогенного воздействия их природной самоочищающей способности недостаточно для нейтрализации загрязняющих веществ, попадающих в водоемы. Как уже писалось выше, многие реки заилились и заросли, на что влияет сочетание естественных и хозяйственных факторов. Серьезной проблемой является смыв в водоемы грунта с сельхозугодий из-за некачественных противоэрозионных мероприятий. Такие наносы препятствуют фильтрации грунтовых вод и

уменьшают сток. Так же с полей смываются вещества, содержащиеся в пестицидах, это соединения азота, фосфора, калия [5, с. 99].

Крупные промышленные узлы (город Курск с предприятиями теплоэнергетики, машиностроения, химической промышленности; Железногорск – Михайловский горно-обогатительный комбинат; Курчатов – Курская атомная электростанция) находятся в пределах бассейна реки Сейм с ее притоками Свапа и Тускарь, что и обуславливает повышенное содержание различных веществ.

В реке Сейм за последние пять лет возросла концентрация фосфатов (2,10 ПДК, 2008 г. – 1,06 ПДК). Псёл: концентрация фосфатов 1,50 ПДК (2008 г. 1,22 ПДК), железо общее 1,37 ПДК (1,26 ПДК) [1, с. 59; 3, с. 13].

В 2015 году характерными загрязняющими веществами водных объектов Курской области являются органические вещества по ХПК, превышение 1 ПДК отмечено в 95% проб – выше в 1,1 раза уровня 2014 года (88%); азот нитритный 66% – ниже в 1,2 раза (80%), превышение 10 ПДК – 1%; соединения меди 93% – выше в 1,3 раза (71%), железо общее – 35% (2014 г. – 37%) [4, с.17].

Класс качества рек остается загрязненным, так прослеживается следующая динамика загрязнения: р. Сейм: 2008 – слабозагрязненная, 2013 – очень загрязненная, 2014 – загрязненная.

Осуществляется сток вод с предприятий, которые имеют слабоэффективные очистные сооружения. Сточные воды несут в себе различные вещества, как правило, это никель, хром, медь, цинк, соединения фтора, азота и другие. С бытовыми стоками в водоемы попадает различный мусор, но наиболее опасными являются синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ), которые негативно воздействуют на биоту [5, с. 99].

Необходимо усовершенствование системы очистки вод с предприятий, сельских хозяйств и сточных вод населенных пунктов. Также необходимы профилактические работы с населением, направленные на повышение экологической культуры граждан.

Экологическая обстановка в Курской области неблагоприятная. Требуется более тщательный мониторинг за природными объектами и антропогенным воздействием на них.

1.«Доклад о состоянии и охране окружающей среды на территории Курской области в 2008 году». Курск, 2009 г. – 176 с.

2.«Доклад о состоянии и охране окружающей среды на территории Курской области в 2010 году». Курск, 2011 г. – 233 с.

3.«Доклад о состоянии и охране окружающей среды на территории Курской области в 2014 году». Курск, 2015 г. – 157 с.

4. «Доклад о состоянии и охране окружающей среды на территории Курской области в 2014 году». Курск, 2015 г. – 126 с.

5. Козлова Г. В. Экологические проблемы Курской области. Материалы IX Всероссийской – VI Международной конференции «Теория и практика экологического страхования: региональный фактор». Курск: Изд-во КГУ, 2009 г. С. 94-101

УСТОЙЧИВОСТЬ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ БАБУШКИНСКОГО РАЙОНА КАК БАЛЬНЕОЛОГИЧЕСКОГО КУРОРТА ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

М.А. Лебедева

*Научный руководитель Л.Г. Рувина, д-р биол. наук, профессор
Вологодский государственный университет
г. Вологда*

Глубокие всесторонние изменения среды обитания человека влекут за собой рост экологически обусловленного изменения здоровья населения. По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), воздействие химических веществ может являться ведущим фактором в развитии значительного числа болезней человека. Выяснено также, что структура заболеваемости в определенной мере зависит и от природных, в первую очередь – климатических условий, а также от вида промышленности, качественного состава выбросов и их концентрации в воздушном пространстве[1].

Целью данной работы является изучение устойчивости и перспектив развития Бабушкинского района как одной из ведущих здравниц Вологодской области.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Провести оценку природно-климатических условий района;
2. Оценить влияние субъектов хозяйственной деятельности в районе;
3. Проанализировать деятельность учреждений здравоохранения.

Бабушкинский район – муниципальный район Вологодской области, занимает площадь 7761 кв. км, расположен на востоке области[2].

Рельеф района – холмисто-моренная равнина. Район частично находится на территории Галичской возвышенности, Унжинской равнины и Северных Увалов.

На территории района климат умеренно-континентальный, со средними температурами января $-13...-15^{\circ}\text{C}$, умеренно теплым, но по времени относительно коротким летом, со средней температурой июля месяца $+16...+17^{\circ}\text{C}$ тепла. Среднее годовое количество осадков составляет 550 – 650 мм[2].

Гидрографическая сеть района представлена реками – Леденьга, Юрманга, Кема, Лойманга, Левашка, Старая Тотьма и другими. Озера – Бабье, Шипуновское, Городищенское, Гаврино. По условиям питания реки относятся к равнинному типу со смешанным атмосферно-грунтовым питанием. Также Бабушкинский район богат подземными минеральными водами. Грунтовые воды на большей территории района залегают глубже 2 м от поверхности. Район характеризуется развитием слабо водообильных водоносных комплексов, связанных с терригенными породами верхнепермского возраста уфимского и

татарского яруса. Преобладающий дебит скважин составляет 0,5 – 20 л/сек., удельный дебит – 0,1 – 0,2 л/сек. Ниже глубины залегания пресных вод находятся подземные воды повышенной минерализации сульфатно-кальциевые (сухой остаток – 4,3-7,8 г/л, общая жесткость 27,5-57,6 г/экв) и хлоридно-натриевые (сухой остаток – 18,6-57 г/л, жесткость – 68,5-147 мг/экв). Хлоридно-натриевые воды используются для лечебных целей [3].

Основными типами почв для района являются: супесчаные и песчаные дерново- средне- и сильноподзолистые и болотные. Болотные верховые почвы отличаются слабой степенью разложения торфа, низкой его зольностью и высокой кислотностью. Малая зольность торфа верховых болотных почв дает возможность использовать его в качестве топливного материала [2].

Бабушкинский район – лесной район, леса занимают около 68%. Основные породы – ель, береза, сосна, пихта. Среди лесов преобладают ельники и сосняки зеленомошные, зеленомошники-черничники [2].

За 2013 год в атмосферу Бабушкинского района поступило 175,961 т выбросов загрязняющих веществ, сброс составил – 0,07 т, на территории района размещены 4917,67 т отходов, а за 2015 год сброс составил 3,64 т, выброс – 368,62, отходы – 1203,1т. Данные позволяют судить об ухудшении качества атмосферного воздуха и воды поверхностных источников [4].

При оценке демографической ситуации были проанализированы показатели рождаемости смертности, выявлено, что динамика численности населения характеризуется отрицательным естественным приростом и одним из высоких по области коэффициентом рождаемости (таблица 1) [5].

Таблица 1

Демографические показатели Бабушкинского района

Показатель	Бабушкинский район
Рождаемость	144 человек
Смертность	240 человек
Естественный прирост	– 96 человек
Коэффициент рождаемости	12,2 ‰

При рассмотрении данных санитарно-медицинского учета (СМУ) выявлено, что все возрастные группы населения Бабушкинского района характеризуются низким уровнем заболеваемости (таблица 2).

Таблица 2

Структура заболеваемости населения Бабушкинского района

Критерий	Бабушкинский район	
	Ранговое место по СМУ	Уровень заболеваемости
Детская заболеваемость	30	Низкий
Заболеваемость подростков (15 – 17 лет)	31	Низкий
Заболеваемость взрослых	29	Низкий

При составлении природной характеристики Бабушкинского района было выявлено, что санаторий «Леденгск», для оказания оздоровительных услуг использует местные лечебные грязи (торф) и минеральные воды, в том числе питьевые. Леденгские источники относятся к категории холодных вод поваренной соли или рассола. На территории района расположены 17 месторождений торфа, крупнейшие из них: Гусинское, Великое, Семенское, Черное. Санаторий может принимать до 2500 пациентов ежегодно. Эффективность лечения достигает 75-80%. Таким образом, можно сказать, что район богат оздоровительными природными ресурсами [6].

Для целей бальнеолечения используется рассол, который достаточно крепкий и содержит йодистые соединения, что очень важно для медицинских целей. Йодобромная вода очень ценна. В природе чистых йодобромных вод практически не существует. Ионы йода и брома, наряду с другими важными микроэлементами, чаще всего встречаются в натриевых и хлоридных водах, их значение трудно переоценить, поскольку йод и бром являются биологически активными веществами. Практикой установлено, йодобромные ванны своим влиянием на ведущие физиологические системы организма могут создать благоприятные условия для формирования адаптивных и восстановительных реакций организма и тем самым способствовать улучшению состояния здоровья или выздоровлению [6].

Таким образом, низкий уровень заболеваемости в Бабушкинском районе, в большей степени, обусловлен природными характеристиками и ресурсами района. Увеличение антропогенной нагрузки обязывает предприятия усиливать экологизированное управление производством.

1. Ревич, Б. А. Загрязнение окружающей среды стойкими органическими загрязнителями и здоровье населения / Б. А. Ревич, А.А. Шелепчиков //Гигиена и санитария. – 2008. – № 4. С. 26-32.

2. Схема территориального планирования Бабушкинского муниципального района: науч.- техн. проект / ОАО “Головное ХППАП Бюро”; [заказчик Администрация Бабушкинского муниципального района]. – Вологда, 2009. – 240 с.

3. Анализ возможности обеспечения потребности в питьевых водах с. им. Бабушкина за счет действующих артезианских скважин. Т.В. Прачкина Текст отчета Вологда 2003

4. Комплексный территориальный кадастр природных ресурсов Вологодской области: стат. сб/ Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды Вологодской области. – Вологда, 2015. – 476 с.

5. БУЗ ВО «Бабушкинская ЦРБ» [Электронный ресурс]: офиц. сайт. – Режим доступа: <http://babmed.volmed.org.ru>

6. ГП ВО «Санаторий «Леденгск» [Электронный ресурс]: офиц. сайт. – Режим доступа: <http://www.san-led.ru/>

СОДЕРЖАНИЕ РТУТИ В ВОЛОСАХ ЖИТЕЛЕЙ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

О.Ю. Максимова

Научные руководители: Е.С. Иванова, канд. биол. наук, доцент

В.Т. Комов, д-р биол. наук, профессор

Череповецкий государственный университет

г. Череповец

Ртуть является токсичным и стойким металлом, который обладает свойствами биоаккумуляции и биомagnификации в пищевых цепях. Люди подвергаются воздействию метилированной ртути, в основном, через питание, особенно путем потребления пресноводной и морской рыбы, а также потребления других животных, которые потребляют рыбу. Волосы, в целом, считаются более предпочтительным материалом для анализа, поскольку они представляют собой образец, взятие которого не требует сложной инвазивной процедуры. Содержание ртути в волосах отражает ее долговременное воздействие. Большая часть ртути в волосах находится в форме метилртути.

ВОЗ рассматривает ртуть и ее соединения в качестве основных химических веществ, представляющих значительную проблему для общественного здравоохранения [1]. В РФ приняты фоновые уровни содержания ртути в волосах – 0,5-1 мг/кг, а биологически допустимые концентрации – 5 мг/кг [2].

Цель работы: определение фонового содержания ртути в волосах жителей Вологодской области, а также установление факторов, способствующих ее аккумуляции.

В 2014-2016 г. у 1004 жителей Вологодской области были отобраны пробы волос в виде пучка толщиной несколько мм. Данные измерялись в прикорневой области (2 см от корней). Количество металла в пробах определяли на ртутном анализаторе РА-915+ с приставкой ПИРО Люмэкс. При сборе проб волос у людей в ходе предварительного опроса устанавливали: возраст, место проживания, частоту употребления рыбы в рационе питания. Жители Вологодской области, которые сдали материал, были из следующих районов: Шекснинский, Кирилловский, Бабаевский, Вытегорский, Сокольский, а также из г. Череповца.

В волосах жителей Вологодской области содержание ртути варьирует в пределах: от менее 0,001 до 6,559 мг/кг, при этом среднее значение количества ртути в пробах – $0,379 \pm 0,02$ мг/кг, которое ниже принятых в РФ фоновых уровней ртути в волосах людей (до 1 мг/кг). При этом в 89 пробах волос обнаружено содержание ртути выше фоновых концентраций, что составляет 9 % от общего числа измерений.

Минимальные средние значения количества металла определены у жителей п. Шексна – 0,187 мг/кг, а также у жителей г. Череповца – 0,28 мг/кг.

Максимальные средние значения установлены у жителей Кирилловского района – 1,2 мг/кг, г. Вытегры – 1,08 мг/кг, г. Бабаево – 0,95 мг/кг. Промежуточные значения обнаружены у жителей г. Сокола – 0,856 мг/кг, (табл.1). Исходя из этого, с высокой долей вероятности можно отметить, что степень развития промышленности в районе проживания людей не является основным фактором накопления металла.

Таблица 1

Содержание ртути у жителей Вологодской области

Населенный пункт	Содержание ртути
Череповец	$0,279 \pm 0,016^a$ 0 – 4,003(717)
Шексна	$0,187 \pm 0,027^a$ 0 – 2,692(140)
Вытегра	$1,08 \pm 0,142^{bc}$ 0,049 – 3,976(50)
Сокол	$0,856 \pm 0,164^b$ 0,001 – 3,725(28)
Бабаево	$0,9497 \pm 0,232^{bc}$ 0,002 – 6,559(28)
Кириллов	$1,1998 \pm 0,185^c$ 0,055 – 5,018(41)

Примечание: над чертой приведены средние значения и их ошибки ($x \pm mx$), под чертой – минимальные и максимальные значения показателя (n); a, b, c – значения с разными буквенными надстрочными индексами достоверно различаются между населенными пунктами (в столбцах), при уровне значимости $p \leq 0,05$ (ANOVA- тест).

В процентах, значение содержания ртути больше фоновых содержаний, принятых в РФ, обнаружены у жителей Кирилловского района, почти у 44 % обнаружены показатели выше 1 мг/кг, у жителей г. Вытегры – 34%, у жителей г. Сокола – 32%, у жителей г. Бабаево – 25%. А значения содержания ртути до 0,5 мг/кг чаще всего встречаются у жителей пос. Шексны – 92% и у жителей г. Череповца – 83%.

Установлены достоверные различия между средними значениями содержания ртути в волосах людей разных возрастных групп: у людей старше 45 лет количество металла более чем в 3 раза выше (в среднем – 0,959 мг/кг), чем у людей в возрасте до 15 лет (в среднем – 0,229 мг/кг) и у людей в возрасте от 16 до 29 лет (в среднем – 0,193) (табл. 2).

Таблица 2

Содержание ртути у жителей разных возрастных групп

Возрастная группа	Содержание ртути
Младше 15 лет	$0,229 \pm 0,029^a$ 0,001 – 2,748 (151)
16 – 29 лет	$0,193 \pm 0,013^a$ 0,001 – 4,003 (553)
30 – 44 лет	$0,659 \pm 0,059^b$ 0,049 – 3,976 (163)
Старше 45 лет	$0,959 \pm 0,09^c$ 0,001 – 6,559 (137)

Примечание: над чертой приведены средние значения и их ошибки ($x \pm mx$), под чертой – минимальные и максимальные значения показателя (n); a, b, c – значения с разными буквенными надстрочными индексами достоверно различаются между возрастными группами (в столбцах), при уровне значимости $p \leq 0,05$ (ANOVA- тест).

Установлены достоверные различия содержание ртути в волосах людей в зависимости от частоты употребления рыбы в пищу. Чем чаще употребляют люди рыбу в пищу, тем больше содержание ртути определено в волосах. Значение содержание ртути в волосах людей, которые употребляют рыбу несколько раз в неделю, составляет $0,909 \pm 0,139$, это в 4 раза больше, чем среднее содержание ртути в волосах людей, которые употребляют рыбу менее 1 раза в месяц ($0,156 \pm 0,016$) (табл. 3).

Таблица 3

Содержание ртути у жителей в зависимости от частоты употребления рыбы в пищу

Частота употребления рыбы в пищу	Содержание ртути
Менее 1 раза в месяц	$0,156 \pm 0,016^a$ 0,001 – 2,339 (244)
1 – 2 раза в месяц	$0,377 \pm 0,029^b$ 0,001 – 5,018 (427)
1 раз в неделю	$0,618 \pm 0,052^c$ 0,001 – 4,419 (208)
Несколько раз в неделю	$0,909 \pm 0,139^d$ 0,001 – 6,559 (61)

Примечание: над чертой приведены средние значения и их ошибки ($x \pm mx$), под чертой – минимальные и максимальные значения показателя (n); a, b, c, d – значения с разными буквенными надстрочными индексами достоверно различаются между возрастными группами (в столбцах), при уровне значимости $p \leq 0,05$ (ANOVA- тест).

Таким образом, среднее содержание ртути у жителей Вологодской области составляет 0,379 мг/кг, которое ниже принятых в РФ фоновых уровней ртути в

волосах людей (до 1 мг/кг). Минимальные значения определены у жителей п. Шексны, а максимальные значения у жителей Кирилловского района.

Содержание ртути достоверно различается по возрасту. У людей, которые старше 45 лет, среднее содержание ртути в 4 раза больше, чем у людей младше 30 лет.

Чем чаще люди употребляют рыбу в пищу, тем больше содержание ртути обнаружено в их волосах.

1. ВОЗ. Метилруть. Гигиенические критерии состояния окружающей среды 101. Медицина. 1993.

2. Ориентировочные фоновые и допустимые биологические уровни некоторых тяжелых металлов в биосубстратах у населения, не имеющего с ними профессионального контакта. Критерии оценки экологической обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия. Приложение 1.

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОД РЕКИ СУХОНЫ ПО ГИДРОХИМИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

Ю.В. Машихина

Научные руководители: *Л.Г. Рувина*, д-р биол. наук, профессор
Г.А. Тихановская, канд. биол. наук, доцент
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Сухона – крупнейшая и самая длинная река в Вологодской области, левая и основная составляющая Северной Двины. Её длина – 558 км, площадь бассейна – 50,3 тыс. км. Основными источниками загрязнения реки являются сточные воды деревообрабатывающей, целлюлозно-бумажной промышленности, жилищно-коммунального и сельского хозяйства [1].

Цель исследования – оценить экологическое состояние вод реки Сухоны по гидрохимическим показателям.

Задачи: проанализировать динамику химического загрязнения и установить приоритетные загрязнители вод реки Сухоны.

Исходными данными для проведения исследования послужили величины удельного комбинаторного индекса загрязнения вод (далее УКИЗВ) и данные о содержании приоритетных загрязнителей в водах реки Сухоны, опубликованные в Докладах о состоянии и охране окружающей среды Вологодской области с 2006 по 2015 гг. [2].

В результате анализа рядов динамики химического загрязнения вод реки Сухоны по величине УКИЗВ за период с 2006 по 2015 год было выявлено, что в верхнем течении реки (пункты отбора проб: г. Сокол, 1 км выше сброса ст. вод РМЗ; 2 км ниже г. Сокол; выше и ниже впадения р. Пельшмы) качество

вод постепенно снижается, начиная с 2009 года (рис. 1). В пунктах отбора г. Сокола 1 км выше сброса сточных вод РМЗ и 2 км ниже г. Сокола в 2014-2015 гг. наблюдается незначительное повышение качества вод.

В нижнем и среднем течении реки (пункты отбора проб: выше и ниже г. Тотьма, 3 км выше г. Великий Устюг) определенной тенденции выявлено не было (рис. 2). За период с 2006 по 2009 год наблюдалось значительное повышение качества вод, с 2009 по 2013 год качество вод снижалось и с 2014 года колебалось в пределах 3,7-4,5 по УКИЗВ.

В 2015 году воды реки Сухона во всех пунктах отбора проб характеризовались 4 классом (категория «грязная») качества вод по УКИЗВ.

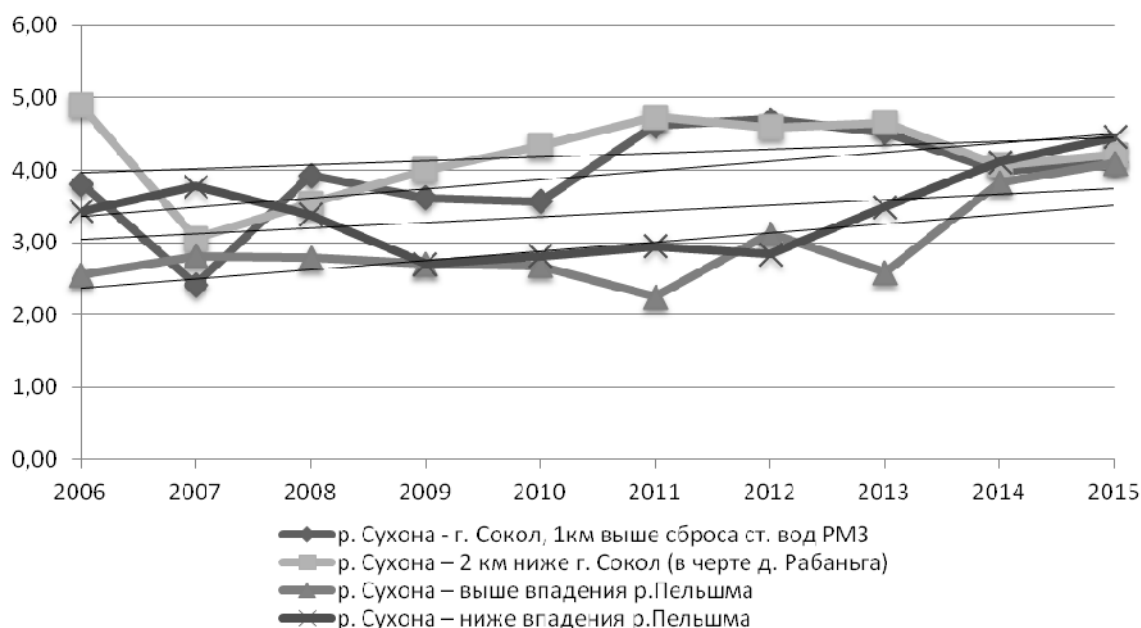


Рис. 1. Динамика качества вод по УКИЗВ, верхнее течение р. Сухоны

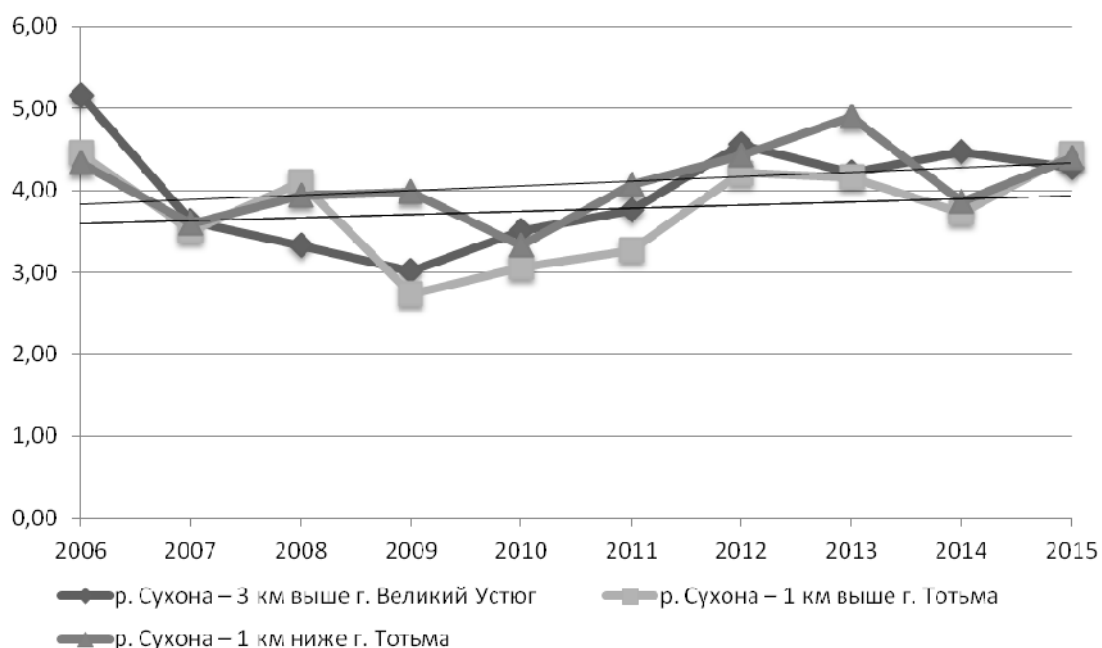


Рис. 2. Динамика качества вод по УКИЗВ, среднее и нижнее течение р. Сухоны

Характерными загрязняющими веществами вод р. Сухона в верхнем течении (пункты отбора проб: г. Сокол, 1 км выше сброса ст. вод РМЗ; 2 км ниже г. Сокол; выше и ниже впадения р. Пельшма) являются сульфаты, вещества азотной группы (аммоний и нитриты), марганец, фенолы, лигносульфонаты (таблица 1). Содержание веществ азотной группы в водах реки является следствием поступления сточных вод с очистных сооружений канализации г. Вологды через реку Вологду, являющуюся притоком р. Сухоны. Содержание фенолов и лигносульфонатов является следствием сброса недостаточно очищенных сточных вод предприятий целлюлозно-бумажной промышленности в реку Пельшму, являющуюся притоком р. Сухоны.

Характерными загрязняющими веществами вод р. Сухоны в среднем и нижнем течении (пункты отбора проб: выше и ниже г. Тотьма, 3 км выше г. Великий Устюг) являются сульфаты, нитриты, никель, алюминий, марганец (таблица).

Повсеместное повышенное содержание в водах реки Сухоны меди, цинка, железа и органических веществ обусловлено природными факторами: характеристиками подстилающей поверхности, водовмещающих грунтов и особенностями гидрохимической миграции элементов.

Таблица

Характерные загрязняющие вещества вод реки Сухона

Гидрохимические показатели	г. Сокол, 1 км выше сброса ст. вод РМЗ	2 км ниже г. Сокола (в черте д. Рабаньга)	выше впадения р. Пельшма	ниже впадения р. Пельшма	1 км выше г. Тотьма	1 км ниже г. Тотьма	3 км выше г. Великий Устюг
SO ₄	1,1 ПДК	1,1 ПДК	1,4 ПДК	1,1 ПДК	1,4 ПДК	1,2 ПДК	1,4 ПДК
ХПК	3,4 ПДК	3,5 ПДК	4,1 ПДК	4,3 ПДК	4,4 ПДК	4,4 ПДК	4,1 ПДК
БПК ₅	1,6 ПДК	1,3 ПДК	1,6 ПДК	2,1 ПДК	2,3 ПДК	2,4 ПДК	1,4 ПДК
NO ₂	-	1,3 ПДК	2,0 ПДК	1,3 ПДК	1,9 ПДК	2,3 ПДК	1,8 ПДК
Fe	1,3 ПДК	1,7 ПДК	1,8 ПДК	1,8 ПДК	4,8 ПДК	4,5 ПДК	2,5 ПДК
Cu	2,5 ПДК	2,1 ПДК	-	-	2,3 ПДК	2,5 ПДК	2,1 ПДК
Zn	2,6 ПДК	2,1 ПДК	-	-	1,9 ПДК	2 ПДК	1,7 ПДК
Ni	-	-	-	-	-	-	1,6 ПДК
Al	-	-	-	-	-	-	1,7 ПДК
Mn	3,9 ПДК	7,8 ПДК	4,4 ПДК	6,6 ПДК	-	-	4,8 ПДК
фенолы	3,0 ПДК	3,0 ПДК	3,0 ПДК	3,0 ПДК	-	-	-
NH ₄	-	-	1,2 ПДК	1,2 ПДК	-	-	-
лигносульфонаты	-	-	2,6 ПДК	2,6 ПДК	-	-	-

В результате оценки экологического состояния вод реки Сухоны было установлено, что исследуемый водоток подвергается усиливающемуся антропогенному воздействию. Некоторые улучшения экологического состояния реки наблюдаются в годы экономических кризисов (2008-2009 гг., 2013-2014 гг.), что связано со снижением производства. В верхнем течении реки характерными загрязняющими веществами являются сульфаты, вещества азотной группы (аммоний и нитриты), марганец, фенолы, лигносульфонаты. В нижнем и среднем течении – сульфаты, нитриты, никель, алюминий, марганец. Повышенное содержание в водах реки меди, цинка, железа и органических веществ обусловлено природными факторами. Основными источниками поступления загрязняющих веществ являются сточные воды деревообрабатывающей, целлюлозно-бумажной промышленности, жилищно-коммунального и сельского хозяйства.

1. Воробьёв Г. А. Сухона // Вологодская энциклопедия / гл. ред. Г. В. Судаков. – Вологда: Русь, 2006. – С. 463

2. Доклады о состоянии и охране окружающей среды Вологодской области в 2006-2015 году / Правительство Вологодской области, Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды Вологодской области – Вологда, 2007-2016.

СОСТОЯНИЕ ГИДРОЛЕСОМЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ РАЙОНОВ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Ю.А. Орсичева

Научный руководитель А.С. Новосёлов, канд. с.-х. наук, доцент
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Леса северных и северо-западных областей России в значительной степени заболочены. Заболоченность (в %) в Псковской области – 51, Архангельской области – 45, Ленинградской – 44, Вологодской – 41, республике Коми – 40 [1]. Из 41% заболоченных лесов Вологодской области только около 1% осушено. Гидролесомелиорация заметно улучшает товарную структуру древесины, расширяются лесные площади за счёт облесения болот, создаются благоприятные условия для увеличения заготовки сосновой живицы и побочного пользования лесом (сбор дикорастущих ягод и грибов). Есть и отрицательные моменты в проведении лесосушительных мероприятий: возможно возникновение бобровых плотин и вторичное заболачивание.

Тем не менее, богатый лесной фонд требует освоения. Для обеспечения будущих поколений лесными ресурсами Россия должна иметь долгосрочную

национальную программу их расширенного воспроизводства, в которой приоритетное место должна занять лесосушительная мелиорация. Промедление с работами по капитальному ремонту и реконструкции лесосушительных систем, значительная часть которых находится в плохом и неудовлетворительном состоянии, чревато реальной угрозой потерять плоды лесосушения – труды нескольких поколений лесоводов и мелиораторов [2].

Цель исследования – изучить состояние гидролесомелиоративных систем в Сокольском и Кирилловском районах Вологодской области.

Объекты исследования были подобраны в Сокольском и Кирилловском лесничествах Вологодской области. На них были произведены замеры таких параметров, как: глубина, рабочая глубина (от уровня воды до бровки), ширина каналов по верху и по низу, проанализировано состояние каналов и степень зарастания бровок и откосов.

По собранному материалу была проведена камеральная обработка, основные статистические показатели вариационного ряда представлены в таблице. По усредненным показателям были построены диаграммы (рисунок 1, 2).

При исследовании осушительных каналов в Сокольском государственном лесничестве прослеживается удовлетворительное состояние. На части объектов в Сокольском районе по состоянию каналов можно заключить, что недавно были проведены лесоводственные работы, так как состояние хорошее. Один из объектов находится на сильно обводненном участке, состояние каналов на нем неудовлетворительное.

В Кирилловском государственном лесничестве состояние гидролесомелиоративных систем неоднозначно. На некоторых каналах прослеживается удовлетворительное, и даже хорошее состояние, на других – крайне неудовлетворительное. Возможно, прочистка каналов проводилась выборочно. Ещё одной причиной может служить гидрологический режим. Характер понижения уровня грунтовых вод на объектах гидролесомелиорации неоднороден.

Таблица

Основные статистические показатели вариационного ряда

Лесничество	Каналы	Показатель	Среднее значение, м	Ошибка среднего значения ($\pm$)	Средне квадратичное отклонение	Коэффициент изменчивости, %	Точность опыта, %	Достоверность среднего значения
Сокол	Регулирующие	Глубина	0,83	0,05	0,32	38,81	6,14	16,30
		Рабочая глубина	0,80	0,05	0,34	42,37	6,70	14,93
		Ширина по верху	3,76	0,21	1,35	35,94	5,68	17,60
		Ширина по низу	0,53	0,04	0,24	45,62	7,21	13,86

Окончание таблицы

Лесничество	Каналы	Показатель	Среднее значение, м	Ошибка среднего значения ($\pm$)	Средне квадратичное отклонение	Коэффициент изменчивости, %	Точность опыта, %	Достоверность среднего значения
Сокольское	Транспортирующие	Глубина	0,73	0,02	0,14	19,32	3,05	32,74
		Рабочая глубина	0,71	0,02	0,15	20,40	3,23	31,01
		Ширина по верху	3,48	0,13	0,82	23,56	3,73	26,84
		Ширина по низу	0,66	0,02	0,12	18,73	2,96	33,77
	Регулирующие	Глубина	0,47	0,03	0,17	35,90	5,68	17,62
		Рабочая глубина	0,43	0,03	0,19	45,18	7,14	14,00
		Ширина по верху	2,50	0,07	0,42	16,71	2,64	37,86
		Ширина по низу	0,51	0,02	0,15	29,73	4,70	21,27
Кирилловское	Транспортирующие	Глубина	0,49	0,02	0,14	28,82	4,56	21,95
		Рабочая глубина	0,39	0,03	0,17	44,51	7,04	14,21
		Ширина по верху	2,56	0,08	0,50	19,67	3,11	32,15
		Ширина по низу	0,67	0,03	0,21	31,05	4,91	20,37

Исходя из данных таблицы, максимальная изменчивость наблюдается у показателей регулирующих каналов в Сокольском лесничестве, минимальная – у транспортирующих в Сокольском государственном лесничестве. Все показатели на объектах имеют точность опыта до 10%, что говорит о достоверности собранных данных.

По среднему значению регулирующих каналов (рисунок 1) видно, что глубина, рабочая глубина и ширина каналов по низу превосходит в Сокольском лесничестве более чем в 1,5 раза. Ширина каналов по верху в обоих лесничествах примерно на одном уровне.

По усреднённому значению транспортирующих каналов (рисунок 2) заметно, что глубина, рабочая глубина и ширина каналов по низу в Сокольском лесничестве больше, чем в Кирилловском (более чем в 1,3 раза). Ширина каналов по верху в обоих лесничествах одинаковая.

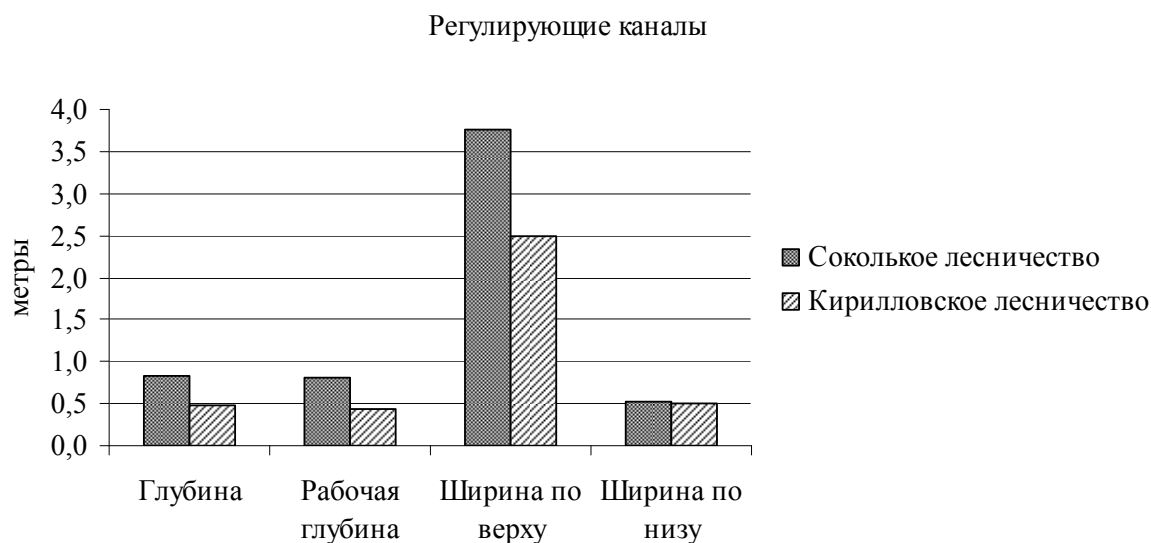


Рис. 1. Основные показатели регулирующих каналов

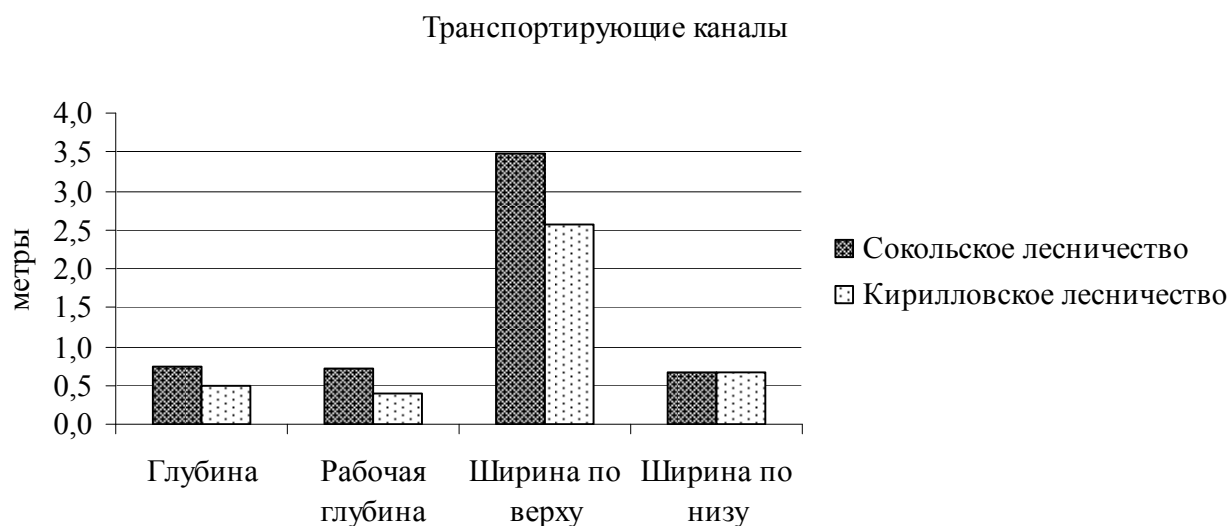


Рис. 2. Основные показатели транспортирующих каналов

Таким образом, можно **заключить** следующее. По усреднённым статистическим данным регулирующих каналов показатели в Сокольском государственном лесничестве больше, чем в Кирилловском: глубина каналов – на 43 %, рабочая глубина – на 46 %, ширина по верху каналов – на 34 %, ширина по низу – на 4 %.

По средним показателям транспортирующих каналов глубина в Сокольском лесничестве больше – на 33 %, рабочая глубина – на 45 %, ширина по верху каналов – на 26 %, чем в Кирилловском. Ширина каналов по низу имеют примерно одинаковые значения.

В Кирилловском государственном лесничестве состояние осушительных каналов в целом менее работоспособно, чем в Сокольском. В обоих районах

необходим уход за сетью гидролесомелиоративных каналов, но большее внимание стоит уделить осушителям в Кирилловском лесничестве.

1. Соколов, Н. Н. Гидротехнические мелиорации. Происхождение, характеристика классификация болот: учеб. пособие / Н. Н. Соколов, А. А. Бахтин. – Архангельск: Изд. Арханг. гос. техн. ун-та, 2006. – 100 с.

2. Константинов, В. К. Состояние осушаемых земель и современные проблемы гидролесомелиорации / В. К. Константинов // Лесные ресурсы таежной зоны России: проблемы лесопользования и лесовосстановления: Материалы Всероссийской научной конференции с международным участием. – 2009. – С. 38-41.

АНАЛИЗ РАБОТЫ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ СХПК «ПЛЕМПТИЦА-МОЖАЙСКОЕ»

П.В. Филатова

*Научный руководитель Л.Г. Рувина, д-р биол. наук, профессор
Вологодский государственный университет
г. Вологда*

В настоящее время в связи с реконструкцией птицеводческих комплексов и увеличением платежей за загрязнение окружающей среды перед природопользователями стоит важная задача прекращения сброса в водоемы неочищенных или недостаточно очищенных сточных вод, поступающих от птицефабрик [1].

Существует ряд проблем эффективной очистки сточных вод птицеводческих комплексов:

- ненадлежащее качество оборудования очистных сооружений канализации;
- неоднородность состава сточных вод;
- содержание в сточных водах отдельных химических элементов, характерных для птицеводства;
- высокая концентрация в сточных водах механических и органических включений.

Цель исследования – провести анализ работы очистных сооружений СХПК «Племптица-Можайское».

Для достижения цели были решены следующие задачи:

1. Изучена структура и состав стоков, поступающих на очистные сооружения СХПК «Племптица-Можайское».
2. Выявлены основные проблемы, связанные с неэффективной работой очистных сооружений и пути их решения

Очистные сооружения СХПК «Племптица-Можайское», выбранные объектом исследования, имеют ряд особенностей, главными из которых являются:

- а) поступление на очистные сооружения сточных вод предприятия птицеводства и бытовых стоков поселка Можайское, а также стоков животноводства от СХПК «Пригородный»;
- б) устаревшее оборудование очистных сооружений канализации;
- в) повышенное содержание соединений железа в сточных водах, поступающий на очистные сооружения из-за ненадлежащего качества канализационных труб.

Все эти факторы усложняют решение задачи эффективной очистки сточных вод, поступающих на очистные сооружения СХПК «Племптица-Можайское».

Стоки на СХПК «Племптица-Можайское» образуются в результате сброса воды из системы поения птицы, после мойки птицеводческих помещений, после переработки птицы в убойном и колбасном цехе.

Очистные сооружения СХПК «Племптица-Можайское» включают приемную камеру, песколовки, осветлители, аэротенки, метантенки, вторичные отстойники, биопруды (рисунок). Далее сброс очищенных вод осуществляется в приток реки Шограш – ручей Прудовка.

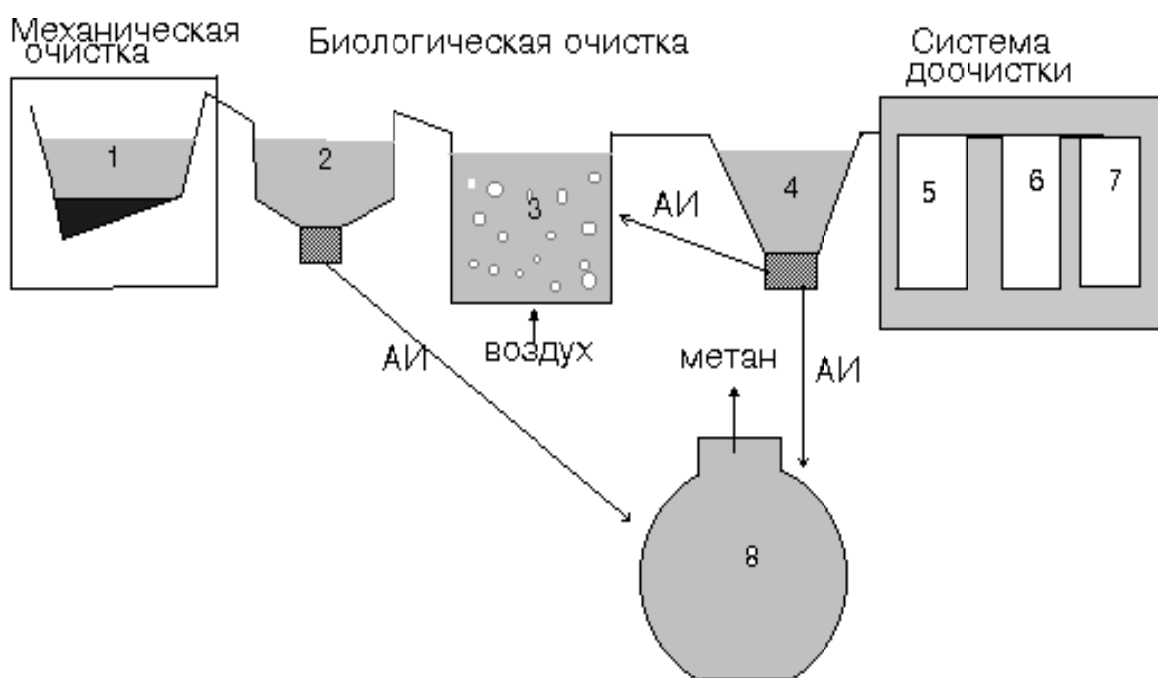


Рис. Схема очистных сооружений канализации СХПК «Племптица-Можайское»:
 1- пескоуловители, 2-первичные отстойники, 3- аэротенк, 4- вторичные отстойники,
 5- биологические пруды, 6- осветлители, 7- реакгентная обработка, 8 –метантенк,
 АИ – активный ил.

По степени загрязнённости сточные воды птицеводства превосходят хозяйственно-бытовые, так как содержат патогенную и условно-патогенную

микрофлору, грибы, а также яйца гельминтов. В связи с этим проводится обязательная процедура обеззараживания вод хлором.

В качестве реагентов применяют хлорное железо FeCl_3 , сернокислое железо $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$. Корректировку водородного показателя сточной воды производят с помощью щелочи, для ускорения хлопьеобразования используют флокулянты, как правило, анионного типа.

Рабочие дозы хлорного или сернокислого железа достигают 150 – 450 мг/дм³, доза флокулянта – 6 – 10 мг/дм³. Щелочь вводят для поддержания pH сточной воды на уровне 6,5 – 7,5.

Исследованиями ученых установлено, что продукты, образующиеся в процессе хлорирования содержащей органику воды оказывают токсичное действие для живых организмов.

По результатам проведенных в аккредитованной лаборатории по заказу руководства предприятия анализов проб, взятых в месте выпуска сточных вод в ручей Прудовка, установлено, что имеет место некоторое превышение концентрации соединений железа и аммония, что подтверждает недостаточную эффективность работы очистных сооружений СХПК «Племптица-Можайское».

Существует несколько технологий удаления соединений железа из сточных вод. Наиболее распространенные из них простое и каталитическое окисление.

Так как первый метод уже применяется на данных сооружениях и, как видно из результатов проведенных анализов, недостаточно эффективен, предлагается использовать метод каталитического окисления с применением перманганата калия (KMnO_4), так как метод не требует больших денежных и временных затрат.

Проведенный анализ показал, что основными направлениями совершенствования очистных сооружений являются:

- применение метода каталитического окисления для удаления соединений железа из сточных вод;
- удаление крупных твердых частиц за счет установления решеток;
- увеличение продолжительности пребывания сточной воды в аэротенке для завершения процесса нитрификации;
- постепенная замена оборудования очистных сооружений.

Таким образом, проведенный анализ позволил выявить основные проблемы работы очистных сооружений СХПК «Племптица-Можайское» и пути их решения.

1. Соколов, Л. И. Особенности очистки сточных вод птицефабрик / Л. И. Соколов, А. В. Смирнов // Вузовская наука – региону: третья регион. межвуз. науч.-техн. конф., 27–28 февраля 2002 г. / ВоГТУ. – Вологда, 2002. – С. 153 –154.

ЭКОЛОГО-СОЦИАЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЧЕРЕПОВЕЦКОГО РАЙОНА

А.А. Шемякина

*Научный руководитель Л.Г. Рувина, д-р биол. наук, профессор
Вологодский государственный университет
г. Вологда*

Одним из важных аспектов жизни населения любого региона является эколого-социальная характеристика региона. Целью исследования является анализ эколого-социального состояния Череповецкого района.

Череповецкий район расположен на юго-западе Вологодской области (рисунок). Площадь района составляет 7668 квадратных километров. Южной частью район примыкает к Рыбинскому водохранилищу, а город Череповец находится в приустьевой части реки Шексны, которая вместе с Рыбинским водохранилищем входит в состав Волго-Балтийского водного пути.

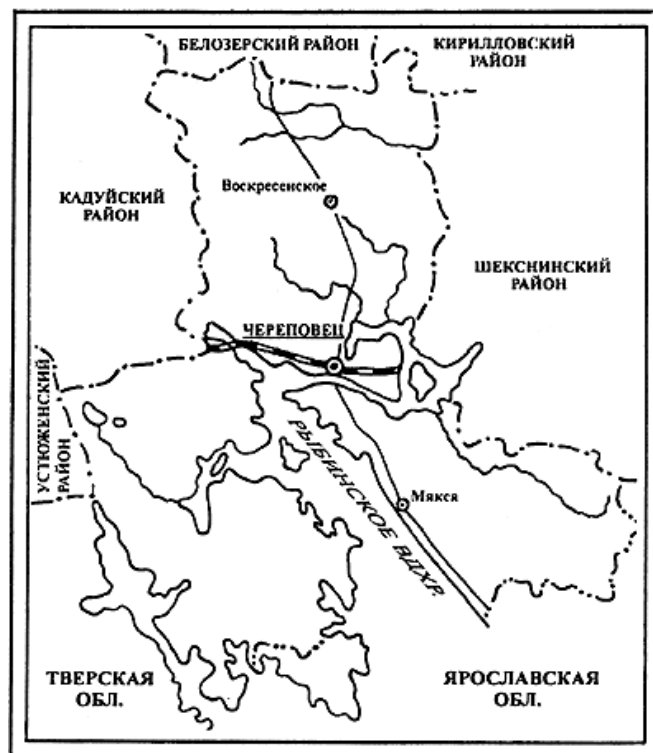


Рис. Географическое положение Череповецкого района [1]

Современный рельеф Череповецкого района связан с деятельностью ледника, ледниковых вод, рек и аккумуляцией биогенных отложений. Поверхность района полого наклонена в южном и юго-западном направлениях. Несмотря на то, что это равнинная территория, колебания высот здесь весьма значительны – около 170 метров (от 102 до 270 метров над уровнем моря).

Территория Череповецкого района принадлежит Верхне-Волжскому бассейну. Здесь протекают в своем нижнем течении наиболее крупные реки западной части Вологодской области – Шексна, Суда, Молога.

Район расположен в зоне с умеренно континентальным климатом, для которой характерно умеренно-теплое лето (среднемесячная температура июля +17С) и умеренно-холодная зима (среднемесячная температура января –11С).

Для Череповецкого района характерно избыточное увлажнение, среднегодовое количество осадков составляет порядка 700-800 мм [1].

Почвы на территории района торфо-болотные и подзолисто-болотные. По механическому составу наиболее распространены легкосуглинистые и супесчаные. Пахотные земли расположены в основном на дерново- подзолистых почвах.

Климатические условия в целом благоприятны для жизнедеятельности человека, его труда и отдыха, нет резких территориальных контрастов.

Огромное значение для района имеют Дарвинский государственный природный биосферный заповедник и Рыбинское водохранилище как объекты, выполняющие эколого-компенсационные и рекреационные функции. Водохранилище также имеет большое рыбохозяйственное и транспортнологистическое значение.

По состоянию на 1 января 2015 года в Череповецком районе проживало 40 000 человек, все население района сельское. Общие данные представлены в таблице [2].

Таблица

Демографические показатели Череповецкого района (2011-2016 гг.)

Показатель	2011	2012	2013	2014	2015	2016 (оценка)
Численность населения, чел.	40710	40350	40530	40133	40000	39630
Рождаемость, чел.	492	497	538	540	380	500
Смертность, чел.	641	648	720	680	590	650
Естественный прирост, чел.	-149	-151	-182	-140	-210	-150
Миграционный прирост, чел.	-171	319	-126	-150	-160	-150
Трудоспособное население, чел.	2387	23105	22768	22106	21612	21300
Численность безработных, чел.	267	271	237	230	300	250

Социально-демографическая ситуация в районе на протяжении 5-ти лет не претерпела существенных изменений. В перспективе ожидается некоторое

снижение численности населения, в т.ч. трудоспособного, в связи с миграцией в г. Череповце. Уровень безработицы в районе стабилен и не превышает 1,3% от численности трудоспособного населения. По данным Всероссийской переписи населения 2010 года высшее образование имеют 12,7% населения, профессиональное (среднее и начальное) – 36,9%, среднее (полное и общее) – 39,5%, не имеют начального образования 0,8%.

Средняя заработная плата по району демонстрирует неуклонный рост на протяжении всего рассматриваемого периода. В 2015 году средняя заработная плата по Череповецкому району без учета малого предпринимательства согласно данным Вологдастата составила 26 935,0 руб. (81,2% от средней заработной платы по региону) [2].

Социальная сфера Череповецкого района включает в себя: образование, здравоохранение, социальную защиту населения, культуру, физическую культуру и спорт.

Сеть образовательных учреждений района включает в себя:

- 19 дошкольных образовательных учреждений;
- 17 общеобразовательных учреждений (11 средних школ, 6 основных школ);
- 4 учреждения дополнительного образования.

Сеть лечебных учреждений района включает в себя:

- БУЗ ВО «Центральная районная поликлиника»;
- 2 районные больницы (п. Тоншалово и п. Суда); – 1 больницу сестринского ухода;
- 7 амбулаторий;
- 27 фельдшерских аппаратных пунктов.

Коечный фонд представлен 19 койками круглосуточного пребывания, 30 койками сестринского ухода, 60 койками дневного стационара. Специализированную стационарную медицинскую помощь населению района так же оказывают лечебные учреждения г. Череповца и Вологодской области.

В 2016 году на территории района функционируют 3 муниципальных учреждения социального обслуживания населения: «Комплексный центр социального обслуживания населения «ЛАД», «Социальный приют для детей», «Центр помощи детям, оставшимся без попечения родителей».

В учреждениях культуры района действует 427 клубных формирований, насчитывающих более 8 тысяч участников. В последние пять лет количество проведенных культурно-массовых и информационно-просветительских мероприятий находится на стабильно высоком уровне и составляет более 8 тысяч мероприятий в год.

Таким образом, проведя анализ эколого-социальной характеристики Череповецкого района, можно сказать, что, несмотря на развитую промышленность в регионе, эколого-социальные показатели благоприятны для жизни населения.

1. Природа края. Очерки природы Череповецкого района / Г. А. Воробьев, В. И. Гаркуша, Д. Ф. Семенов [и др.]. – Вологда, 2013. – 205 с.
2. Официальный сайт Череповецкого муниципального района [Электронный ресурс]: офиц. сайт – Режим доступа: <http://www.cherra.ru/>

РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ОБРАЩЕНИЮ С ТВЕРДЫМИ КОММУНАЛЬНЫМИ ОТХОДАМИ ДЛЯ НЮКСЕНСКОГО МУНИЦИПАЛЬНОГО РАЙОНА

Е.Р. Шибалова

*Научный руководитель О.И. Лихачева, старший преподаватель
Вологодский государственный университет
г. Вологда*

Безопасное обращение с отходами относится к важным экологическим задачам. Твердые коммунальные отходы (ТКО) имеют двойственный характер, согласно которому, с одной стороны, это источник загрязнения окружающей среды вредными и опасными веществами, а с точки зрения сырьевого потенциала – богатый неиспользуемый ресурс и один из самых экономичных видов сырья.

Цель работы – разработка мероприятий по обращению с твердыми коммунальными отходами для Нюксенского муниципального района.

Для достижения указанной цели ставятся следующие задачи:

1. Изучить существующую систему обращения с ТКО, выявить ее недостатки.
2. Выполнить аналитический обзор нормативных документов в сфере обращения с ТКО и методов их обезвреживания.
3. Разработать мероприятия по обращению с ТКО для Нюксенского муниципального района, с целью снижения негативного воздействия отходов на окружающую среду.

Объектом работы является Нюксенский муниципальный район.

Предметом – обращение с твердыми коммунальными отходами.

При выполнении работы применялись эмпирические и теоретические методы: системного анализа, обобщения, описания, сравнения.

Практическая значимость работы заключается в возможности применения полученных выводов и результатов при создании экологически безопасной схемы обращения с ТКО на территории Нюксенского района.

Район расположен в северо-восточной части Вологодской области. Административный центр – с. Нюксеница. В состав района входит 4 сельских поселения: Востровское, Городищенское, Игмасское и Нюксенское [1].

В настоящее время элементами системы обращения с твердыми коммунальными отходами на территории Нюксенского муниципального района являются: сбор, транспортировка и захоронение.

Основными источниками образования твердых коммунальных отходов на территории района является жилой сектор – 55%.

Данные об объемах образования ТКО за период с 2008 по 2014 гг. представлены в таблице 1.

Таблица 1

**Объёмы образования твердых коммунальных отходов
на территории Нюксенского района**

Год	ТКО предприятий, м ³	ТКО, населения м ³	Итого, м ³
2008	3695,7	3505	7200,7
2009	3129,41	5633	8762,41
2010	4162,32	5845,75	10008,1
2011	5547,57	5224	10771,6
2012	8192,36	8245,15	16437,5
2013	10481,8	11409,4	21891,2
2014	8580,13	12008,4	20588,6

Для выявления причин роста объемов ТКО от жилого сектора мы сравнили объемы образования ТКО с численностью населения на данный период времени и пришли к выводу, что объем образования отходов не зависит от численности населения, а одной из причин увеличения объема образования ТКО можно считать увеличение ассортимента упаковочных материалов. Результаты представлены на рисунке.

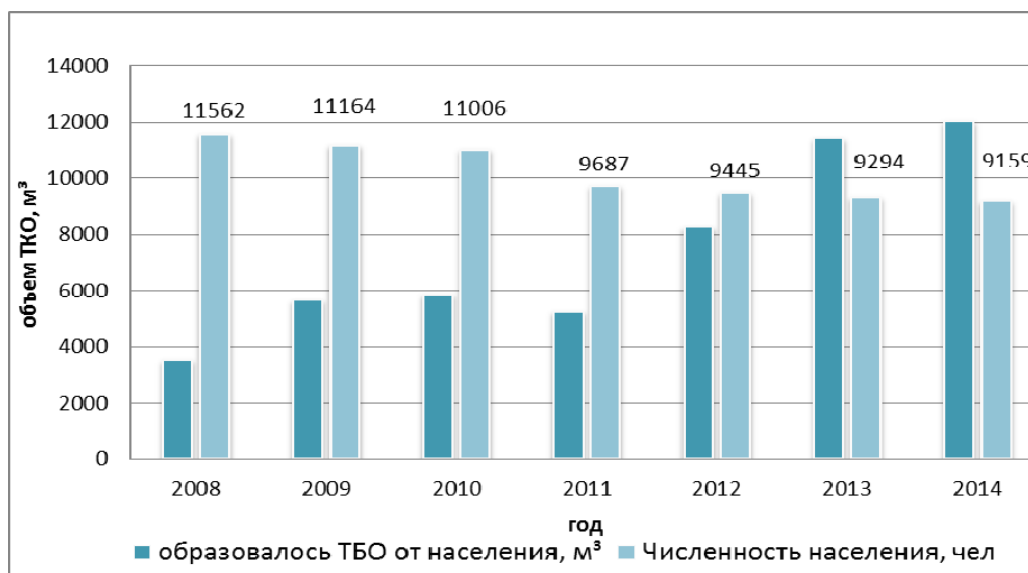


Рис. Объем образования ТКО и численность населения на данный период времени

Весь объем образующихся ТКО размещается на 10 объектах (свалках). Единственным объектом захоронения твердых коммунальных отходов, внесенным в государственный реестр объектов размещения отходов (ГРОРО), в

Нюксенском муниципальном районе является полигон Нюксенского муниципального образования. Не предусмотрен существующими нормативными актами и не осуществляется отдельный сбор ТКО. Система сбора крупногабаритных отходов развита только в районном центре, а в остальных населенных пунктах полностью отсутствует.

Важным шагом при разработке мероприятий по управлению сферой обращения с ТКО является прогнозирование объемов образования ТКО.

Для определения количества образующихся отходов нами выполнены независимые друг от друга расчеты:

1. Определен объем образования отходов без учета выделения отдельных фракций.

2. Определен объем образования отходов с учетом отдельного сбора.

Перспективной прогнозный объем образования ТКО на 2035 год, без учета выделения отдельных фракций, составит 14 тыс. т/год.

Прогнозное значение вторичных ресурсов, которые могут быть вовлечены в хозяйственный оборот в муниципальных образованиях, на основании полученных результатов, представлено в таблице 2.

Таблица 2

**Прогнозное значение ежегодно вовлекаемых вторичных ресурсов
в хозяйственный оборот в муниципальных образованиях**

Муниципальное образование	Средняя численность населения, чел.	Количество потенциально выделяемых отходов, т			
		бумага/картон	металл	пластики и композиты	стекло
Нюксенское МО	5715	859	140	780	687
Гордищенское МО	2015	303	51	275	242
Игмасское СП	646	97	17	88	78
Востровское СП	783	120	20	107	94

Полученные результаты подтверждают, что внедрение отдельного сбора отходов для Нюксенского муниципального района экономически эффективно.

Для оптимизации системы обращения с ТКО в Нюксенском муниципальном районе мы предлагаем следующие технологические и конструктивные решения:

1. Введение системы отдельного сбора во всех населенных пунктах.
2. Выполнение комплекса работ по оформлению мест сбора ТКО. Установка контейнеров для отдельного сбора стекла, бумаги и пластика в с. Нюксеница и с. Городища.
3. Организация передвижных пунктов приема вторсырья малых деревень.
4. Строительство полигона захоронения ТКО в с. Городища.

Из проведенных исследований следует, что разработанные мероприятия позволят значительно улучшить санитарно-эпидемиологическую обстановку на территории Нюксенского муниципального района.

1. Паспорт Нюксенского муниципального района [Электронный ресурс]: офиц. сайт. – Режим доступа: http://nyuksenitsa.ru/nash-rayon/pasport_rayona.

2. Об отходах производства и потребления [Электронный ресурс]: федер. закон от 24.06.1998 № 89-ФЗ // Гарант-сервис: справ.-правовая система / компания «Гарант-сервис».

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ГРЯЗОВЕЦКОГО ЛЕСХОЗА ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Е.Г. Шутова

Научный руководитель В.П. Уханов, канд. геогр. наук, доцент

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Одним из актуальных направлений развития лесного комплекса является экологизация деятельности лесохозяйственных организаций. Это направление рассмотрено на примере одного из лесхозов Вологодской области.

Целью исследования был анализ состава лесного фонда Грязовецкого лесхоза и основных аспектов лесохозяйственной и лесоохранной деятельности этой организации. Для достижения цели были решены следующие задачи:

- проведен анализ лесов по породам, возрасту, бонитету и запасам;
- охарактеризованы основные направления лесохозяйственной деятельности, как отвод лесов под эксплуатационную лесозаготовку, выборочные рубки ухода, лесозащитные и лесовосстановительные работы;
- проанализированы особенности сети особо охраняемых природных территорий (ООПТ) Грязовецкого лесхоза;
- предложены участки для обследования с целью последующего создания ООПТ регионального значения.

Грязовецкий лесхоз находится в одноименном муниципальном районе. Лесхоз включает в себя шесть подразделений – лесничеств: Грязовецкое, Монзенское, Минькинское, Сеньговское, Восьинское, Лежское [1].

Общая площадь земель лесного фонда лесхоза составляет 207869,0 га. Лесные земли занимают около 95,0% его площади. Эти показатели характеризуют лесной фонд и объемы производственной деятельности лесхоза. В целях увеличения лесопокрытых площадей, общего запаса древесины и снижения площадей, подлежащих лесовосстановлению, необходимо увеличить объ-

ем лесовосстановительных работ и обязательно обеспечить при разработке лесосек сохранение благонадежного подроста.

Таблица 1

Основные характеристики лесов Грязовецкого лесхоза[1]

Владельцы лесов	Лесной фонд, тыс. га		Общий запас древесины, млн м ³			Расчетная лесосека, тыс. м ³	
	Общая площадь	Покрытая лесом	Всего	Спелых и престойных		Всего	В том числе хвойных
				всего	В том числе хвойных		
Грязовецкий лесхоз	207,9	194,8	42,6	30,4	2,9	594,1	83,7
Доля лесхоза в Грязовецком районе, в %	54,5	53,6	53,6	62,7	67,4	16,5	7,0

В соответствии с экономическим, экологическим и социальным значением лесного фонда Грязовецкого лесхоза для дифференцированного ведения лесного хозяйства его леса разделены на защитные и эксплуатационные. Они составляют от территории лесхоза 19,0 и 81,0 %, соответственно [1]. Эксплуатационные леса подлежат освоению в целях устойчивого, максимально эффективного получения высококачественной древесины и других лесных ресурсов, продуктов их переработки с обеспечением сохранения полезных функций лесов.

Породный состав лесов характеризуется четырьмя основными лесообразующими породами: береза (60,0 %), ель (15, 0 %), осина (12, 0%), сосна (10,0 %) [1]. Большой удельный вес березы в лесах лесхоза объясняется её хорошей способностью возобновляться семенами и вегетативно. При обильном плодоношении она заселяет вырубki и гари, сменяя хвойные породы, поселяется на заброшенных пашнях и неиспользуемых сенокосах. Производные березовые леса произрастают в лесхозе повсеместно в самых разных условиях.

В целом по лесхозу насаждения Ia-II классов бонитета занимают около 77,0% покрытой лесом площади. Средний класс бонитета насаждений-1,6 выше оптимального по условиям местопроизрастания на 0,4 класса [1]. Самый высокий средний класс бонитета зафиксирован в Лежском участковом лесничестве.

Возрастная структура насаждений лесхоза сложилась в результате длительной, неравномерной эксплуатации лесов и пожаров разных лет. Она характеризуется неравномерным распределением насаждений по классам возраста как по отдельным преобладающим породам, хозяйственным секциям, категориям и группам лесов, так и в целом по лесхозу. Сравнительно равномерное распределение по возрастным группам отмечают в еловых на-

саждениях; в сосняках преобладают средневозрастные насаждения (53,7%); в мелколиственных породах – спелые и перестойные насаждения (73,6%), площадь которых постоянно увеличивается [1].

За последние три года расчетная лесосека не менялась и составляла 2156,3 тыс. м³, в том числе хвойных 715,6 тыс. м³. В 2015 году отмечались наиболее высокие объемы фактических рубок по сравнению с другими годами, которые составили 392,5 тыс. м³, в том числе хвойных 158,5 тыс. м³ [2]. Однако объемы фактических рубок в последние годы ниже расчетной лесосеки, особенно по мелколиственным лесам. В связи с этим возможно увеличение объемов рубок для приближения их к показателям расчетной лесосеки, особенно в березняках и осинниках.

Главным направлением охраны лесов является следующие виды мероприятий:

- лесовосстановление,
- увеличение объемов рубок ухода и санитарных рубок,
- охрана лесов от пожаров, борьба с вредителями леса,
- создание сети особо охраняемых природных территорий.

В лесах Грязовецкого лесхоза выделены участки под сенокосы, но расширять их нецелесообразно, так как в предыдущие годы они использовались на 5,0%. Вблизи населенных пунктов выделены участки для выпаса скота. Также в лесах ведется заготовка грибов, ягод и лекарственных растений, ведется охота и имеются места для рыболовства. Достоверные данные об объемах этих видов лесопользования отсутствуют.

На территории лесхоза осуществляются следующие направления лесовосстановления: посев лесных культур, посадка лесных культур и сохранение подроста, которые показывают хорошие результаты. Одним из мероприятий по охране лесов является создание охраняемых природных территорий района. На территории лесхоза выделены два заказника регионального значения и восемь охраняемых болот. В связи с тем, что показатель по площади ООПТ ниже среднеобластного и среднероссийского, на территории Грязовецкого лесхоза следует увеличить их площадь. Ценные природные участки, выделенные при анализе планов лесонасаждений и таксационных описаний регламентов, планируемые для создания особо охраняемых территорий регионального значения представлены в таблице 2.

На основе анализа планов лесонасаждений (1: 450000) и таксационных описаний лесов регламента Грязовецкого лесхоза предложены три лесных массива с преобладанием высокобонитетных ельников в возрасте 85-110 лет для изучения в целях создания в их пределах комплексных заказников регионального значения.

Таблица 2

**Предложения по организации региональных заказников
в Грязовецком лесхозе**

Участковые лесничества	Квартал	Породы	Возраст, лет	Бонитет	Тип леса
Лежское	49	С Е ОС ОЛс	80 – 100	1, 2	Ельник кис- личник, ель- ник чернич- ник
Лежское	50	С Е Б ОС ОЛс ИВ	85 – 105	1, 2, 3	Ельник кис- личник, ель- ник чернич- ник
Лежское	48	С Е Б ОС ОЛс ИВ	90 – 110	1,2	Ельник кис- личник, ель- ник чернич- ник

Самым крупным по площади является территория 48–го квартала и составляет около 160,0 га. Древостой представлен возрастом 80 – 100 лет, средний класс бонитета высокий. Деревья достигают в длину сорока метров. Небольшим по площади участком является территория пятидесятого квартала (50,0 га), где средний возраст леса 88 – 100 лет. Все три предполагаемых участка представлены ельниками зеленомошниками, кисличниками и черничниками и сосняками зеленомошниками, лишайниковыми и кисличниками. Все три участка являются эталоном Верхнележского ландшафта, имеют водоохранное и рекреационное значение, являются местом произрастания редких растений и обитания животных, которых нужно сохранять и восстанавливать. На данных участках следует запретить любые виды охоты; промышленное рыболовство, а также любительское во время нереста рыб; заготовку древесины и недревесных лесных ресурсов, за исключением заготовки гражданами для собственных нужд; сенокошение и другие.

1. Лесохозяйственный регламент Грязовецкого лесхоза Вологодской области. – Вологда. – 2008. – 231 с.

2. Комплексный территориальный кадастр природных ресурсов Вологодской области. Выпуск 19 / Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды Вологодской области – Вологда, 2014. – 431 с.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАСТИТЕЛЬНЫХ ПИГМЕНТОВ В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ РЕК ГОРОДА ЧЕРЕПОВЦА

Д.Н. Калинина, И.А. Непорожняя

*Научный руководитель И.А. Непорожняя, старший преподаватель
Череповецкий государственный университет
г. Череповец*

Современное общество наблюдает сейчас расцвет технического прогресса, который во многом облегчает нам жизнь благодаря своим полезным изобретениям. Но у этих достижений есть и другая сторона – последствия этого напрямую сказываются на экологической обстановке окружающей среды во всем мире.

Вода является одним из важнейших компонентов биосферы, она оказывает влияние практически на все процессы, происходящие на нашей планете. Загрязнение источников водоснабжения, является реальным фактором, оказывающим отрицательное влияние на здоровье людей, вызывающее развитие различных болезней.

Ежегодно огромное количество использованных сточных вод сбрасывается в водоемы, загрязняя реки и озера, влияя на все процессы, происходящие в водоемах и приводящие к антропогенному эвтрофированию водоемов. Санитарное состояние водоема оценивают при помощи физико-химических, бактериалогических и биологических методов. Под биологическими методами понимается оценка состояния водоема по состоянию растительного и животного населения.

Донные отложения являются наиболее информативными индикаторами состояния водных экосистем, так как в них концентрируются различные вещества, попадающие со сточными водами. Для изучения их продуктивности используются различные показатели, к которым относятся хлорофилл и другие растительные пигменты, так это они являются незаменимыми показателями структуры растительных сообществ, а также маркерами физиологического состояния растительных организмов и функционирования экосистемы в целом [4]. Преимуществом исследования растительных пигментов донных отложений является возможность показать не только единовременное состояние водоема, но также оценить и спрогнозировать их экологическое состояние в ближайшей перспективе, поэтому данная тема является **актуальной**.

Целью нашей работы является определение содержания растительных пигментов в донных отложениях рек города Череповца Шексне, Ягорбе и Серовке.

Череповец – крупнейший город Вологодской области, административный центр Череповецкого района. Он располагается на реке Шексне, левом притоке Волги, в устье реки Ягорбы. Территория Череповецкого региона характеризуется наличием большого числа озер и болот, слабо развитой эрозийной сетью и развитой гидрографической сетью. В черте города и его ближних окрестностях протекают реки Шексна, Ягорба, Серовка, Нелаза, Торовка, Кошта.

Шексна – важная транспортная магистраль. Река протекает практически по равнинной местности, заметных уклонов и падения не наблюдается. Ширина русла около 800 метров. Река судоходна, фарватер проложен ближе к правому берегу. Берега, в основном, пологие, песчаные, но местами достигают 1 – 1,5 метров в высоту и подмываются водой. Река Шексна является основным источником хозяйственно-питьевого водоснабжения Череповца. Замерзает в конце октября – декабре, вскрывается в апреле – начале мая.

Важным источником хозяйственно-питьевого водоснабжения Череповца является река Ягорба. Река протекает в Череповецком районе Вологодской области, впадает в Шекснинский русловый участок Рыбинского водохранилища в границах г. Череповец. Длина реки составляет 53 км, площадь водосборного бассейна – 458 км². Экологическое состояние реки вызывает опасения. Загрязненность реки Ягорбы обусловлена в основном влиянием различных предприятий, а так же сельскохозяйственных объектов.

Река Серовка – подземная часть самой маленькой реки города Череповец. Протекает в северном микрорайоне. Под землей проходит предположительно от 400 до 900 метров. На берегу реки Серовка находится Фанерно-Мебельный Комбинат.

Исследования проводились с июля 2015 по сентябрь 2016 на территории города Череповца в трех реках (Шексна, Серовка, Ягорба). Пробы отбирались дночерпателем ГР91 из верхнего слоя донных отложений на мелководных участках, на глубине 2 метра от берега 1 раз в месяц. Отбирался образец весом 0,5-1 грамм, полная экстракция пигментов достигалась механическим разрушением клеток водорослей с постепенным добавлением 90% ацетона, затем гомогенат переносили в пробирку и центрифугировали, затем измеряли оптическую плотность спектрофотометрическим методом на Спектрофотометре ПЭ5400-УФ[3]. Расчет концентраций пигментов производился по формулам:

$$C_{\text{хл}} = 26,73((D_{665} - D_{750}) - (D_{665\text{к}} - D_{750\text{к}})) \frac{V_3}{IV}$$

$$C_{\text{к}} = (10(D_{490} - D_{750})) \frac{V_3}{lV}$$

где $C_{\text{хл}}$, $C_{\text{к}}$ – концентрация хлорофилла; D_{665} , D_{750} , D_{490} – оптические плотности экстрактов; V_3 – объем экстракта, мл; l – длина кюветы, см; V – масса навески, г или объем профильтрованной пробы, мл.

Так же брался образец пробы до 10 грамм для определения влажности грунта. Его навеску помещали в сушильный шкаф на 2 суток при температуре 60 градусов, высушивали до постоянной массы. Влажность определяли по формуле:

$$v = \frac{m_{\text{сыр}} - m_{\text{сух}}}{m_{\text{сыр}}} \cdot 100,$$

где v – влажность, %, $m_{\text{сыр}}$ – масса сырой навески, г,
 $m_{\text{сух}}$ – масса сухой навески, г.

Влажность грунта – это содержание воды, которая удерживается всем его веществом, сохраняет определенную структуру (плотность) грунта и зависит от этой структуры. Количество органического вещества определяли по потере массы сухого грунта при прокаливании 600°C в муфельной печи.

Результаты исследования и их обсуждения

В составе фитопланктона рек города Череповца преобладают зеленые и диатомовые водоросли [2]. Это основной продуцент органического вещества, продуктивность которого оценивают по содержанию хлорофилла, основного пигмента водорослей. Также в фотосинтетическом аппарате водорослей присутствуют каротиноиды, выполняющие роль дополнительных пигментов, предохраняющих хлорофилл от воздействия активных форм кислорода. После утраты жизнеспособности растительные клетки оседают на дно. При этом в составе пигментного комплекса происходят изменения, направленные на деградацию. Продуктами распада хлорофилла являются феопигменты.

В ходе нашего исследования были получены следующие результаты, которые занесены в таблицу.

Таблица

Физико-химические характеристики грунтов и содержание растительных пигментов рек Серовки, Ягорбы, Шексны

Показатели	р. Серовка	р. Ягорба	р. Шексна
Влажность, %	$\frac{14.8 - 55.4}{35.8 \pm 3.7}$	$\frac{12.8 - 39.3}{25.4 \pm 2.4}$	$\frac{11.6 - 46.8}{22.9 \pm 2.8}$
ОВ, %	$\frac{8.6 - 24.4}{17.4 \pm 1.4}$	$\frac{2.6 - 30.5}{13.1 \pm 2.6}$	$\frac{0.6 - 27.9}{7.8 \pm 2.2}$
ХЛ, мкг/г	$\frac{0.4 - 30.1}{7.36 \pm 1.8}$	$\frac{0.3 - 22.4}{5.5 \pm 1.3}$	$\frac{0.2 - 5.6}{2.4 \pm 0.5}$
С _{кар} , мкг/г	$\frac{3.3 - 49.7}{20.9 \pm 3.1}$	$\frac{1.3 - 48.2}{19.6 \pm 3.2}$	$\frac{1.2 - 41.3}{8.2 \pm 2.1}$

Влажность, объемная масса и содержание органического вещества позволили сделать предварительную оценку типа грунта по Буторину Н.В. [1]: Серовка – серый ил; Ягорба – илистый песок; Шексна – песок.

Поступление органического вещества фитопланктона в донные отложения зависит от скоростей течения, так в р. Серовке с низкой скоростью течения содержание хлорофилла в донных осадках выше, чем в р. Шексне, где скорость течения велика. Максимальное содержание хлорофилла было отме-

чено в Серовке (30.1 мкг/г), это говорит о повышенной продуктивности водоема. Возможно, это связано с антропогенным влиянием – поступление биогенных элементов за счет сточных вод расположенных промышленных предприятий: автозаправочные станции, деревообрабатывающие предприятия, Фанеро – мебельный комбинат, Спичечная фабрика «Фэско», которые осуществляют спуск отходов после очистки технических вод в р. Ягорба и Серовка. Это повышает содержание в воде азота и фосфора, в совокупности со слабым гидродинамическим режимом (течение практически отсутствует) влияет на заиление водоема. По содержанию хлорофилла в грунте можно расположить реки в следующей последовательности:

Серовка > Ягорба > Шексна

По содержанию каротиноидов в донных отложениях можно расположить реки в следующей последовательности:

Серовка > Ягорба > Шексна

Максимальное значение каротиноидов отмечается для серого ила, минимальное для песка. Содержание каротиноидов в донных отложениях в несколько раз больше содержания хлорофилла, что может быть следствием стратификации, приводящей к уменьшению кислорода у дна и к изменениям в деструкционных процессах.

Незначительные содержания пигментов, ОВ, и влажности в р. Шексна возможно связано с гидродинамическим режимом реки, по сравнению с другими реками, интенсивное вдольбереговое и ветровое перемещение водных масс способствуют вымыванию органического вещества из отложений.

Все исследуемые реки различаются по количеству растительных пигментов (хлорофилла и каротиноидов), ОВ и влажности в донных отложениях, несмотря на принадлежность к единой экосистеме волжского каскада и последовательно расположены относительно друг друга. Содержание пигментов изменялось в течение всего периода исследования (июль 2015– сентябрь 2016). Главными факторами различий являются абиотические, связанные, прежде всего с различиями гидродинамического режима: более интенсивный в р. Шексна по сравнению с р. Серовкой и Ягорбой. Из всех исследуемых рек р. Серовку можно отнести к наиболее продуктивному водоему.

Для более детального анализа выявленных зависимостей необходимо продолжение мониторинговых исследований с привлечением данных режимных гидрометеорологических наблюдений.

1. Буторин Н.В., Зиминова Н.А., Курдин В.П. Донные отложения верхневолжских водохранилищ. Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1975. – 159 с.
2. Доклад о состоянии и охране окружающей среды Вологодской области, 2013. – 258 с.
3. Сигарева Л.Е. Хлорофилл в донных отложениях Волжских водоемов. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2012. – 217 с.
4. Федоров В.Д., Капков В.И. Руководство по гидробиологическому контролю качества природных вод. М.: "Христианское издательство", 2000. – 119 с.

ДИНАМИКА И СОСТАВ СБРОСОВ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ «СОТАМЕКО ПЛЮС» В ГОРОДЕ СОКОЛЕ

Е.С. Круглова

Научный руководитель В.П. Уханов, канд. геогр. наук, доцент

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Деревообрабатывающая отрасль промышленности России развивается быстрыми темпами. Такое явление вызвано большой и развитой ресурсной базой лесного хозяйства и постоянными внедрениями современных технологий. Результатом лесохозяйственной деятельности, помимо большого количества твердых отходов, являются сбросы и выбросы.

В предыдущей работе был проанализирован состав твердых производственных отходов данного предприятия [1].

Целью исследований является оценка качества сбросов «Сотамеко плюс» в городе Соколе Вологодской области. Результаты исследований получены при прохождении производственной практики на предприятии и работе над ВКР.

Для оценки воздействия предприятия применялись следующие методы исследования:

1. Ретроспективный анализ – анализ ранее полученных данных за период с 2013 по 2015 год и сопоставление их с действующими планируемыми нормативами сточных вод;

2. Описательный – применялся при описании технологических характеристик предприятия;

3. Сравнительно-аналитический – использовался для сравнительной характеристики планируемых нормативов образования к фактическим объемам сбросов;

4. Статистический – применялся при анализе данных таблицы, характеризующих объемы, состав и динамику образования сбросов.

Общество с ограниченной ответственностью (ООО) «Сотамеко плюс» – специализированное предприятие по производству полноформатной фанеры. Используемое сырье – береза, ее годовой расход составляет 78000 метров кубических [2].

Основной вид деятельности комбината – производство фанеры общего назначения с наружными слоями из шпона листовых пород марки ФК, форматом 1525x1525 мм. Собственная лесозаготовка обеспечивает сырьевую безопасность предприятия и позволяет осуществлять ритмичный, без сезонных сбоев, выпуск продукции [2].

Область применения продукции – строительство и изготовление мебели. Партнёрами предприятия являются крупные мебельные фабрики, что является подтверждением качества продукции, выпускаемой предприятием [2].

Удобное расположение предприятия – в 4 км от федеральной трассы Москва-Архангельск, (40 км от г. Вологды) позволяет получать сырье и отправлять готовую продукцию в любую точку России. Географию продаж продукции «Сотамеко плюс» составляют потребители Москвы, Санкт-Петербурга, Нижнего Новгорода, Орла, Рязани, Ставрополя, Вологодской и Архангельской областей, а также страны Европы: Дания, Финляндия, Швеция, Италия и другие [2].

«Сотамеко плюс» является потребителем и загрязнителем вод в районе города Сокола. Собственный водозабор предприятия расположен на производственной промплощадке на берегу реки Сухоны. Месторасположение района водозабора – на 532 м от устья реки Сухоны [3].

Основное назначение данного водозабора – производственное водоснабжение предприятия, охлаждение балок паровых котлов в технический водопровод. Забор воды осуществляется по одной нитке всасывающих трубопроводов, в соответствии с договором водопользования. Лимит заборы воды установлен на уровне 46,89 тысяч метров кубических. Объем забора воды предприятием с 2013 года по 2014 год резко увеличивается на 13%. С 2014 по 2015 объем изменяется незначительно, на 1,5% . В целом объемы забора воды имеют тенденцию к повышению, но не превышают допустимый объем забора воды из реки Сухоны (рис. 1).

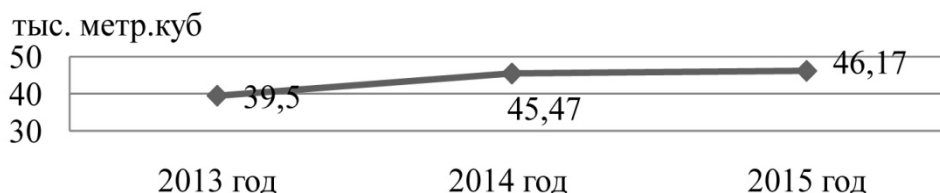


Рис. 1. Динамика забора воды из реки Сухоны

В процессе производственной деятельности предприятия происходит образование хозяйственно-бытовых, производственных и ливневых сточных вод. Хозяйственно-бытовые и ливневые сточные воды отводятся в сети канализации МУП «Коммунальные системы» на основании договора от 01.- 4.2010 № 4/КС [3].

Отведение производственных (условно-чистых) сточных вод от паросилового хозяйства (оборудование химводоподготовок, охлаждение балок, питание котлов водой) без очистки осуществляется через один организованный выпуск в ручей Анциферка. Сброс в подземные горизонты отсутствует. Согласно данным госстатотчетности по форме 2-ТП (водхоз) фактическое водоотведение в ручей Анциферка в 2015 году составило 55,62 тысяч метров кубических. Согласно нормативно-балансовому расчету использования водных

ресурсов, общее водоотведение предприятия в поверхностный водный объект не должно превышать 46,43 тысяч метров кубических [3].

С 2014 года происходит сброс сточных вод, объем которых превышает норматив сброса и имеет тенденцию к увеличению, представленную на рисунке 2. В 2014 года это превышение составило 9,3%, в 2015 году – 17,8%. Это связано с тем, что на предприятии отсутствуют очистные сооружения, а объем производства увеличивается.

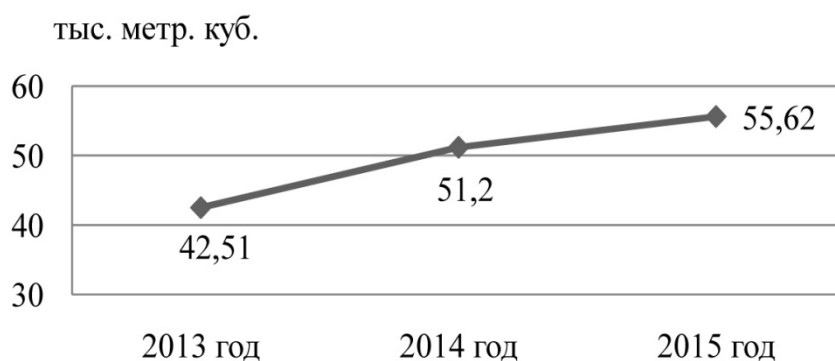


Рис. 2. Динамика сброса сточных вод

Приборный учет количества сбрасываемых сточных вод не организован, поэтому он проводится расчетным методом. Перечень основных загрязняющих веществ в таблице [2].

Таблица

Сравнительный анализ качества сточных вод с ПДК [2]

	Загрязняющее вещество	Значение, тыс. метр. куб.	ПДК р/х	Агрессивность, Сст/Спдк	ПДК к/б	Агрессивность, Сст/Спдк
1	Взвешенные вещества	3,982	+ 0,25 к фону	–	+0,75 к фону	–
2	БПК полное	4,205	3,000	1,40	5,000	0,84
3	Аммоний-ион	0,879	0,500	1,76	1,500	0,58
4	Нитрит-анион	0,056	0,080	0,70	3,300	0,02
5	Сульфаты	135,880	100,00	1,36	500,00	0,27
6	Нефтепродукты	0,058	0,050	1,16	0,300	0,19
7	Железо	0,476	0,100	4,76	0,300	1,58
8	Фенол	0,006	0,001	6,0	0,001	6,0
9	Формальдегид	0,026	0,010	2,6	0,050	0,52
10	Нитрат-анион	1,503	40,000	0,04	45,000	0,03
11	Хлориды	2,117	300,00	0,007	350,00	0,006
12	Фосфаты	0,091	0,200	0,45	3,500	0,026
13	СПАВ	0,042	0,500	0,084	0,500	0,084

Исходя из таблицы, средние фактические значения на выпуске сточных вод за период с 2013 – 2015 годы незначительно превышают ПДК, установленные для водных объектов рыбохозяйственной и коммунально-бытовой ка-

тегорий водопользования по следующим веществам: БПК полное, аммоний-ион, сульфаты, нефтепродукты, железо, фенол и формальдегид. Наиболее высокие показатели превышения ПДК наблюдаются по фенолу и железу.

Качество воды водного объекта в створе ниже выпуска сточных вод показывает несоответствие показателям ПДК для водоемов рыбохозяйственной категории водопользования. Вода в ручье фон загрязнена, поэтому на предприятии необходимо провести ряд мероприятий по снижению содержания загрязнителей в сточных водах:

1. Выполнить контроль качества сточных вод и их влияния на поверхностный водный объект;
2. Поддержание территории предприятия в чистом состоянии, предотвращение попадания нефтепродуктов, масел, древесных отходов и мусора в окружающую среду;
3. Чистка канализационных колодцев;
4. Строительство очистных сооружений на выпуске сточных вод, прекращение сброса сточных вод без очистки, достижение качества сбрасываемых сточных вод.

1. Уханов, В.П., Круглова, Е.С. Твердые производственные отходы ООО «Сотамеко плюс» в городе Соколе / В.П. Уханов, Е. С. Круглова // Вузовская наука – региону: материалы четырнадцатой Всерос. науч. конф., 25 февр. 2016 г. / ВоГУ. – Вологда, 2016 – 456 с.

2. Проект нормативов допустимых сбросов загрязняющих веществ и микроорганизмов, сбрасываемых в ручей Анциферка со сточными водами / ООО «Сотамеко плюс». – Сокол, 2015. – 181с.

3. Гос. стат. отчетность по форме 2-ТП (водхоз) / ООО «Сотамеко плюс» Сведения об использовании воды. – Сокол, 2013–2015. – 46 с.

ПРИМЕНЕНИЕ БЕЗРЕАГЕНТНОЙ ЭЛЕКТРОКОАГУЛЯЦИИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ СИСТЕМ ПОДГОТОВКИ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ

К.Ю. Лыскова

Научный руководитель С.М. Чудновский, канд. техн. наук, доцент
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Одним из методов очистки природных вод является применение химических реагентов – коагулянтов. Коагуляция – это процесс сцепления и укрупнения частиц дисперсной фазы, инициируемый введением в воду определенных химикатов (реагентов). Остаточное содержание в воде значительного количества коагулянта опасно для здоровья человека.

Подготовка питьевой воды, добываемой из поверхностных источников, с использованием процесса коагуляции сложна, так как на эффективность очистки воды влияют следующие факторы: температура, мутность и цветность исходной воды, правильный выбор вида коагулянта и вспомогательных реагентов, а также выбор дозы коагулянта. Процесс коагуляции требует проведения регулярных анализов, связанных с подбором доз коагулянтов в условиях часто меняющихся параметров поверхностных вод. Существует необходимость применения новых методов, которые позволяют производить очистку воды до питьевого качества независимо от показателей цветности и мутности исходной воды.

В Вологодском государственном университете в лабораторных условиях, были исследованы возможности применения новых нанотехнологий для очистки поверхностных вод без использования реагентов. В частности, были разработаны две конструкции водозаборно-очистных устройств, где используется только физическая составляющая процесса коагуляции.

Ранее была исследована возможность осветления и обесцвечивания природной воды с помощью электрофореза. Электрофорез – это направленное движение коллоидных и взвешенных частиц под действием слабого внешнего постоянного электрического поля. В таком поле при электрофорезе частицы взвеси, обуславливающие мутность воды, и коллоидные частицы, обуславливающие ее цветность, перемещаются к противоположно заряженному электроду. Результаты исследований показали, что существует реальная возможность производить осветление и обесцвечивание воды до нормативных показателей за относительно небольшие промежутки времени без применения реагентов и при малых затратах электроэнергии. Предлагаемую технологию было решено использовать в новой конструкции компактного водозаборно-очистного устройства [1]. Установка для забора и очистки воды из поверхностных водоемов, содержит блок управления, источник постоянного тока, подводный водоприемник с насосом, подсоединенным к водоподъемной трубе, не менее двух закрытых сверху камер, каждая из которых оборудована электродами, в верхней части воздушными вантузами, а также электромагнитными обратными клапанами. Недостаток данной установки – возможность переноса с общим потоком очищенной воды в водоприемную камеру частиц взвеси, обуславливающих мутность воды и коллоидных частиц, обуславливающих ее цветность, которые сконцентрированы в объеме воды ниже отверстия между камерой электрофореза и водоприемной камерой.

Кроме того, в процессе этих исследований были замечены дополнительные эффекты, которые мы условно называли безреагентной электрокоагуляцией. Безреагентная электрокоагуляция – это внешнее воздействие постоянного, слабого электрического поля на обрабатываемую воду, при котором происходит процесс коагуляции без применения реагентов. Процесс безреагентной электрокоагуляции можно наблюдать визуально, так как четко прослежива-

ются четыре классических стадии коагуляции: помутнение воды, образование мелких хлопьев, образование крупных хлопьев, начало осаждения хлопьев.

Наша задача заключалась в том, чтобы на природной воде изучить безреагентную электрокоагуляцию. В лабораторных условиях были проведены опыты с природной водой, с высокой мутностью и цветностью из р. Вологды. Доказано, что при воздействии на обрабатываемую воду слабого постоянного электрического поля, в емкостях из инертного материала, заполненных водой, можно осуществлять процесс очистки воды без применения химических реагентов – коагулянтов и флокулянтов.

Данную технологию можно реализовать в новом водозаборно-очистном устройстве для осветления и обесцвечивания природных вод. Процесс осветления и обесцвечивания природных вод в новом водозаборно-очистном устройстве значительно надежнее. Высокая надежность процесса осветления и обесцвечивания воды достигается за счет полной автоматизации и гибкого автоматического управления [2].

Для автоматического управления процессом безреагентной электрокоагуляции можно использовать разработанные в ВоГУ устройства, обеспечивающие непрерывный технологический контроль всех этапов и процессов очистки воды [3]. Прибор АКВ-1 позволяет выполнить анализ одной и той же пробы в автоматическом режиме по мутности, электропроводности, электрофоретической подвижности и определить дзета-потенциал взвеси, ускоряет процесс анализа и повышает его точность.

Устройство АКВ-2 позволяет выполнить анализ одной и той же пробы воды в автоматическом режиме по следующим характеристикам: мутности, цветности, температуре, результатам седиментационного анализа, электропроводности, вязкости, электрофоретической подвижности, дзета – потенциалу частиц взвеси, химической потребности в кислороде, содержанию хлора, водородному показателю и редокс – потенциалу, обладает функциональными возможностями выбора режимов и обеспечения необходимой точности измерений в соответствии с требуемым технологическим регламентом.

Разработанное водозаборно-очистное устройство содержит блок контроля качества воды с устройствами для отбора проб исходной воды из вод источника и очищенной воды из водоподъемной трубы, блок управления, источник постоянного тока, подводный водоприемник, в центре которого расположена цилиндрическая водоприемная камера с погружным электронасосом, подсоединенным к водоподъемной трубе оснащенной электрической задвижкой, а по бокам не менее двух закрытых камер электрокоагуляции, каждая из которых оборудована электродами, в верхней части воздушными вантузами, а также электромагнитными обратными клапанами.

Для определения экономической эффективности разработанного водозаборно-очистного устройства мы сравнили три варианта схем водоснабжения. Ориентировочная стоимость реализации первого варианта (традиционная

схема) составит примерно 6 миллионов рублей. Стоимость второго варианта – конструкция водозаборно-очистного устройства с камерами электрофореза, будет менее 800 тысяч рублей и стоимость третьего варианта, конструкция с безреагентной электрокоагуляцией, не превысит 200 – 300 тысяч рублей. Технико-экономические исследования показали – за счет полной автоматизации, отсутствия необходимости в использовании расходных материалов (реагентов, растворимых электродов) затраты электроэнергии на очистку воды составляют примерно 4 рубля за 1 м³.

1. Патент RU 2453659. Установка для забора и очистки воды из поверхностных источников./ Чудновский С. М., Семенова А.И., Пантюхина И.В.; Заявитель и патентообладатель Вологодский гос. Тех. Ун-т.- Оpubл. 20.06.12, Бюл.№ 17.

2. Заявка на изобретение №2016113796/05(021645) / С.М. Чудновский, Г.А. Тихановская, Л.М. Воропай, О.И. Лихачева, А.В. Иванова, С.В. Лаптев, К.Ю. Митрофанова (Лыскова), А.Р. Труфанов – заяв. 11.04.2016.

3. Чудновский, С.М. Приборы и средства контроля за природной средой: учебное пособие / С.М. Чудновский, О.И. Лихачева; Министерство образования и науки РФ; Вологодский государственный университет – Вологда: ВоГУ, 2015. – 151 с.

ЭКОЛОГИЯ В СОВРЕМЕННОМ МАРКЕТИНГЕ

С.А. Михеева

Научный руководитель Н.Н. Яшалова, д-р экон. наук, доцент

Череповецкий государственный университет

г. Череповец

Современный маркетинг стремится к балансу экономических интересов потребителя и производителя и в целом имеет исключительно экономические цели. Однако в последние годы озабоченность влиянием производственной сферы на состояние окружающей среды затронула не только правительство и ученых, но и широкую общественность в лице отдельного потребителя. И именно потребитель сыграл решающую роль в появлении и становлении такого направления, как экологический маркетинг. Ни для кого не секрет, что предпринимаемые в России на протяжении уже не одного десятилетия попытки решить экологические проблемы с помощью административно-правовых и экономических методов государственного регулирования не привели к заметному улучшению состояния окружающей среды. Таким образом, чтобы защита природной среды стала одной из целей современного маркетинга, необходимо, чтобы это привело к увеличению прибыли.

Экологический маркетинг связан с разработкой и созданием методов продвижения и реализации экологически безопасной продукции или услуги. Одна из целей экологического маркетинга связана с обеспечением баланса интересов экономики и охраны окружающей среды. Экологический маркетинг – это маркетинг экологичных товаров и услуг. По-другому, экологический маркетинг называют ещё «зеленым» маркетингом. Цель экологического маркетинга – необходимость продумать и разработать структуру системы существования бизнеса в условиях тотального стремления рынка к созданию экологичной среды обитания. Приоритетная задача экологического маркетинга – продвижение товаров и услуг среди потребителей, ориентированных на экологичность потребления, сохранения экологии среды обитания и исповедующих экологичный стиль жизни и бизнеса.

Спустя многие годы «варварского» использования пахотных земель и природных ресурсов в целом, человечество задумалось о сохранении Земли и решении экологических проблем. Во многих странах мира сельское хозяйство стало главным фактором деградации окружающей природной среды. Причиной этого является огромный территориальный охват, воздействие аграрного сектора на природу посредством обработки земель, выпаса животных, применения химических удобрений. В сельском хозяйстве активно применяются технологии интенсивного использования минеральных удобрений, ядохимикатов, многократной обработки почвы. Неконтролируемое применение средств химизации стало причиной ухудшения качества сельскохозяйственной продукции, снизилась её биологическая полноценность. Употребление такой продукции сельского хозяйства снижает устойчивость организма людей к действию неблагоприятных факторов [1].

Земля является одним из основных природных ресурсов и фактором производства в сельском хозяйстве наравне с трудовыми ресурсами, капиталом и научно-техническим прогрессом. Основными негативными явлениями, приводящими к ухудшению качества земель, являются: загрязнение почв населённых пунктов и примыкающих к ним территорий токсичными веществами промышленного происхождения; эрозия, заболачивание, засоление, опустынивание, потеря плодородия, загрязнение пестицидами и другими вредными веществами и др. [2].

Органическое земледелие детально изучалось почвоведомы, экологамы, биологами, зоологами, но только в конце XX в. стало предметом научных исследований в экономической науке, когда учёным-экономистам стала доступна количественная информация по ведению экологического сельского хозяйства [3]. Как подчёркнуто в обзорном докладе «Навстречу «зелёной» экономике России», наша страна может получить существенные экономические и социальные выгоды от трансформации аграрного сектора, которая должна базироваться на переходе от традиционного интенсивного аграрного производства к экологическому или органическому. Ведущие мировые организации:

Всемирная организация продовольствия и сельского хозяйства ООН, Всемирная организация здравоохранения ООН и Всемирный Банк провели многолетнее исследование по сравнению традиционного и органического земледелия и сделали вывод, что экологическое земледелие способствует оздоровлению человеческой популяции, решению экологических проблем и устранению продовольственного кризиса [4].

Некоммерческая организация Международная федерация сельскохозяйственного органического движения (*IFOAM, International Federation of Organic Agriculture Movements*) [5] играет в Европе важную роль, выступая посредником между государством, производителями и потребителями органической продукции. Целью организации является создание условий для улучшения здоровья людей путём уменьшения использования химических токсинов в продуктах питания, содействия сохранению биоразнообразия, улучшения генетического разнообразия растений и животных. Органическое земледелие будет способствовать сокращению потребления энергии в химической и металлургической промышленности. Свежая и безопасная для здоровья людей экологически чистая продукция исключает содержание генетически модифицированных организмов (ГМО). Белорусские учёные С.С. Позняк и Ч.А. Романовский отмечают, что в России за последние годы сделаны существенные шаги в развитии экологического земледелия, осуществляется работа над созданием на государственном уровне стандартов экологического производства, гармонизированных и эквивалентным общемировым [6, 7].

Экологически направленные изменения производственного процесса, как правило, осуществляются путем снижения потребления материалов и энергии на единицу продукции и сопровождаются экономией на затратах, что, в свою очередь, помимо экономии позволяет быть более конкурентоспособным на экологически чувствительных рынках.

В настоящее время существует специальная экомаркировка «Листок жизни», разработанная 15 лет назад Экологическим союзом г. Санкт-Петербурга. Это единственная отечественная программа экологической сертификации по жизненному циклу, получившая международное признание. В портфеле «Листка жизни» уже 25 экологических стандартов для разных групп товаров и услуг, в разное время сертификацию прошли более 30 международных и российских компаний. Сегодня потребитель может найти российскую экомаркировку на строительных материалах, продуктах питания, бытовой химии, электронике, в гостиницах и офисах. Для того чтобы экомаркировке доверяли, Экосоюз проводит работу по экологическому просвещению компаний и потребителей, но на самом деле многие недобросовестные производители используют данную маркировку на своих абсолютно не экологически чистых товарах. Так, в частности, на многих предметах из пластика есть отметка «биоразлагаемый», например, пакетах в магазинах, но они способны разрушаться только лишь при температуре 122 градуса по Фаренгейту, и как таковых условий в реальности не существует. К тому же они не тонут при попада-

нии в воду, то есть не подвергаются воздействию ультрафиолетовых лучей, что опять доказывает, что такой продукт наносит вред окружающей среде.

Итак, рассмотрим продукцию на российских прилавках. Очень часто можно увидеть такие надписи на этикетке как «Экологически чистый продукт», «без ГМО», «Эко-продукт» и другие ухищрения продавцов, невольно заставляющие купить нас этот товар. Но на самом ли деле такие продукты можно отнести к экологически чистым? Почему в 21-ом веке, веке высоких технологий и развития всевозможных знаний человек все также как и раньше продолжает потреблять ненатуральные продукты? И сейчас речь идет не только лишь о продуктах питания, а о разного рода товарах. Бытовая химия, напитки, еда, средства гигиены, косметика, одежда и многое другое. Почти в каждой из областей производства можно отделить натуральную продукцию от ненатуральной. Сейчас крайне тяжело отыскать натуральные овощи и фрукты. Повсюду нас сопровождают груши и яблоки без вкуса, несъедобные абрикосы и персики, арбузы, выращенные на нитратах и много чего другого. Так же дело обстоит и с бытовой химией. Получается, что в России отсутствуют производители экотоваров, либо их крайне мало (все будет зависеть от конкретной категории товаров). Если речь, к примеру, идет о продуктах питания, то есть возможность наладить отношения с фермами. Несмотря на то, что полки магазинов изобилуют ненастоящими овощами и фруктами, полуфабрикатами, производителей хороших натуральных продуктов нам пока не хватает. Важно только найти их и договориться о взаимовыгодном сотрудничестве. В нашей стране уже существуют подобного рода магазины натуральной косметики, бытовой химии и средств гигиены, но такие товары будут относительно дороже стоить.

Если подходить к данной проблеме с экономической точки зрения, то одним из вариантов её решения может быть поддержка государства местных фермеров и производителей экологической продукции. Так же необходимо обратить внимание на упаковку таких продуктов. Она не должна наносить вред окружающей среде, что противоречит главному понятию экомаркетинга, после её использования, а это значит нужно разрабатывать новую технологию безопасной упаковки и тары для продуктов (таких как целлофан) и заменитель для пластиковых пакетов.

Таким образом, экономика должна поддерживать представителей экомаркетинга, давая им возможность развиваться в своих сферах деятельности для сохранения экологических условий окружающей среды.

1. Овсянников Ю.А. Теоретические основы эколого-биосферного земледелия: монография. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2000. 264 с.

2. Медведева О.Е. Проблемы устойчивого землепользования в России. М.: ООО «Типография ЛЕВКО», Институт устойчивого развития / ЦЭПР, 2009. 104 с.

3. Антоненко Л.А., Зобенко Н.Г., Ван Цюйши. Влияние эколого-энергетических факторов на рынок продуктов органического земледелия // Бизнес информ. 2013. № 7. С. 170-175.

4. Навстречу «зелёной» экономике России (обзор). М.: Институт устойчивого развития Общественной палаты Российской Федерации / ЦЭПР, 2012. 82 с.

5. Позняк С.С., Романовский Ч.А. Экологическое земледелие: монография / под общ. ред. к.с.-х.н. С.С. Позняка. Минск: МГЭУ им. А.Д. Сахарова, 2009. 327 с.

6. Яшалова Н.Н. Проблемы в развитии органического сектора сельского хозяйства в России // Никоновские чтения. 2015. № 20-1(20). С. 34-36.

7. Яшалова Н.Н. Эколого-экономические приоритеты сельского хозяйства при переходе к «зеленой» экономике // Экономика природопользования. 2014. № 3. С. 46-56.

ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ОБЩЕСТВА С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «ВОДОКАНАЛ» ГОРОДА КИРИЛЛОВА

Т.Н. Ржанникова

Научный руководитель Л.Г. Рувинова, д-р биол. наук, профессор

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Очистка сточных вод представляет собой комплекс мероприятий по удалению загрязнений, содержащихся в бытовых и промышленных **сточных водах** перед выпуском их в водоёмы. Вопросы очистки, обезвреживания и утилизации сточных вод являются неотъемлемой частью проблемы охраны природы, оздоровления окружающей человека среды и обеспечения санитарного благоустройства городов и других населённых мест.

Цель исследования – оценить эффективность и качество очистки сточных вод общества с ограниченной ответственностью «Водоканал» города Кириллова. Для выполнения цели были поставлены следующие задачи:

1. Изучить технологию очистки сточных вод.
2. Охарактеризовать состояние и эффективность очистных сооружений.
3. Проанализировать качество очистки сточных вод общества с ограниченной ответственностью «Водоканал» города Кириллова.

Сточные воды от населения, предприятия и организаций города Кириллова собираются по канализационным коллекторам на главную канализационную насосную станцию (ГКНС) и далее по канализационным напорным коллекторам поступают на очистные сооружения канализации.

После очистки сточные воды отводятся в озеро Покровское через один организованный выпуск.

Координаты створа сброса сточных вод в озеро Покровское – $59^{\circ}50'10''$ с.ш. и $38^{\circ}25'15''$ в.д.

Канализационная насосная станция состоит из машинного отделения, в котором располагаются насосы, приемного резервуара и подсобных помещений. Насосная станция обслуживает центральную часть города.

Машинное отделение расположено на уровне земли. В нем расположены насосы для перекачки сточных вод с нижнего уровня канализационных сетей на верхний.

В приемный резервуар поступают сточные воды и находятся там до того, как их уровень достигает определенной отметки. После чего они насосами, находящимися в машинном отделении откачиваются на более высокую отметку.

Наружная канализационная сеть представляет собой систему подземных трубопроводов, принимающих сточные воды от внутриквартальных сетей и транспортирующих их к канализационным насосным станциям, очистным сооружениям канализации и в водоем.

Канализируемая территория города Кириллова разбита на три зоны.

С верхней зоны, имеющей более высокие отметки местности, сточные воды отводятся на ГКНС самотеком, а с нижних зон перекачиваются канализационными насосными станциями. В процессе эксплуатации производится монтаж, демонтаж труб, прокладка новых трубопроводов, замена старых участков. Протяжённость сетей канализации города Кириллова составляет 17,071 км.

Очистка сточных вод производится на биологических очистных сооружениях (БОС) предназначенных для полной биологической очистки с последующим хлорированием сточных вод.

Мощность очистных сооружений канализации города Кириллова составляет $3600 \text{ м}^3/\text{сут.}$

В состав очистных сооружений канализации входят: приемная камера, песколовки горизонтальные с круговым движением воды, двухъярусные отстойники, аэротенки, вторичные вертикальные отстойники, контактный резервуар, блок производственно-бытовых помещений, блок воздуходувной станции, иловые площадки, песковые площадки, хлораторная (в настоящее время не эксплуатируется).

Двухъярусные отстойники, аэротенки, вторичные отстойники и контактные резервуары скомбинированы в блок емкостей. Воздуходувки подают сжатый воздух в аэротенки. В здании находится насосное отделение, где насосы перекачивают все дренажные воды в приёмную камеру.

Анализы качества сточных вод на выпуске в озеро Покровское проводятся:

- по химическим показателям в лаборатории ФГБУ ГЦАС «Вологодский» на основании «Договора на проведение лабораторных исследований» от 01.03.2013 г. № 82/2013-ТК;

- по микробиологическим показателям в лаборатории ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Вологодской области» на основании «Договора возмездного оказания услуг» от 01.11.2013 г. № 1.

Периодичностью отбора проб – 1 раз в квартал.

Сточная вода по напорным коллекторам поступает в приемную камеру очистных сооружений, где происходит гашение напора. Далее по железобетонному лотку сточная вода поступает на песколовки, где происходит выпадение песка в осадок. Горизонтальная песколовка с круговым движением воды выполнена в виде прямоугольного горизонтального двухсекционного резервуара. Каждая секция состоит из рабочей и осадочной части, предназначенной для сбора и хранения выпавшего осадка до момента его удаления. Песок, скапливающийся в песколовках, в виде песочной пульпы, направляется на песковую площадку, где он обезвоживается и периодически используется на планировку территории очистных сооружений канализации.

После песколовок сточные воды поступают на двухъярусные отстойники. В отстойнике происходит выделение из сточных вод грубодисперсных примесей, которые накапливаются в его иловой части. Сброженный осадок из двухъярусных отстойников под гидростатическим давлением направляется на иловые площадки и после сушки вывозится для использования в качестве удобрения на сельскохозяйственные поля.

Осветленная вода затем поступает на сооружения биологической очистки – аэротенки, где очищается от органических загрязнений, оставшихся после механической очистки с помощью активного ила, для жизнедеятельности которого воздуходувками постоянно нагнетается воздух.

Далее обрабатываемая вода в смеси с активным илом поступает на вторичные отстойники, где активный ил, вместе с адсорбированными загрязнениями осаждается, а очищенная вода поступает в контактные резервуары. Осевший ил с помощью эрлифтов направляется обратно в аэротенк, а избыточный активный ил в септическую камеру двухъярусных отстойников. Очищенная вода поступает в контактный резервуар, где должно производиться ее обеззараживание, путем добавления хлорной извести, но в настоящее время обеззараживание сточных вод не производится. Согласно рабочему проекту «Реконструкция КОС производительностью 3000 куб. м³/сут. города Кириллов Вологодской области. Перекрытие аэротенков» разработанного в 2008 году, предусмотрено хлорирование сточных вод. Государственной программой «Охрана окружающей среды, воспроизводство и рациональное использование природных ресурсов» на 2013-2020 годы предусмотрено финансирование объекта «Реконструкция КОС производительностью 3000 м³/сут. города Кириллов» в 2017 году в сумме 3000,0 тыс. руб.».

Затем сточные воды сбрасываются в Покровское озеро через один организованный выпуск – труба диаметром 250 мм.

Оценка эффективности работы биологических очистных сооружений за 2013 г. приведена в таблице 1.

Таблица 1

**Характеристика работы очистных сооружений канализации
за 2014 год [1]**

Загрязняющее вещество	Результаты анализов				Средние показате- тели		Степень очистки
	1 квартал		2 квартал				2013 год
	Вход на БОС	Выход с БОС	Вход на БОС	Выход с БОС	Вход на БОС	Выход с БОС	БОС
Фосфаты	17,85	11,45	6,85	6,48	12,350	8,97	27,41
Аммоний ион	57,5	25,5	32	21,3	44,750	23,40	47,71
Железо	0,45	0,14	-	0,45	0,450	0,30	34,44
Нитрат ион	1,4	86,3	2,7	2,4	2,050	44,35	-
Нитрит ион	0,23	0,21	0,03	0,21	0,130	0,21	-
БПК5	114,7	11,1	25,1	7,9	69,900	9,50	86,41
Взвешенные вещества	73,68	3,72	21,76	1,12	47,720	2,42	94,93
Нефтепродукты	0,218	0,068	-	-	0,218	0,07	68,81
АПАВ	0,29	0,058	0,427	0,079	0,359	0,07	80,89

Данные, представленные в таблице 1, показывают, что очистные сооружения канализации города Кириллов работают в проектном режиме:

а) процесс нитрификации (биологическая очистка сточных вод) идет хорошо: на выходе с ОСК наблюдается резкое снижение концентрации аммоний иона относительно входа на ОСК, при одновременном повышении концентраций нитрит аниона и нитрат аниона. Под действием аэробных бактерий в присутствии достаточного количества кислорода происходит окисление аммоний иона с образованием вначале нитритов и при дальнейшем окислении – образованием нитратов. Поэтому по соотношению аммоний иона, нитритов и нитратов можно судить о работе очистных сооружений;

б) степень очистки сточных вод по взвешенным веществам и БПК даже немного выше проектных показателей:

- по взвешенным веществам фактическая степень очистки составляет 98,73% при проектной 95,4%;

- по БПК_{полн.} – 95,38% при проектной 94%.

Определение эффективности очистки сточных вод по микробиологическим показателям выполнялось в 2012 году. Результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2

**Характеристика качества сточных вод ООО «Водоканал»,
отводимых в озеро Покровское [1]**

№ п/п	Загрязняющее вещество	Результаты анализов		Эффект очистки, %	Норматив	Превышение над нормативом
		вход на БОС	выход с БОС			
1	ОКБ	399500	193500	51,6	500	387,000
2	ТКБ	399500	193500	51,6	100	1935,000

Из таблицы видно, что эффект очистки сточных вод по микробиологическим показателям составлял в 2012 году 51,6%.

В настоящем исследовании рассмотрена технология очистки сточных вод, а именно механическая, биологическая очистка, обезвоживание и обработка осадка. Анализ эффективности очистки сточных вод показал, что биологические очистные сооружения работают с соблюдением технологии, обеспечивая проектные показатели очистки сточных вод. Очистные сооружения канализации общества с ограниченной ответственностью «Водоканал» города Кириллова соответствуют санитарным и эпидемиологическим требованиям.

1. Проект нормативов допустимых сбросов веществ и микроорганизмов, поступающих в Покровское со сточными водами от общества с ограниченной ответственностью «Водоканал» города Кириллов, 2014 год.

**ВОЗДЕЙСТВИЕ ТВЕРДЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОТХОДОВ
АО «СКДМ» НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ**

А.И. Сабурова

*Научный руководитель **В.П. Уханов**, канд. геогр. наук, доцент
Вологодский государственный университет
г. Вологда*

Строительная отрасль оказывает существенное влияние на окружающую среду, и, как следствие, на устойчивость экосистем в целом [1]. Актуальность данной работы обусловлена тем, что в последние годы сильно возрастает спрос на быстровозводимое и доступное жилье. На территории города Вологда одним из предприятий, занимающихся в данной сфере, выступает Акционерное Общество «Вологодский завод строительных конструкций и дорожных машин (СКДМ)».

Целью исследования является определение воздействия твердых производственных отходов (ТПО) предприятия АО «СКДМ» на окружающую среду. Основной вид деятельности АО «Вологодский завод строительных конст-

рукций и дорожных машин» – производство зданий панельно-стоечной конструкции и мобильных быстровозводимых зданий контейнерного типа различного назначения (жилого, санитарно-бытового, производственного, складского) [2].

Производственная база предприятия размещается на двух площадках. Промышленная площадка № 1, на которой находится производственный комплекс, расположена на улице Набережная VI Армии 201. Площадка № 2 готовой продукции с участком по изготовлению инвентарных зданий панельно-стоечной конструкции и легких металлических конструкций расположена на улице Северная 44. В состав производственных цехов входят основное и вспомогательное производство, административные и бытовые помещения. Основное производство включает в себя: металлозаготовительный, экспериментальный, деревообрабатывающий, мебельный участки, участок сборки и сварки панелей основания и покрытия, участок нанесения пенополиуретана, монтажно-сборочный участок производства блок-контейнеров, заточное отделение металлообрабатывающего участка, участок лакировки, участок окраски и сборки производства блок-контейнеров, сварочный участок производства блок-контейнеров, участок сборочно-разборочных блоков, участок производства строительных конструкций и металлоконструкций. Вспомогательное производство включает в себя котельную, столовую, очистные сооружения, транспортный и механический участки, ремонтно-механический участок отдела главного механика.

В процессе производственной деятельности предприятия образуются отходы производства и отходы потребления. Годовой объем образования отходов на предприятии АО «СКДМ» составляет около 17 600 тонн. Наибольшее количество отходов составляют: лом несортированный (84%), отходы затвердевших полиамидов (6%), древесные отходы из натуральной чистой древесины (4%), смет с территории предприятия (3%) (рисунок). Другие отходы составляют 2%.

На промплощадке № 1 годовой объем образования отходов составляет 15 978,56 тонн, из них 99,2 % относится к V классу опасности отхода, 0,6 % – к IV классу и 0,2 % – к I, II и III классу (таблица 1). Из них 85,8 % передается сторонним организациям для использования, 14,0 % передается на полигон ТБО для захоронения, 0,1 % передается сторонним организациям для обезвреживания и переработки, 0,1% используется на предприятии.

На промплощадке № 2 годовой объем образования отходов составляет 1606,79 тонн, из них из них 98,6% относится к V классу опасности отхода, 1,2 % – к IV классу и 0,2% – к I и III классу (таблица 2). Из них 82,2% передается сторонним организациям для использования, 17,0 % передается на полигон ТБО для захоронения, 0,8% передается сторонним организациям для обезвреживания и переработки.



Рис. Процентное соотношение количества образующихся отходов

Таблица 1

Образование отходов производства и потребления по классам опасности на промплощадке № 1, т/год

Класс опасности	Образование отходов	Использование отходов на предприятии	Передача отходов другим организациям			
			для использования	для обезвреживания	для захоронения	для переработки
I	0,20	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00
II	1,24	0,00	0,00	1,24	0,00	0,00
III	31,67	0,00	18,19	13,48	0,00	0,00
IV	95,35	0,00	0,00	4,35	91,00	0,00
V	15850,10	12,40	13696,81	0,00	2137,53	3,36
Итого	15978,56	12,40	13715,00	19,27	2228,53	3,36

Таблица 2

Образование отходов производства и потребления по классам опасности на промплощадке № 2, т/год

Класс опасности	Образование отходов	Передача отходов другим организациям			
		для использования	для обезвреживания	для захоронения	для переработки
I	0,02	0,00	0,02	0,00	0,00
III	3,56	2,87	0,69	0,00	0,00
IV	19,67	0,00	0,00	19,67	0,00
V	1583,54	1318,01	0,00	254,09	11,44
Итого	1606,79	1320,88	0,71	273,76	11,44

На территории предприятия оборудованы места временного хранения отходов производства и потребления, образующихся в результате хозяйственной деятельности предприятия. Открытые площадки хранения имеют твердое покрытие. Отходы мелкофракционные хранятся в металлических емкостях. Отходы, способные испарять вредные загрязняющие вещества, хранятся в герметично закрытых металлических емкостях. Периодичность вывоза отходов определяется классами опасности отходов, нормами предельного накопления, техникой безопасности и договорными условиями на вывоз отходов. Предприятие осуществляет раздельный сбор отходов. Собственных объектов длительного хранения и захоронения отходов предприятие не имеет. Заключены договора на передачу отходов для захоронения, обезвреживания, переработки.

Таким образом, предприятие АО «СКДМ» является источником образования отходов. Годовой объем образования отходов составляет 17 585, 35 тонн. Предприятие не имеет собственных объектов размещения отходов, поэтому основная деятельность по обращению с опасными отходами, образующихся на предприятии состоит в сборе, временном хранении на территории предприятия, использовании и дальнейшей передаче сторонним организациям на обезвреживание, переработку и захоронение. Наибольшее количество образующихся отходов передается сторонним организациям для дальнейшего использования (84%).

1. Передельский, Л. В. Строительная экология: учебное пособие / Л.В. Передельский, О.Е. Приходченко. – Ростов на Дону: Феникс, 2003 – 320 с.
2. Проект нормативов образования отходов и лимитов на их размещение для ОАО «Вологодский завод строительных конструкций и дорожных машин» – Вологда, 2012. – 137 с.

К ВОПРОСУ О ПРИЖИЗНЕННОМ ПОЛЬЗОВАНИИ АНТРОПОГЕННО НАРУШЕННЫХ СОСНЯКОВ

Е.Н. Сакеева

*Научный руководитель А.С. Новосёлов, канд. с.-х. наук, доцент
Вологодский государственный университет
г. Вологда*

Живицей называют смолу хвойных пород, добываемую в процессе подсочки. Подсочка сосны – регулярное нанесение специальных ранений на стволы деревьев сосны в период вегетации для получения из них живицы. Сосновый терпентин (или *живица*) служит ценным сырьём для получения таких продуктов, как канифоль, скипидар и для нужд ракетостроения[1].

За последние 15 – 20 лет при заготовке спелой и перестойной древесины сосновые насаждения практически не вовлекаются в подсочку, и лесосырьевая база для добычи живицы резко сократилась. Известно, что осушаемые и пройденные несплошными рубками насаждения при воздействии мелиорации на

производительность древостоя могут быть использованы для добычи живицы, обеспечивая, таким образом, увеличение лесосырьевой базы подсочного производства [1].

Цель исследования – изучить выделение соснового терпентина (живицы) после выборочной рубки в Сокольском районе Вологодской области.

Для достижения цели были поставлены следующие **задачи**: 1. Изучить динамику смолопродуктивности антропогенно нарушенных сосняков; 2. Установить влияние интенсивности осушения на выделение сосновой живицы; 3. Определить достоверные связи смолы выделения при подсочке с такими параметрами, как температура воздуха, температура почвы, таксационный диаметр древостоев.

В качестве **объектов исследования** были подобраны осушаемые и заболоченные сосняки черничники на стационарах «Разрыв» (с мощностью торфа 50 см) и «Дор» (с мощностью торфа 30 см) в Сокольском районе Вологодской области (рисунок). Стационар «Разрыв» в качестве контроля включает древостой с проведённой гидротехнической мелиорацией с двумя пробными площадями (ПП) в приканальном и межканальном пространствах. Основным объектом исследования с выборочной рубкой, проведенной по традиционной схеме (год проведения – 2005) находится на стационаре «Дор». Почвы в основном сложены мезотрофными торфами. Стационары были выделены в натуре сотрудниками Вологодской региональной лаборатории СевНИИЛХ в районе дислокации трассы М8 и имеют диагональное расположение волоков. Изучено два пасечных пространства (лесополосы).

Для получения результатов были приняты единые **методика и технология работ**. Подсочка сосен проводилась экспресс-методом микроранений. Он заключался в высверливании на обнажённых, подрумяненных, участках

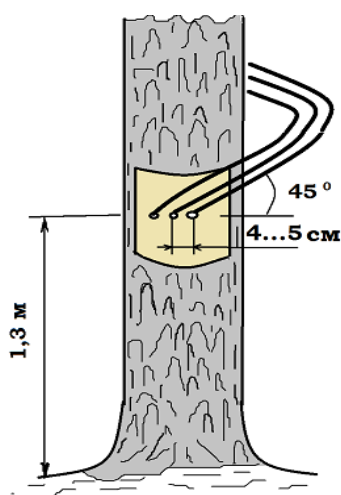


Рис. 1. Схема установки трубок ПВХ для оценки смолопродуктивности

стволов сосновых деревьев закрытых поранений (Ø 5 мм, глубина 15 мм) с последующей установкой в них прозрачных поливинилхлоридных (ПВХ) трубок длиной 100 – 150 см, с углом поднятия 45° на каждом исследуемом дереве. Трубки прикреплялись иглами к корке деревьев (рисунок 1).

Смолопродуктивность рассчитывалась по перерасчёту длин потеков в трубках ПВХ [1] на выход живицы с карродециметроподновки (КДП). Для изучения температурного режима почв (на поверхности и на глубине 10 и 20 см) и воздуха на высоте расположения карр использовали электронный термометр для торфяных почв. Лесотаксационные показатели устанавливали согласно общепринятой в лесоводстве методике и справочным данным [2].

Обсуждение результатов. Анализируя таксационную характеристику (табл.), можно сказать, что средний таксационный диаметр на обоих объектах наблюдений совпадает, причём, в приканальной части он несколько выше, чем в межканальной полосе, что говорит о положительном влиянии интенсивности осушения. Максимальный запас также установлен на приканальной контрольной пробной площади, что в 2,5 раза больше, чем на объекте выборочной рубки. Наибольшая абсолютная полнота древостоя отмечается на контрольной межканальной пробной площади, что в 2,2 раза выше аналогичного показателя на объекте.

Таблица

Таксационная характеристика объектов исследования

Номер ПП, положение	Состав древостоя	Класс бонитета	Средние показатели							
			возраст, лет	высота, м	диаметр, см	густота, шт./га	полнота		запас	
							Абсолютная, м ² /га	относительная	порода	м ³ /га
8 (К), ПК	10С	IV	112	20,5	21,3	1337	50,4	1,3	С	473,0
9 (К), МК	10С	IV	100	19,0	18,7	1780	52,7	1,5	С	465,0
Объект выборочной рубки	10С, ед. Е	III	70	17,5	20,6	860	22,7	0,68	С	189,0

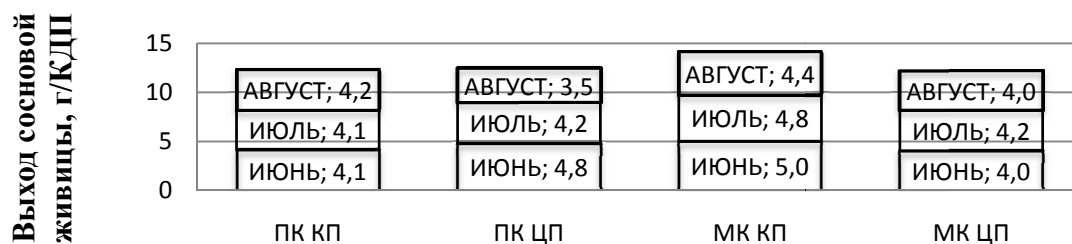
Примечание: (К) – контроль (сосновый древостой значительно удален от автодороги); положение относительно сети каналов (ПК – приканальное, МК – межканальное).

Анализируя данные гистограммы (рисунок 2), стоит отметить, что наименьший выход живицы на объектах выборочной рубки отмечается в августе, так как в этом месяце понижается температура почвы и воздуха и увеличивается количество атмосферных осадков.

Что касается контрольных объектов, то наибольшие показатели потоков живицы отмечаются с края пасеки на приканальной пробной площади. В среднем за три года эксперимента было выявлено, что в двух пасеках смолопродуктивность деревьев с края пасеки выше в межканальном пространстве, чем в приканальном на 22,7 и 12,8 %, соответственно.

Известно [1], что расположение проб относительно сети каналов и их положение в пасеке оказывает влияние на выход соснового терпентина. Минимум смоловыделения отмечен на контроле приканальном, это на 47 % меньше, чем на объектах выборочной рубки. Таким образом, можно заключить, что смоловыделение на исследуемых объектах в 1,9 раз больше, чем на контрольных. За трёхлетний период наименьшая изменчивость смоловыделения отмечается на второй пасеке древостоя. Изменчивость с края пасеки меньше, чем в центре пасеки на 9,1%, а изменчивость в приканальном и межканальном пространстве явных отличий не имеет.

А



Б

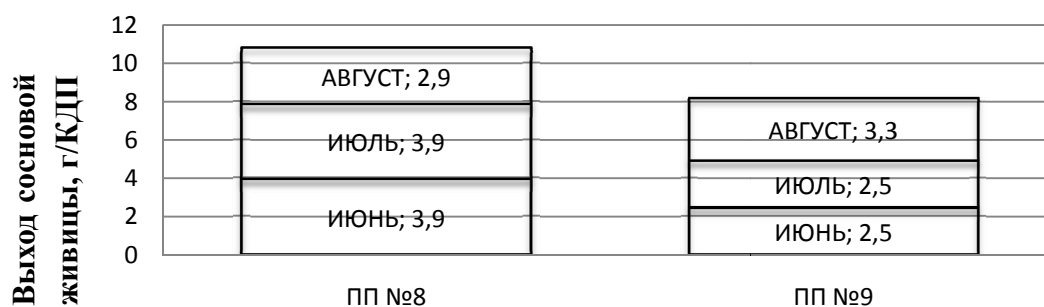


Рис. 2. Расчетный выход сосновой живицы с карродециметрподновки в среднем за три года наблюдений (А – после выборочной рубки; Б – осушаемый контроль)

В 2013 году теснота связи между температурой и потёком живицы в июле больше, чем в июне и августе на 65,6 и 31,1%, соответственно. В 2014 году положительная корреляционная связь прослеживается только в июне ($r=0,70$), а в июле и августе отмечается как отрицательная. В 2015 году отмечается значительная положительная теснота связи ($r=0,68$). Корреляция в июне больше, чем в июле и августе на 14 и 83%.

За три года наблюдений теснота связи между смоловыделением и диаметром оказалась выше в приканальном пространстве ($r=0,57$), чем в межканальном ($r=0,56$) на 26,5 % и с краю пасеки ($r=0,54$), чем в центре пасеки ($r=0,67$) на 36,1 %. Вероятнее всего это зависит от микроклимата и гидрологических особенностей после осушения, что, в свою очередь, создает комфортные условия роста.

Исходя из градации смолопродуктивности для сосняков, предложенной А.Л. Федяевым [2], можно сделать вывод, что большинство исследуемых объектов обладают низкой смолопродуктивностью. Причем показатели смолопродуктивности сосняка на объектах выборочной рубки выше, чем на контрольных объектах в 1,4 раза или на 26,0 %. В июне и июле несколько древостоев, а именно пять, обладают средней смолопродуктивностью, причем в июле она больше, чем в июне на 9,9 %. Можно предположить, что это связано с более комфортными условиями роста древостоев.

На основании проведенного исследования следует сделать следующие **выводы**: 1. Наибольшее влияние изменения смолопродуктивности сосняка за три года наблюдений отмечается в 2014 году на контрольном объекте (6,44 г/КДП), и в 2015 году на объекте выборочной рубки (7,94 г/КДП). 2. Практически весь древостой имеет низкую смолопродуктивность, т.к. после рубки прошло 9 лет и деревья еще недостаточно окрепли после стресса. 3. В межканальном пространстве более благоприятные условия для выделения живицы, что на 23,2 % больше, чем в приканальном. 4. Достоверные связи смоловыделения с температурами почвы ($r=0,87$) и воздуха ($r=0,70$), а также с таксационным диаметром древостоев ($r=0,85$) доказаны на значительном уровне. 5. Рекомендуются интенсивнее проводить подсочку с края пасеки, так как там выделяется живицы больше, чем в центре пасеки, а также в приканальном пространстве, так как почва здесь обогащена минеральными веществами.

1. Прижизненное и побочное пользования осушаемых лесов Вологодской области / Н.А. Дружинин, Ф.Н. Дружинин, А.С. Пестовский, А.С. Новоселов; под общ. ред. А.С. Новоселова. – Вологда: ИЦ ВГМХА, 2011. – 192 с.

2. Федяев А.Л. Влияние гидротермического режима на смолопродуктивность осушенного сосняка травяно-болотного / А.Л. Федяев, В.В. Яковлев // Материалы отчетной сессии по итогам научно-исследовательских работ за 1992. – Архангельск: АИЛиЛХ, 1993. – с. 79-82.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ ДЕНДРОПАРКА ИМЕНИ НИКОЛАЯ КЛЮЕВА (Г. ВЫТЕГРА ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ)

В.С. Снетилова

Научный руководитель С.М. Хамитова, канд. с.-х наук, доцент
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Одним из сильнейших по действию и наиболее распространенным химическим загрязнением является загрязнение тяжелыми металлами. Актуальность проблемы воздействия тяжелых металлов на микрофлору городских почв определяется тем, что именно в почве сосредоточена большая часть всех процессов минерализации органических остатков, обеспечивающих сопряжение биологического и геологического круговоротов. Для городских почв – загрязнение тяжёлыми металлами является одним из сильнейших. Следует отметить, что исследований содержания тяжёлых металлов в почвенном покрове зеленых насаждений достаточно мало. Актуальным исследованием по данной тематике является изучение этой проблематики в созданном дендропарке

имени Николая Клюева, с установления возможного текущего загрязнения и выработки мер по снижению содержания тяжёлых металлов в почве на перспективу.

Гордостью вытегоров является земляк, поэт Николай Клюев. В 2014 году, в год 130-летия со дня рождения Н.Клюева, в городе Вытегре при поддержке «фонда Тимченко», правительства Вологодской области и Вытегорского муниципального района создан дендропарк имени Николая Клюева, в котором высажены деревья, цветы и кустарники, наиболее часто упоминаемые поэтом, дополненные растительными композициями и малыми архитектурными формами в стиле клюевской поэзии. [1-5]

В результате реализации проекта в г. Вытегре создан уникальный дендропарк, аналогов которому нет в России и мире, что укрепит экономическую ситуацию и значительно повышает туристскую привлекательность города. Рост турпотока ожидается с 60 тыс. в 2017 году до 80 тыс. туристов и экскурсантов в последующие годы.

Дендропарк имени Николая Клюева расположен вблизи федеральной трассы А119 Вологда-Медвежьегорск, а это значит, что почва подвержена накоплению и увеличению содержания тяжелых металлов от автомобильных выхлопных газов.

Вместе с этим формируется новая площадка для научно-исследовательской деятельности.

Почвенный покров является важнейшим природным образованием.

Важнейшее свойство почвенного покрова – его плодородие, под которым понимается совокупность свойств почвы, обеспечивающих урожай сельскохозяйственных культур. [6]

Целью работы является исследование содержания тяжелых металлов в почвенном покрове дендропарка имени Николая Клюева в г. Вытегре Вологодской области.

Наши исследования содержания тяжёлых металлов в почвах дендропарка приведены в таблице.

Общую загрязненность почвенных условий определяет валовое содержание тяжелых металлов, а доступность элементов для питания растений – подвижные формы металлов. Загрязнённость подвижными формами тяжёлых металлов наиболее опасна, потому что в такой форме может происходить их ассимиляция растительными организмами. Валовые формы тяжёлых металлов – это потенциальный запас подвижных форм элементов, активно участвующих в биологическом круговороте веществ. По всем исследуемым тяжёлым металлам нами не выявлено превышений допустимых концентраций. В данное время в дендропарке ПДК по тяжелым металлам находятся в норме, и это не представляет никакой угрозы ни людям, ни микроорганизмам, ни растениям. Но так как наш парк находится в непосредственной близости с федеральной трассой, количество автомобилей постоянно растет, то несомненно, что почва максимально подвержена постепенному накоплению тяжелых металлов, а это

приведет к нарушениям в нормах ПДК, а это уже, в свою очередь, нанесет вред окружающей среде.

Таблица

**Содержание тяжёлых металлов в почвенном покрове дендропарка
имени Николая Ключева (проба № 1)**

№	наименование показателя	ед. изм.	Значения характеристик	
			при испытани- ниях	погреш- греш- ности
Агрохимические и физико-химические показатели :				
1	рН солевой вытяжки	Ед. рН	4,7	±5,6
2	Массовая доля подвижного калия	мг\кг	153,5	±30,7
3	Массовая доля подвижного фосфора	мг\кг	28,0	±0,1
Массовая форма подвижных форм металлов :				
4	Марганец	мг\кг	8,4	± 1,3
5	медь	мг\кг	1,02	±0,31
6	никель	мг\кг	0,91	±0,25
7	кобальт	мг\кг	0,29	± 0,06
8	свинец	мг\кг	1,62	±0,34
9	фтор	мг\кг	1,69	±0,30
Токсичные элементы (валовые формы):				
10	Молибден (в воздушно-сухом состоянии)	мг\кг	0,27	±0,04
11	Ртуть (в воздушно-сухом состоянии)	мг\кг	0,023	±0,005
12	Свинец (в воздушно-сухом состоянии)	мг\кг	16,2	±3,4
13	Хром (в воздушно-сухом состоянии)	мг\кг	9,1	± 3,3
14	Марганец (в воздушно-сухом состоянии)	мг\кг	404,0	±92,9
15	Мышьяк (в воздушно-сухом состоянии)	мг\кг	1,32	±0,17
16	Медь (в воздушно-сухом состоянии)	мг\кг	13,4	±3,1
17	Кобальт (в воздушно-сухом состоянии)	мг\кг	12,7	±3,6
18	Цинк (в воздушно-сухом состоянии)	мг\кг	51,5	±17,0

Чтобы этого не допустить, можно оборудовать звукопоглощающие заборы или ввести почвоулучшающие растения.

Подсчитав всю смету расходов, пришли к таким выводам: 4 100 000 рублей – цена возведения звукопоглощающего забора; (Данные были предоставлены ООО «Строй Дом»); 43 652 рубля – цена введения фитомелиорантов.

Делая вывод о затратах, учитывая всю подсчитанную смету, можно с уверенностью сказать, что известкование, фосфоритование и посадка фитомелиорантов на нашу территорию в десятки раз дешевле, гораздо выгоднее и экономически эффективнее, нежели внедрение нового звукоизоляционного ограждения.

1. Рудаков В.О., Картабаева Б.Б., Хамитова С.М., Авдеев Ю.М. Микроорганизмы почвы дендропарка Николая Ключева. - Биотика. – 2015. Т. 7. № 6. – С. 172-175.

2. Рувинова Л.Г., Сверчкова А.Н., Хамитова С.М., Авдеев Ю.М. Биологический мониторинг загрязнения почвенной и водной среды в условиях урбанизации. – Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2016. № 6 (117). – С. 14-20.

3. Корчагов С.А., Авдеев Ю.М., Хамитова С.М., Глинина Ю.В., Енальский А.П. Экологическая и генетическая оценка свойств деревьев ели различных экотипов в условиях вологодской области. – Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2016. № 5 (116). – С. 65-72.

4. Avdeev Yu., Khamitova S. Effective environmental management and biologization of agriculture at cultivation of long-term herbs. – Nauka i studia. – 2016. T. 1. – С. 27-32.

5. Avdeev Yu., Khamitova S. Kaverinsky garden as a platform for scientific and practical ecological activities of schoolchildren of vologda. – Nauka i studia. – 2015. T. 5. – С. 35-40.

6. Соколов М.С., Глинушкин А.П., Торопова Е.Ю. Средообразующие функции здоровой почвы – фитосанитарные и социальные аспекты //Агрохимия. 2015. № 8. С. 81-94.

ВОЗМОЖНОСТЬ ОЧИСТКИ ПРИРОДНЫХ ВОД ОТ МЫШЬЯКА С ПОМОЩЬЮ ПРИРОДНОГО СОРБЕНТА

А.Р.Труфанов

Научный руководитель А.И.Труфанов, канд. геол.-минерал. наук, доцент

Вологодский государственный университет

Научный руководитель О.А. Власова, канд. с.-х. наук, зам. директора

ФГБУ ГЦАС "Вологодский"

г. Вологда

В соответствии Федеральным законом от 07.12.2011 № 416 «О водоснабжении и водоотведении» государственная политика направлена на охрану здоровья населения и улучшения качества жизни населения путем обеспечения качественного водоснабжения. Осуществление данной задачи тесно связано с развитием высокоэффективных и экономически выгодных технологий и подходов в кондиционировании природных вод хозяйственно-питьевого назначения. Отдельные предприятия и населенные пункты, находящиеся на периферии области и не имеющие доступа к централизованному водоснабжению, ощущают необходимость в качественном водоснабжении более остро. Следует отметить, что такие водопотребители чаще обращаются к подземным водам, вследствие их очевидных преимуществ как источников водоснабжения. А именно, более высокая защищенность, стабильных химический состав,

а главное, они часто требуют менее затратные мероприятия по доведению их качества до нормативных значений (СанПиН 2.1.4.1116-02).

Несмотря на отмеченные преимущества, в составе подземных вод некоторых районов области отмечаются повышенные содержания некоторых элементов (железо, бор, фтор, мышьяк и др.), что является серьезной проблемой при обеспечении населения этих районов качественной питьевой водой. Повышенные концентрации нормируемых элементов зависят от гидрогеохимической обстановки формирования химического состава подземных вод. Так, например, широкое распространение в Вологодском регионе гидрокарбонатных натриевых вод благоприятно сказывается на миграции и накоплении в них таких элементов как фтор, барий, бор [1]. Натриевые воды также более благоприятны для миграции и накопления в них мышьяка, поскольку весьма значительна разница в растворимости натриевых и кальциевых (магниевых) соединений мышьяка ($\text{Ca}_3(\text{AsO}_4)_2 = 0,012\%$; $\text{Mg}_3(\text{AsO}_4)_2 = 0,011\%$; $\text{Na}_3\text{AsO}_4 = 13,8\%$ [2]).

Однако накопление мышьяка в подземных водах региона может происходить под влиянием как природных, так и техногенных факторов. Вопрос о преимуществе этих факторов, влияющих на накопление мышьяка в подземных водах, следует считать открытым, так как техногенные (антропогенные) источники также многочисленны: пестициды, пищевые добавки в птицеводстве, медикаменты, сжигаемый уголь, металлургические отходы, моющие средства и др.

Впервые в Вологодской области на концентрации мышьяка в подземных водах, которые превышали ПДК, обратили внимание при бурении эксплуатационных скважин, предназначенных для водоснабжения поселка Пача Шекнинского района. Однако при обнаружении опасных концентраций скважины были затампонированы и данный факт остался неизученным.

Несмотря на то, что значения предельно допустимых концентраций мышьяка существенно различаются в нормативных документах (таблица 1) исследователи сходятся в том, что даже в малых концентрациях он токсичен для человека.

Таблица 1

Величины предельных концентраций мышьяка в питьевых водах мг/дм³

USEPA	ВОЗ	ЕС	СанПиН 2.1.4.1116-02
0,05	0,01	0,01	0,01

Токсичность соединений мышьяка меняется в зависимости от его валентности. Они обладают токсическим действием на многие органы и системы организма. Поскольку мышьяк обладает выраженной способностью к кумуляции, возможны хронические интоксикации, проявляющиеся в виде функциональных расстройств центральной и периферийной нервной системы [3].

Мышьяк может находиться в воде в двух формах: трёхвалентный мышьяк, известный как As^{3+} , и пятивалентный мышьяк, известный как As^{5+} . Обе эти формы можно удалить с помощью соответствующих методов очистки – ионного обмена, обратного осмоса, осаждения мышьяка известковым молоком, электрохимическая очистка и др. Следует отметить, что данные методы требуют высоких затрат, либо имеют узкий спектр применения.

Исходя из геохимических предпосылок и гидрогеохимической обстановки районов Вологодской области, в которых распространены подземные воды с повышенным содержанием мышьяка, наиболее оптимальным методом его удаления можно рекомендовать адсорбцию анионов мышьяка как местными природными сорбентами (ожелезненный и омарганцованный песок, шунгит), так и рекомендованные в некоторых работах (брусит)[4,5].

С целью определения возможности использования природного и модифицированного гидроксида магния, ожелезненного и омарганцованного песка, а также шунгитовой породы в качестве сорбента были проведены лабораторные эксперименты по удалению соединений мышьяка из природных вод.

Эксперимент проводился в динамическом режиме. Приготовленный раствор мышьяка с концентрацией $0,06 \text{ мг/дм}^3$ пропусклся через делительные воронки, заполненные одним из сорбентов, выбранных для эксперимента. Содержание мышьяка в исходном растворе соответствует максимально высоким концентрациям, встреченным в естественных условиях на территории Вологодской области. Скорость фильтрации составляла 500 мл в сутки. Фильтрат отбирался в подготовленные емкости и анализировался. Определение проводилось в ФГБУ ГЦАС "Вологодский" по методике МУ 31-09/04. В качестве сорбента были использованы: природный и модифицированный гидроксид магния (брусит), шунгит, смесь ожелезненного и омарганцованного песка. Термо-модификация брусита проводилась по методике предложенной Пушкарёвой Г. И.[6].

Для сравнения результатов эксперимента также была опробована очистка воды от мышьяка с помощью «Фильтра Шойгу», изготовленного на основе углеродной смеси высокой реакционной способности (УСВР).

Результаты эксперимента приведены в таблице 2.

Таблица 2

Результаты экспериментальных исследований

Сорбент	Процент очистки, %
Шунгит	76,0
Ожелезненный и омарганцованный песок	96,7
Брусит	81,4
Бруситтермо-модифицированный	96,7
УСВР	51,5

Исходя из результатов эксперимента, приведенных в таблице 2, следует, что наименее качественная очистка была произведена фильтром на основе углеродной смеси высокой реакционной способности. Шунгит и брусит обладали средней степенью удаления мышьяка.

Лучшие результаты были показаны модифицированным бруситом и смесью ожелезненного и омарганцованного песка. Несмотря на высокую степень очистки, модифицированный брусит требует специальной подготовки, затраты энергии и времени, в то время как ожелезнение и омарганцевание песка происходило в природных условиях и не требовало ни какой подготовки перед экспериментом.

Таким образом, наиболее перспективным следует считать адсорбцию мышьяка с помощью ожелезненного и омарганцованного песка. Данный сорбент, распространенный во флювиогляциальных отложениях Вологодской области, наиболее качественно произвел очистку от мышьяка, но его емкостные свойства требуют дальнейшего изучения.

1. Труфанов, А.И. Провинция содовых вод на севере Русской плиты / А.И. Труфанов // Гидрогеохимия осадочных бассейнов: Труды Российской научной конференции. – Томск, 2007. – С.298-303.

2. Киргинцев, А.Н. Растворимость неорганических веществ в воде. Справочник /А.Н. Киргинцев, Л.Н. Трушникова, В.Т. Лаврентьева. – Москва: Химия, 1972. – 248с.

3. Нарыков, В. И. Гигиена водоснабжения : учеб. пособие / В. И. Нарыков, Ю. В. Лизунов, М. А. Бокарев. – Санкт-Петербург : СпецЛит, 2011. – 115 с.

4. Никифоров, И.А. Адсорбция анионов хрома (VI) и мышьяка (III) сорбентами на основе гидроксида железа (III) [текст] / И.А. Никифоров // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия Химия. Биология. Экология. – 2012. – №2. – С.40-42.

5. Пушкарева, Г.И., Коваленко К.А. Очистка природных и техногенных вод от мышьяка [текст] / Г.И. Пушкарева, К.А. Коваленко // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2012. – №9. – С. 294–298.

6. Пушкарева Г. И. Влияние температурной обработки брусита на его сорбционные свойства // ФТПРПИ. – 2000. – № 6. – С. 90–93.

СОЦИАЛЬНЫЕ ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

П.А. Фёдоров

*Научный руководитель Л.Г. Рувина, д-р биол. наук, профессор
Вологодский государственный университет
г. Вологда*

Одну из главных ролей в формировании здоровья играют социальные факторы. Социальный фактор – это любая часть в окружении человека, которая значительно влияет на его здоровье, самочувствие, поведение. Различные уровни здоровья населения неразрывно связаны с социально-экономическим уровнем области, района, города: чем выше социо-экономический уровень, тем лучше показатели здоровья человека и населения в целом.

Социальные факторы зависят от социально-экономической структуры общества, уровня культуры, образования, обычаев, традиций, производственных отношений между коллегами на работе, социальных внутрисемейных установок. Большинство из этих факторов входит в общее понятие "образ жизни". Его влияние на развитие и здоровье человека составляет свыше 50% среди всех факторов.

В районах Вологодской области социальные показатели стоят на разных уровнях и соответственно социально-экономические факторы районов отличаются друг от друга. Какие социальные факторы в большей степени влияют на здоровье населения области и следует выяснить в данной статье.

Цель исследования – проанализировать социальные факторы, влияющие на качество жизни и здоровье населения в Вологодской области.

Для реализации поставленной цели необходимо решить следующие **задачи**:

- охарактеризовать и проанализировать качества жизни населения;
- выявить основные социальные факторы, влияющие на здоровье человека.

Социальные факторы полностью связаны с жизнью людей и их взаимоотношением в обществе. То есть это отношение людей к друг другу (семейные, бытовые, рабочие, классовый) и отношение человека к природе. Социальные факторы можно разделить на следующие группы: медицинские, правовые, социально-биологические, социально-экономические, социокультурные, экологические.

Здоровье населения непосредственно зависит от качества медицинских услуг. И такая группа социального фактора, как медицина, является одной из главных в Вологодской области. На территории области находится 54 больничных организаций, не считая платных. И качество бесплатных, естественно, уступает платным. Но данный тип услуг доступен не всем слоям населения,

что тоже ухудшает качество здоровья. Необходимо стремиться сделать всю медицину более доступной для всего населения. В последнее время резко увеличилось сокращение коек-мест в больницах, что приводит к увеличению смертности среди населения.

Каждый человек имеет право пожаловаться на некачественную медицинскую услугу или вовсе отказаться от неё. Это должно повысить качество медицины и, соответственно, повысить процент здорового населения. Это и есть правовая группа социального фактора, влияющего на здоровье населения.

Пол, возраст и наследственность – все это влияет на группу людей и отдельно на человека. Но все эти социально-биологические характеристики существенно не влияют на общество в целом и его развитие.

К социально-экономической группе относятся занятость и зарплата населения. По последним данным Департамента труда и занятости населения Вологодской области безработных составляет 8223 человека (на конец августа 2016). Но, по сравнению с сентябрём 2015 года, число безработных уменьшилось примерно на 1400 человек. Это говорит о том, что количество рабочих мест в области увеличивается. И, тем не менее, нужно стремиться к максимальному уменьшению безработных в области.

Таблица

Основные показатели, характеризующие уровень жизни населения [2]

	Август 2016 г.	В % к		Справочно: август 2015г. в % к	
		августу 2015г.	июлю 2016г.	августу 2014г.	июлю 2015г.
Денежные доходы (в среднем на душу населения), рублей	28201	110,8	108,4	114,2	94,1
Реальные располагаемые денежные доходы	х	102,1	109,0	104,1	95,3
Средняя начисленная заработная плата одного работника: номинальная, рублей	28625	107,9	100,9	104,4	98,7
Реальная заработная плата	х	100,7	100,8	90,9	98,5

На здоровье населения, непосредственно, влияет и сама заработная плата. От размера дохода зависит организация отдыха. Маленькая зарплата – несбалансированное питание, некачественная одежда, отсутствие возможности выехать к морю. Следовательно, здоровью человека причиняется ущерб. Среднемесячная заработная плата работников организаций (включая малые предприятия) в целом по области составила 28625 рублей на август 2016 года (таблица).

Наиболее высокие темпы роста номинальной заработной платы к январю 2015 года в целлюлозно-бумажном производстве, издательской и полиграфической деятельности (131%), металлургическом производстве и производстве готовых металлических изделий (128,7%), химическом производстве

(117,8%), сельском хозяйстве, охоте и лесном хозяйстве (107,9%). Среднемесячная заработная плата в социальной сфере: – в образовании – 19566 руб. (рост на 4,9%); – в здравоохранении и предоставлении социальных услуг – 23665 руб. (рост на 4,5%).

Разделяя районы по заработной плате, с самым низким уровнем относятся Устюженский, Кирилловский, Никольский, Харовский, Тарногский, Кич-Городецкий. А с самым высоким уровнем относятся Череповецкий, Бабаевский, Вытегорский, Кадуйский, Нюксенский.

В социокультурную группу относят образование. Так, с высшим образованием, в наше время, больше шансов найти престижную работу с достойной заработной платой. Что естественно является одним из признаков благоприятной обстановки и здоровья населения.

И наконец, экологическая группа, которая непосредственно влияет на самочувствие и здоровье человека. Много промышленных районов, которые загрязняют окружающую среду и тем самым ухудшают здоровье. К таким районам относятся Сокольский, Великоустюгский, Вологодский и Череповецкий.

Таким образом, в Вологодской области качество здоровье населения удовлетворительно. Но стоит решить несколько социальных задач, для большего улучшения благоприятной жизни человека. Например, в области немедленно требуется строительство новых больниц и тем самым увеличение коек-мест. Так же стоит острый вопрос о предоставлении рабочих мест, так как в области еще остается большое количество неработающего населения. Решение данных вопросов поможет улучшить жизнь население и тем самым его здоровье.

1. Официальная статистика – Уровень жизни [электронный ресурс] / vologdastat. – Режим доступа: http://vologdastat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/vologdastat/ru/statistics/sphere/

ВЛИЯНИЕ ГРАДООБРАЗУЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ И АВТОТРАНСПОРТА НА ПОЧВЫ ГОРОДА СЕВЕРОДВИНСКА

А.В. Швалёва

Научный руководитель ***Т.И. Белозёрова***, канд. техн. наук, доцент
Филиал САФУ им. М.В. Ломоносова в г. Северодвинске,
Институт судостроения и морской арктической техники
г. Северодвинск

Загрязнение почв тяжелыми металлами ухудшает условия произрастания и устойчивость растительности, при этом их санитарно-гигиенические функции ослабевают. С вдыхаемым воздухом, почвенной пылью по цепям питания тяжелые металлы могут поступать в организм животных и человека, накапливаться, включаться в метаболический цикл. Поэтому проблема диагностики уровней содержания ионов тяжелых металлов актуальна для городов.

Целью работы является изучение степени загрязнения почв г. Северодвинска подвижными формами тяжелых металлов.

Объектом исследования был выбран почвенный покров города Северодвинска, являющийся центром атомного судостроения России. На территории города Северодвинска расположен целый ряд предприятий, которые являются источниками поллютантов различного характера: ОАО ПО «Севмаш», ОАО «ЦС “Звёздочка”», ОАО «СПО «Арктика», ОАО «Северный Рейд», на которых производится постройка и ремонт атомных подводных субмарин, и городские теплоэлектростанции.

Отбор проб в 2014, 2015 гг. проводился в нескольких районах г. Северодвинска. Выбор мест обусловлен вероятным наличием в этих почвах поллютантов, образовавшихся в результате техногенного загрязнения, по причине близкого расположения к их источникам.

Точечные пробы отбирались шпателем методом конверта. В лаборатории кафедры была проведена пробоподготовка: точечные пробы высушены, просеяны. Затем высушенные пробы квартовали и готовили объединенную пробу [1,2].

Первая часть данного этапа исследования включает в себя выявление в исследуемых образцах ионов тяжелых металлов экспресс-методами.

Экспресс-диагностика наличия ионов ТМ в почвенных пробах проводилась по характерному окрашиванию растворов в результате добавления в почвенные экстракты качественных реактивов.

Таблица

**Результат экспресс-диагностики содержания
в почвенных пробах ионов тяжелых металлов**

№ участка	Место пробоотбора	Определяемый ион				
		Fe (II)	Fe (III)	Ni (II)	Pb (II)	Cu (II)
		$K_4[Fe(CN)_6]$ синее	NH_4CNS розово-красное	$C_4H_8N_2O_2$ бруснич.	KI, желтое	NH_4OH , лазурно-синее
1	Труда-Ломоносова	наличие	наличие	н/о	наличие	н/о
2	о. Театральное	наличие	наличие	н/о	наличие	н/о
3	Ж/д-Советская	наличие	наличие	н/о	н/о	н/о
4	Ягринский мост	наличие	наличие	н/о	следы	н/о
5	Труда-К. Маркса	наличие	наличие	н/о	н/о	н/о
6	Южная	наличие	наличие	н/о	н/о	н/о
7	«Северный рейд»	наличие	наличие	н/о	н/о	наличие
8	Котлован	следы**	следы	н/о	н/о	н/о
9	ур. «Параниха»	следы	наличие	н/о	н/о	н/о
10	Заводской парк	следы	следы	н/о	н/о	н/о

По результатам исследования можно сделать вывод, что наиболее загрязнённым ионами тяжелых металлов являются участки около предприятия ОАО «Северный Рейд», перекресток улиц Труда-Ломоносова, берег оз. Театральное.

«Северный Рейд» – загрязнение вероятнее всего обусловлено спецификой предприятия – производство и ремонт продукции приборостроения для нужд верфей судостроительной отрасли.

Перекресток Труда-Ломоносова – основная оживленная автотрасса города.

Берег оз. Театральное характеризуется понижением рельефа местности [5], что могло привести к стоку и накоплению в его почвах ионов тяжелых металлов. Также не стоит исключать и возможность сброса туда отходов различного характера.

Для определения концентраций обнаруженных ионов использовался фотокolorиметрический метод. Почвенные вытяжки готовили по стандартной методике. Подвижные формы тяжелых металлов извлекались различными растворами экстрагентов. Ионы Cu^{2+} определялись ацетат-аммонийным буферным ААБ раствором с pH 4,8, ионы Ni^{2+} и Pb^{2+} 1,0н HNO_3 и ионы Fe^{3+} 0,2н HCl), данные экстракты рекомендованы для оценки степени доступности данных металлов растениями. «Обменные» формы извлекались ААБ pH 4,8; специфически сорбированные соединения металлов вместе с «обменными» формами извлекались 0,2н HCl . Содержание специфически сорбированных соединений находят по разности между количествами ТМ, извлекаемых 0,2н HCl и ААБ. Рассматривают эту форму как переходную, промежуточную между подвижной и прочно связанной.

Определение pH водной почвенной вытяжки проводилась согласно методике ГОСТ 26423-85, определение pH солевой вытяжки по методике ЦИНАО ГОСТ 26212-91, потенциометрическим методом, экстрагирующий раствор – 1н KCl (pH 5,6 – 6,0). Определение гидролитической кислотности по Каппену методом титрования в модификации ЦИНАО ГОСТ 26212-91 [1]. Потенциальная обменная кислотность pH, определяемая в вытяжке 1н раствора KCl является стандартным показателем для почвенно-климатической зоны исследуемой территории [4].

Отклонение среднего значения концентрации железа в почве г. Северодвинска оценивалось от регионально-химического фона. Среднее значение концентрации железа в почвах г. Северодвинска 4687,0 мг/кг, минимальное 2417,0 мг/кг; максимальное – 8252,0, что не превысило регионального химического фона 11000-13000 мг/кг и кларк 25000 мг/кг.

Оценка отклонения среднего значения концентрации никеля в почве определялась по ПДК=4,0 мг/кг для подвижных форм. Содержание никеля в почвах ниже ПДК и колеблется в интервале от 0,07-0,01.

Для того чтобы определить гидролитическую кислотность (ГК) проводили исследование объемным методом: к просеянной пробе массой 20 г приливали 50 мл 1н раствора уксуснокислого натрия (CH_3COONa). Содержимое взбалтывали в течение 5 минут и оставляли на сутки.

После этого суспензию отфильтровывали через сухой фильтр. Далее пипеткой отбирали 25 мм прозрачного фильтрата и переносили в колбу. Далее в фильтрат добавляли 1-2 капли фенолфталеина и фильтрат титровали 0,1н раствором NaOH до слабо-розовой окраски, не исчезающей в течение 1 минуты [1].

Проведенные исследования показали, что на территории г. Северодвинска загрязнение почв выше ПДК по содержанию подвижных форм ионов железа, никеля и меди не установлено, реакция среды нейтральная. Наиболее низкие значения рН (от 3,01 до 3,46) отмечены в районах оз.Театральное, что объясняется пониженным рельефом местности, высоким уровнем стояния грунтовых вод и переувлажненностью, (гранулометрический состав – песчаные, с низким содержанием гумуса и как следствие, бедной растительностью) [5]. На этой же территории наблюдается повышенная концентрация ионов железа, меди, никеля т.к. при увеличении кислотности увеличивается подвижность ионов металлов.

1. Гигиенические нормативы ГН 2.1.7.2041-06.
2. ГОСТ 17.4.4.02-84 Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа.
3. ГОСТ 26212-91 Почвы. Определение гидролитической кислотности по методу Каппена в модификации ЦИНАО.
4. Дабахов М.В., Чеснокова Е.В. Тяжелые металлы в почвах парков за-речной части Нижнего Новгорода // Вестник Нижегородского университета им. Н.И.Лобачевского. 2010г, №2, с.109-116
5. Попова, Л.Ф. Особенности накопления тяжелых металлов почвами и растениями в условиях промышленного города / Л.Ф. Попова // Фундаментальные исследования академии естествознания. – 2005. – № 10. – С. 88 – 89.
6. Санитарные нормы СанПиН 42-128-4433-87 "Санитарные нормы допустимых концентраций химических веществ в почве" (утв. заместителем Главного государственного санитарного врача СССР от 30 октября 1987 г. N 4433-87).

Секция «ПРОБЛЕМЫ БИОЛОГИЧЕСКОГО
РАЗНООБРАЗИЯ И ЕГО СОХРАНЕНИЯ»

**ПРОБЛЕМНЫЕ АСПЕКТЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ
ВЫМЕРШИХ ВИДОВ**

И.В. Артамонов

Институт социально-экономического развития
территорий РАН
г. Вологда

В контекст проблемы сохранения и восстановления биоразнообразия (как локального, так и в больших масштабах, на уровне крупных экосистем) хорошо вписался обозначившийся относительно недавно тренд – попытки восстановления вымерших видов. Предполагается, что таким образом открывается возможность не только для практического применения достижений современной молекулярной биологии и генетики, но и для непосредственного восстановления некогда существовавших биоценозов.

Для этого имеется несколько предпосылок: прежде всего, речь идет о видах, вымерших по причине расширения хозяйственной деятельности человека и уже в историческое время. Наиболее часто речь идет, безусловно, о тех видах, которые исчезли сравнительно недавно, и существует возможность получения их относительно полноценных геномов.

Второй предпосылкой является анализ палеоэкосистем, в особенности экосистем недалекого прошлого. Предполагается, что такие экосистемы, будучи восстановленными, позволят вести определенную хозяйственную деятельность.

В этом случае наиболее часто упоминается о своеобразной реанимации экосистем эпохи плейстоцена.

Если рассматривать биологический вид как систему и совокупность адаптаций, необходимо указать на ограниченность применимости этой системы. Каждый вид тесно интегрирован в ту экосистему, в которой проходил процесс его становления. В связи с этим комплекс адаптаций позволяет существовать ему в достаточно узком коридоре факторов внешней среды.

Именно поэтому вопрос о реанимации вымерших видов не может рассматриваться в отрыве от проблемы реанимации экосистем, в которых они существовали. Это обстоятельство накладывает серьезные ограничения на подобные проекты. И здесь также существует как минимум два спорных момента.

Во-первых, современные экосистемы сами по себе во многих случаях нуждаются в охране. Так как наиболее вероятным является восстановление экосистем плейстоцена (имеется доказанная возможность замещения вымер-

шей мегафауны современными животными), часто поднимается вопрос, как о целесообразности такого процесса, так и о вероятном замещении этими экосистемами существующих.

Палеоэкосистемы (а именно, биомы приледниковых областей плейстоцена) были весьма продуктивны (по уровню продукции растительной биомассы их можно сравнить с современными саваннами), но при этом их существование было привязано к весьма специфическим условиям, которые сегодня на Земле практически не встречаются. Поэтому вопрос о восстановлении таких биомов сегодня рассматривается исключительно в виде небольших экспериментальных территорий часто вне проблемы восстановления вымерших видов. Делается упор на возможность возобновления хозяйственной деятельности в условиях современной тундры после окончательного становления подобных плейстоценовым экосистем.

Второй спорный момент связан уже с включением восстановленных видов в существующие экосистемы. В данном случае, как правило, рассматриваются те виды, которые существовали и вымерли в современных экосистемах.

Так как каждый вид изначально является частью экосистемы, ее внутренних взаимодействий, он занимает определенную экологическую нишу. Теория эволюции говорит о том, что на любую, даже занятую нишу, всегда имеются претенденты, занимающие в таком случае подчиненное положение и остающиеся в подавленном состоянии. Однако комплекс скрытых и пока еще нереализованных адаптаций позволяет им в короткое время занять вакантное место в экосистеме. Этот процесс замещения одних видов другими является основой устойчивости экосистем. Как правило, при наличии вакантных мест видообразование значительно ускоряется, а видовое разнообразие существенно увеличивается.

Если рассматривать ситуацию, в которой один из значимых для экосистемы видов исчезает, нужно предположить, что через некоторое время его место занимает другой вид со сходным комплексом адаптаций и равновесие в экосистеме восстанавливается, она снова становится целостной, в ней занимаются вакантные ниши.

Предполагаемое возвращение к жизни (*англ.* – *de-extinction process*) уже исчезнувших видов столкнется в этом контексте как минимум с двумя существенными проблемами. Прежде всего (и это не столь существенная преграда на пути к реинтродукции), возникнет вопрос о том, какое место должен будет занять восстановленный вид в существующих ныне экосистемах. Здесь уместно упомянуть о проектах по восстановлению тасманийских сумчатых волков (тилацинов, *Thylacinus cynocephalus*) и американского странствующего голубя (*Ectopistes migratorius*), так как это практически единственные примеры истребления человеком массовых видов (большинство вымерших по причине хозяйственной деятельности человека видов представляли собой малочисленные, часто эндемичные виды или даже подвиды).

Ни для тилацина, ни для странствующего голубя на сегодня в существующих экосистемах, бывших при жизни этих видов домашними, нет места. Роль тилацина взяли на себя интродуцированные около 3000 тысяч лет назад в Австралии собаки, позже замещение произошло и на острове Тасмания, хотя там до сих пор существует популяция тасманийского дьявола (*Sarcophilus lanianarius*). Роль странствующего голубя приняли другие птицы, в том числе и систематически близкие. Не совсем ясно, какое место теперь в экосистемах займут вымершие виды, и насколько сильно они смогут повлиять на другие виды, уже закрепившиеся в занятых ранее нишах при условии восстановления достаточно полной и разнообразной популяции.

Вторым аспектом, который делает de-extinction process сомнительным и в значительной мере опасным, является предлагаемая для этого методика, в иностранной литературе называемая SCNT (Somatic cell nuclear transfer). Основа этой методики – замена ядра ооцита ядром соматической клетки, что позволяет получать лишь совершенно однородный генетический материал. Следовательно, воспроизводимая таким образом популяция будет характеризоваться крайне низким генетическим разнообразием или вовсе отсутствием такового [1].

Общеизвестно, что основой существования устойчивой популяции является достаточно высокое генетическое разнообразие (генетический полиморфизм), создающее материал для микроэволюционных процессов, процессов адаптации и, как следствие, экологической пластичности популяции (или группы популяций). В генетически однородных популяциях, где все особи находятся в непосредственном родстве (полную генетическую однородность можно трактовать именно так), резко увеличивается генетическая нагрузка. В таких условиях поддержание сколько-нибудь значительной численности популяции не представляется возможным.

Кроме того, это чревато возникновением эндогенных заболеваний, контролировать которые невозможно. Этот тезис хорошо иллюстрируется примером заболевания тасманийских дьяволов (*Sarcophilus lanianarius*) – лицевой опухолью тасманийского дьявола, появившейся в популяции вида сравнительно недавно (первый случай DFTD зарегистрирован в 1996 г.) и быстро распространившейся (на сегодня около 80% животных имеет признаки заболевания). В числе причин столь быстрого распространения называется, в том числе, и низкое генетическое разнообразие популяции *S. lanianarius*.

Еще одной существенной проблемой является вопрос соотношения вымерших видов и видов, полученных в результате работ по восстановлению генома. Предлагаемые варианты восстановления фрагментарных геномов вымерших видов (полные, по всей видимости, отсутствуют даже для тех видов, которые представлены в виде единиц хранения в музеях в значительном количестве) представляют собой поэтапную замену генов. При этом не вполне ясно, имеется ли вообще возможность получить вид, более напоминающий вы-

мерший, нежели исходный. Так как геном является целостной системой со сложными внутренними связями и взаимодействиями, сегодня среди специалистов в области молекулярной биологии преобладает мнение, что получить полноценный геном вымершего организма невозможно вовсе [2].

По той же самой причине, из-за которой нельзя рассматривать геном, как простую совокупность генов, нельзя рассматривать de-extinction process вне вопроса о вирусных заболеваниях, которые были характерны для популяций вымерших видов. В геномах каждого вида эукариот содержится значительное количество ретровирусных вставок различной степени полноты, от поврежденных и не способных к функционированию до вполне жизнеспособных. Это создает угрозу появления новых ретровирусных заболеваний, переноса их на другие, близкие виды, а также на неродственные. Хотя, вероятность этого крайне незначительна [3], исключать такое развитие событий нельзя.

Таким образом, de-extinction process вымерших видов сталкивается со множеством серьезных проблем, среди которых не только биологические, но и не обсуждаемые в данном случае, этические и даже юридические. Решение этих вопросов не менее важно, чем решение технических проблем на пути к восстановлению вымерших видов.

1. Sherkow J. S. What If Extinction Is Not Forever? / J.S. Sherkow, H. T. Greely // Science, 5 April, 2013. – VOL. 340.

2. Pask A. J. Resurrection of DNA Function In Vivo from an Extinct Genome / A.J. Pask, Behringer R.R., Renfree M. B. – PLOS, May 21, 2008.

3. Steven W. Criscione et al. Genome-wide characterization of human L1 antisense promoter-driven transcripts // BMC Genomics, 14 June, 2016.

ПРЕПАРАТ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ЗДОРОВЬЯ И ПРОДУКТИВНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ

Т.А. Берсенёва

Научный руководитель И.С. Полянская, канд. техн. наук, доцент
Вологодская молочнохозяйственная академия им. Н.В. Верещагина
г. Вологда

Биологическое разнообразие территории является основой для устойчивого развития любого региона. Уникальность Вологодской области как сельскохозяйственного животноводческого региона обусловлена богатым разнотравьем сельскохозяйственных угодий. Наиболее полноценным источником питания для высокопродуктивного крупного рогатого скота (КРС) на территории региона являются травы заливных лугов [2]. Биоценозы заливных лугов

имеют свою специфичность не только по составу флоры, но и пробиотической микробиоты. Сохранение этих угодий необходимо для поддержания имиджа области как производителя высококачественной животноводческой продукции и натуральных молочных продуктов в частности [1].

Использование в животноводстве препаратов из пробиотических культур, выделенных из местных видов растений и от здоровых животных – фактор, способствующий улучшению здоровья и продуктивности сельскохозяйственных животных.

Биоэлементы, используемые в настоящее время в животноводстве в неорганической форме в составе премиксов, характеризуются низким уровнем усвояемости. В то время как применение биоэлементов в органической форме увеличивает их нутриционную ценность, повышает эффективность кормопроизводства и природную полноценность молока-сырья. Например, уровень использования селена из селенита натрия у жвачных составляет около 30%, тогда как из селено-этионина – около 73%. Использование органических соединений биоэлементов позволяет значительно снизить их ввод и количество кормовых добавок. Кроме того, они в меньшей степени взаимодействуют друг с другом как антагонисты, снижают уровень поступления тяжёлых металлов в организм животного, поскольку тяжелые металлы содержатся в неорганических веществ в составе комбикормов [3, 4].

Цель проекта – разработать более эффективный, по сравнению с существующими, пробиотический препарат для улучшения здоровья и продуктивности животных (прежде всего сельскохозяйственных), используя следующие принципы:

- научности, который подразумевает опору на существующие научные концепции по оптимизации рационов животных биоэлементами (биоэлементопрофилактика, антагонизм-синергизм, микробиальная трансформация в органическую форму) [3, 7, 8].

- биоцентрический, который подразумевает то, что пробиотические культуры, полученные из районов своего региона, в которых отсутствует прямое антропогенное воздействие, и от здоровых животных – помогают лучше [5, 6];

Известно, что в Вологодской области обеспеченность коров микроэлементами составляет для I – 47,3–72,7% от нормы [9], для Se – менее 30% [10].

Йоду принадлежит наибольшая роль в обеспечении нормальной воспроизводительной способности животных. Он входит в состав тироксина – гормона щитовидной железы. При недостатке йода наблюдаются задержка роста и развития, аборт, рождение слабого, маложизнеспособного приплода, низкорослость и растянутость туловища; удлинение костей лицевого черепа, сухость и складчатость кожи и другие симптомы.

К основным симптомам недостатка селена в рационе всех видов домашних животных и птицы относятся: анемия, нарушение сердечной деятельности и функции печени, ригидность, частичная деформация суставов, понижение

жизнеспособности и др. Доказано, что недостаток селена в организме может стать причиной более чем 20 болезней у 19 видов животных. Среди них наиболее распространены «беломышечная болезнь», особенно у молодняка, от которой может погибать до 60% приплода. Селен также связывает тяжелые металлы, попадающие в организм из окружающей среды.

С учетом степени усвояемости элемента из кормов, которая в среднем составляет 32%, у коров суточная норма дополнительного селена на голову при травяных рационах крайне бедных селеном составляет 1,16–2,60 мг.

С другой стороны, йод и селен, как биоэлементы необходимы для развития самих пробиотических культур. Потребляя неорганические биоэлементы, микроорганизмы переводят их в хелатные комплексы, в качестве лигандов которых могут служить аминокислоты, органические кислоты, жирные кислоты, витамины и др. Активность биоэлементов в этих комплексах возрастает в тысячи раз, по сравнению с активностью в ионном виде [3]. Наиболее легко хелатные комплексные соединения образуют d-элементы: Zn, Cu, Fe, Mn и др. Имеются сведения о включении других элементов (например, I, Se, S) в состав аминокислот, солей аминокислот, белков и др. (йод-казеин, йодмидол, йодтирозин).

В предварительном опыте по изучению способности пробиотических культур переводить биоэлементы неорганической формы в органическую мы использовали коллекционные штаммы ВНИМИ: *Propionibacterium* и *Lactobacillus*, биоэлементы I и Se в виде иодида калия и селенита натрия.

Использовали метод сравнения коэффициента накопления культур. Накопление культур оценивали методом прямого подсчета микробных клеток под микроскопом. Количество клеток подсчитывали с иммерсионным объективом в не менее чем в 50-ти полях зрения, так, чтобы общее количество подсчитанных клеток было не менее 600. Количество клеток микроорганизмов, содержащихся в 1 мл исследуемого субстрата, вычисляли по формуле [11].

По увеличению коэффициента накопления (K_n) биомассы пробиотических культур в питательной среде, обогащенной неорганическими I и Se, по сравнению с не обогащенной, косвенно судили о потреблении культурами миллиэлементов [12].

Лучший результат достигнут при использовании соединений I и Se ($K_n=1,3$) ацидофильной палочкой *Lactobacillus acidophilus*. При этом статистические данные ($\bar{X}_{ср.+\bar{G}}$) без добавления биоэлементов – $1,1 \cdot 10^8 + 0,5 \cdot 10^8$ клеток/мл, с указанными биоэлементами $1,4 \cdot 10^8 + 0,4 \cdot 10^8$ клеток/мл. Полученные статистические данные могут служить основанием для продолжения исследований как по переводу биоэлементов йода и селена в органическую форму, так и по селекции более продуктивных штаммов по этому признаку.

1. Молочное животноводство остаётся приоритетной отраслью сельского хозяйства региона [Текст] / Агроновости. Земля Вологодская. – №10. – 2016 г. – С.1.

2. Старинные привила кормления молочного скота. – Вологодская ГМХА. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://vk.com/doc93866000_437767069?hash=e7a2e0cfec36eeb7bf&dl=b4787af11c286e70c5 (Дата обращения 22.11.2016)
3. Органические микроэлементы. Мегамикс. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://megamix.ru/products> (Дата обращения 22.11.2016)
4. Тераевич А.С., Полянская И.С., Серебряков И.А. Обогащение биоэлементами группы цинка и меди рационов КРС [Текст] / А.С. Тераевич, И.С. Полянская, И.А. Серебряков // Science Time. – 2016. – № 1 (25). – С. 491–495.
5. Тераевич А.С., Полянская И.С., Корюкина М.В. Эффективные пробиотики в животноводстве. Подбор, получение и применение [Текст] / А.С. Тераевич, И.С. Полянская, М.В. Корюкина [и др.] // Deutschland: LAP LAMBERT Academic Publishing. – 2016. – 128 с.
6. Берсенёва Т.А. Пробиотики для животных в общем биоценозе [Текст] / Т.А. Берсенёва // София: Достижения современной науки. – 2016. – С. 92–96.
7. Биоэлементология: основные понятия и термины. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2005 г. – 50 с.
8. Способ обогащения минеральными веществами пищевого продукта [Текст]: пат. 2287302 Рос. Федерация: С2, кл.А23L1/30 / Полянская И. С, Топал О. И. и др.; патентообладатель Вологодская ГМХА. – № 2004114680/13; заявл. 13.05.04; опубл. 20.11.06, Бюл. № 21. – 7 с.
9. Полянская И.С. Новая классификация биоэлементов в биоэлементологии [Текст] / И.С. Полянская // Молочнохозяйственный вестник. – 2014. – № 1 (13). – С. 34–42.
10. Берсенёва Т.А. Селен – на здоровье! [Текст] / Вологодская ГМХА. 2016 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: – https://vk.com/doc93866000_438132501?hash=ce807ec9455d (Дата обращения 22.11.2016)
11. Прунтова О.В., Сахно О.Н. Лабораторный практикум по общей микробиологии. [Текст] – Владимир: Изд-во Владим. ун-та, 2006. – 192 с.
12. Тераевич А.С., Симанова И.Н., Бадеева О.В., Полянская И.С. Ветеринарная биоэлементология для КРС [Текст] // Электронный научный журнал. – 2015. – № 2 (2). – С. 54–58.

ЖУКИ-МЕРТВОЕДЫ (COLEOPTERA, SILPHIDAE) П. ШЕКСНЫ

А.П. Бодня

Научный руководитель **Ю.Н. Белова**, канд. биол. наук

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Жуки из семейства мертвоеды распространены повсеместно и отличаются экологической пластичностью. Большая часть видов семейства являются некробионтами и участвуют в разрушении органического вещества. Однако ряд видов семейства по типу питания являются фитофагами. Среди них имеются в том числе, виды, способные причинять ущерб сельскохозяйственным культурам.

Исследования жуков мертвоедов в регионе начались с 2005 года. Главным образом они были направлены на изучение их фауны в Вологодской области в целом [1, 7], а также состава населения представителей семейства в лесных сообществах [3]. До 2014 года изучение жуков мертвоедов в пределах населенных пунктов и их ближайших окрестностей на территории Вологодской области не проводилось. Таким образом, целью нашей работы стало изучение фауны и населения жуков-мертвоедов урбанизированной территории.

Задачи исследования: изучить видовой состав жуков-мертвоедов урбанизированной территории; выявить доминантные виды; дать характеристику населения разных биотопов в пределах урбанизированной территории.

Полевые сборы жуков мертвоедов проводились в п. Шексне в центральной части Вологодской области в 2014 (с 23 июля по 28 августа) 2015 (с 1 июля по 29 августа) и в 2016 гг. (с 1 июля по 30 июля). Сбор жуков осуществлялся на приманки (рыба, птица) размещенные на поверхности почвы и в почвенных ловушках. Ловушки располагались в местообитаниях различного типа: разнотравный луг; дернисто-осоковый луг; злаково-осоковый луг; злаково-разнотравный луг (в обрамлении сосен); ивняк разнотравный. Приманки проверялись через 1 – 2 дня. Всего собрано 444 особи жуков-мертвоедов.

В ходе нашей работы на основании собранных материалов был составлен список жуков-мертвоедов, обитающих на территории п. Шексны, он включает 9 видов (табл. 1). На наш взгляд, это довольно высокий показатель богатства. Так, в луговых сообществах региона выявлено 6 видов жуков мертвоедов [8], а в лесных – 6 [3]. В целом на территории Вологодской области выявлено 15 видов жуков-мертвоедов [7]. А на территории Республики Карелия, которая граничит с Вологодской областью – выявлено всего 11 видов семейства [4].

Впервые для региона в 2014 году на территории п. Шексна, нами был обнаружен вид *Nicrophorus humator*. Этот вид широко распространен в Европейской России, кроме тундры и северной тайги, указывается, что он встреча-

ется преимущественно на трупах птиц [2]. В дальнейшем в этот вид отмечался студентами на полевой практике в южной (Грязовецкий район, 2015 г.) и западной (Белозерский район, 2016 г.) частях Вологодской области. Вероятно, по территории региона проходит северная граница его ареала, поскольку на территории Республики Карелия вид не регистрировался.

На изучаемой территории было выделено несколько типов сообществ, различающихся по составу растительности. Нами было выявлено, что участки с травянистой и древесной растительностью практически не различаются по числу зарегистрированных видов. Так в луговых сообществах было зарегистрировано 7 видов, на участках с древесной растительностью – 8 видов (табл. 1). На каждом конкретном участке регистрировалось от 4 до 8 видов жуков мертвоедов (табл. 3). Это высокие показатели богатства жуков. Так на лугах в восточной части Вологодской области было зарегистрировано 6 видов [8]. В лесных сообществах Вологодской области, не испытывающих прямого антропогенного воздействия, на территории национального парка Русский Север (ельники зеленомошники) было выявлено от 1 и до 6 видов, в среднем 3–4 вида [3]. В сосновых зеленомошных лесах на территории Республика Карелия отмечено всего 3 вида [5].

Анализ видового состава жуков мертвоедов различных участков п. Шексна с помощью индекса Жаккара показал их существенное сходство. Наибольшее сходство (71%) отмечено для злаково-осокового и злаково-разнотравного (в обрамлении сосен) лугов, а так же для таких участков, как ивняк разнотравный и злаково-разнотравный луг (в обрамлении сосен) (71%).

Таблица 1

**Видовое богатство и численность жуков-мертвоедов
в различных местообитаниях на территории п. Шексны**

Вид	2014		2015					2016		Итого
	1	2	1	2	3	4	5	1	2	
<i>Thanatophilus sinuatus</i>	43	60	3	16	46	-	3	6	16	193
<i>Nicrophorus vespillo</i>	32	-	3	2	20	3	12	3	4	79
<i>Oiceoptoma thoracica</i>	7	1	2	-	3	39	15	1	-	68
<i>Nicrophorus investigator</i>	6	3	1	-	9	3	13	1	1	37
<i>Necrodes littoralis</i>	4	2	-	9	2	1	5	-	-	23
<i>Nicrophorus humator</i>	2	-	-	-	-	3	4	-	-	9
<i>Nicrophorus vespilloides</i>	2	-	1	-	-	8	-	-	5	16
<i>Silpha carinata</i>	2	-	-	-	-	-	-	4	1	7
<i>Thanatophilus rugosus</i>	-	-	-	1	11	-	-	-	-	12
Всего экземпляров	98	66	10	28	91	57	52	15	27	444

Примечание: 1 – разнотравный луг; 2 – дернисто-осоковый луг; 3 – злаково-осоковый луг; 4 – ивняк разнотравный; 5 – злаково-разнотравный луг (в обрамлении сосен)

Проведен анализ населения жуков-мертвоедов с помощью индекса Шеннона (табл. 2). Выявлено, что значения индекса Шеннона рассчитанные для комплексов жуков мертвоедов колеблются от 0,13 до 1,4 и изменяются в местообитаниях различного типа в течение периода наблюдений. Низкие значения показателя определены малым видовым богатством и наличием в составе населения видов, резко преобладающих над остальными (от 28 до 91% от суммарной численности). Схожие показатели индекса Шеннона были определены для комплексов жуков мертвоедов в лесных сообществах национального парка «Русский Север» (0,2 – 0,35) [3].

Таблица 2

Характеристика населения жуков-мертвоедов на территории п. Шексны

Биотоп	Число видов			Значение индекса Шеннона		
	2014	2015	2016	2014	2015	2016
Разнотравный луг	8	5	5	0,36	0,13	1,4
Дернисто-осоковый луг	4	4	5	0,29	0,25	1,17
Злаково-осоковый луг	-	6	-	-	0,30	-
Ивняк разнотравный	-	6	-	-	0,34	-
Злаково-разнотравный луг (в обрамлении сосен)	-	6	-	-	0,33	-

Анализируя населения жуков-мертвоедов в п. Шексна, в каждом типе растительного сообщества был выделены преобладающие по численности виды (табл. 3).

Таблица 3

Доминирующие виды жуков-мертвоедов в п. Шексны

Вид	2014		2015					2016	
	1	2	1	2	3	4	5	1	2
<i>Thanatophilus sinuatus</i>	44%*	91%	30%	59%	55%			40%	59%
<i>Nicrophorus vespillo</i>			30%						
<i>Oiceoptoma thoracica</i>						68%	28%		

Примечания: 1 – разнотравный луг; 2 – дернисто-осоковый луг; 3 – злаково-осоковый луг; 4 – ивняк разнотравный; 5 – злаково-разнотравный луг (в обрамлении сосен);

* доля вида по показателям численности.

Самым многочисленным видом в районе исследования является вид *Thanatophilus sinuatus*. Он является облигатным падальщиком и обычен для Вологодской области, ранее был отмечен ранее в центральных и юго-западных районах региона [7]. В наших исследованиях *Th. sinuatus* преобладает на всех изученных участках с травянистой растительностью на протяжении нескольких лет. Данный вид на Европейском Севере также является многочисленным.

В составе населения жуков-мертвоедов участков с древесной растительностью и прилегающих к древостоям открытых участков многочисленным является вид *Oiceoptoma thoracica*. Этот вид предпочитает лиственные и хвойно-мелколиственные леса, встречается на падали, но может быть обнаружен на гниющих грибах [6]. Для Вологодской области отмечается, что данный вид встречается массово с середины мая до конца сентября. В регионе он распространен повсеместно [7].

Третьим по численности среди прочих видов жуков мертвоедов в п. Шексна является *Nicrophorus vespillo*. В Вологодской области его представители составляют значительную часть населения жуков-мертвоедов на разнообразных лугах, а в лесах встречаются редко [3]. Данный вид является облигатным падальщиком. В регионе встречается редко в центральных и северо-восточных районах [7].

Таким образом, при изучении фауны жуков-мертвоедов, на территории п. Шексны было выявлено 9 видов данной группы. Анализируя население мертвоедов на участках с травянистой и древесной растительностью, нами были выявлены различия по видовому составу, в то время как по показателям видового богатства типы местообитаний не различались (соответственно, 7 и 8 видов). В составе населения мертвоедов разных типов сообществ отмечается резкое преобладание по численности отдельных видов (от 28 до 91% от суммарной численности). Среди всех обнаруженных нами видов на протяжении нескольких лет преобладающим по численности является вид *Thanatophilus sinuatus*. В целом условия обитания для жуков мертвоедов, формирующиеся на территории п. Шексны, можно охарактеризовать как благоприятные. Об этом свидетельствует их высокое видовое богатство и стабильные в течение ряда лет значения индекса Шеннона.

1. Бодня А. П. Фауна и население жуков-мертвоедов (Coleoptera, Silphidae) Вологодской области // Материалы 67-ой Всероссийской (с международным участием) научной конференции обучающихся и молодых ученых, Петрозаводск, 17 апреля 2015 г. / ФГБОУ ВПО «ПетрГУ»;. – Петрозаводск – В печати.

2. Гурьева Е. Л., Крыжановский О. Л. Определитель насекомых европейской части СССР: в 5 т. Т. 2. Жесткокрылые и веерокрылые / Гурьева Е. Л., Крыжановский О. Л. – М.–Л.: Наука, 1965. – 668 с.

3. Журавлева Е. В. Жуки семейства мертвоеды (Silphidae) Вологодской области / Е. В. Журавлева. – Вологда: ВГПУ, 2008. – 42 с. (Фондовые материалы кафедры биологии и экологии ВоГУ)

4. Лябзина С. Н. Экология жуков-мертвоедов (*Coleoptera, Silphidae*) в Карелии / С. Н. Лябзина, С. Д. Узенбаев // Учебные записки Петрозаводского государственного университета. – 2013. – № 2. – С. 27-32.

5. Омарова О. Э. Особенности комплекса жесткокрылых-некробионтов на трупах различных видов животных. – Петрозаводск: ПетрГУ, 2015. – 42 с. (Фондовые материалы кафедры зоологии и экологии ПетрГУ)

6. Пушкин С.В., Шаповалов М.И. Эколого-фаунистический обзор жуков-мертвоедов (Coleoptera, Silphidae) Республики Адыгея // Вестник АГУ, 2010. Т. 3 (69), С. 66-76.

7. Разнообразие насекомых Вологодской области: монография / Ю. Н. Белова, М. Н. Долганова, Н. С. Колесова [и др.]. – Вологда: Центр оперативной полиграфии «Коперник», 2008. – 368 с.

8. Сорокина Е. П. Комплексы жуков мертвоедов (Coleoptera, Silphidae) открытых местообитаний окрестностей г. Никольска Вологодской области – Вологда: ВГПУ, 2011. 36 с. (Фондовые материалы кафедры биологии и экологии ВоГУ)

ХАРАКТЕРИСТИКА ПОПУЛЯЦИОННОЙ СТРУКТУРЫ КОРОВКИ СЕМИТОЧЕЧНОЙ В НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТАХ (НА ПРИМЕРЕ Г. ВОЛОГДЫ И ОКРЕСТНОСТЕЙ С. УСТЬЕ)

Ю.С. Григорьева

Научный руководитель **Ю.Н. Белова**, канд. биол. наук

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Кокцинеллиды, или божьи коровки (Coleoptera, Coccinellidae) – одна из наиболее практически значимых и изученных групп жуков. Большинство видов этого семейства – хищники, и лишь около 10% – фитофаги. Многие виды имеют огромное значение, как регуляторы численности тлей, кокцид, листоблошек и успешно применяются в биологической защите растений. Божьи коровки широко распространены практически по всему миру, но наибольшее распространение кокцинеллиды получили в Европе, Азии и северных странах Африки [2,3].

Жуки семейства кокцинеллиды являются обычными объектами для изучения морфологической изменчивости. Этому способствуют их повсеместное распространение, полиморфизм рисунка надкрыльев, а также массовая встречаемость. На территории Вологодской области известно всего несколько работ, посвященных фенетике кокцинеллид. Так, на протяжении нескольких лет проводилось исследование зависимости окраски надкрылий двуточечной божьей коровки – *Adalia bipunctata* от индустриализации района обитания Юрием Ивановичем Веселовским (2003).

Цель нашей работы состояла в изучении половой структуры и выявлении внутривидовой изменчивости коровки семиточечной (*Coccinella*

septempunctata) на примере г. Вологды и с. Устье. Цель предполагала решение следующих задач: 1. исследовать особенности половой структуры популяций *C. septempunctata*; 2. изучить структуру изменчивости рисунка надкрылий вида; 3. провести анализ изменчивости, связанной с обитанием имаго на разных территориях в условиях города (г. Вологда) и сельской местности (с. Устье).

Источниками для работы послужили личные сборы автора, выполненные с апреля по октябрь в 2014-2016 гг. В качестве метода сбора был использован ручной сбор, а также обтрясывание ветвей деревьев и кустарников. Всего за период исследования был собран 631 экз. коровок.

Определение пола коровок проведено в лабораторных условиях. Для этого жуков сначала вымачивали в течение 2-3 часов в слабом растворе уксусной кислоты, затем проводили вскрытие брюшка и по генитальным пластинкам определяли принадлежность к полу. В результате было установлено, что во всех выборках 2014 и 2015 гг. соотношение полов более или менее выравнивается, в выборках 2016 года незначительно преобладали самки (табл. 1).

Таблица 1

**Численность и соотношение полов в популяциях
*Coccinella septempunctata***

Год	Населенный пункт	Количество самок	Количество самцов
2014	с. Устье	59	31
2015	г. Вологда	16	14
2016	с. Устье	61	40
2016	г. Вологда	252	158

Возможно, различия связаны со спецификой периода сбора материала. В 2014 году сбор осуществлялся в августе, а в 2015 году в течение всего теплого периода. В 2016 году сбору жуков проводились в конце июня – начале июля. В первой половине лета в популяциях коровок происходит размножение – самки и самцы копулируют, после чего активность самцов заметно снижается, часть из них погибают. Косвенно в подтверждение этому служит тот факт, что нами в 2016 г. были обнаружены половозрелые самки (2 экз.), у которых регистрировались яйца, в количестве 35-36 штук.

Проведен анализ метрических признаков (табл. 2). Установлено, что самки и самцы исследуемых популяций практически не различаются. Исключение составляет выборка, собранная на Агробиостанции в городе Вологде в 2016 г., в составе которой самцы крупнее самок (табл. 2). Средние значения измеренных параметров различаются для популяций в г. Вологде и окрестностях с. Устье. Наиболее заметны различия жуков по показателям массы, а также общей длины тела. Жуки, собранные в с. Устье отличаются большей длиной и, несмотря на это, меньшей массой тела, в то время как жуки городских популяций меньше по длине, но тяжелее. Можно предположить, что наблюдаемые различия городских и сельских популяций связаны с состоянием их кормовой базы.

Таблица 2

Метрические параметры *Coccinella septempunctata*

Признак	Суходольный крупно разнотравный луг (г. Вологда, Осановская роща) 25.06-01.07. 2016		Суходольный разно- травный луг с сорными элементами (с. Устье) 25.05-08.10. 2016		Агро биостанция – делянки с с/х культурами (г. Вологда) 25.06-09.07.2016	
Пол	Самки	Самцы	Самки	Самцы	Самки	Самцы
Общая длина						
Сред. знач.	5,24±0,035	5,52±0,032	<u>5,0</u> ±0,016		<u>5,97</u> ±0,020	
Min	5,0	4,8	4,0	4,0	4,0	4,9
Max	6,2	6,3	6,5	6,0	6,2	6,0
Масса						
Сред. знач	16,8±0,03	16,7±0,02	<u>12,1</u> ±0,02	<u>12,2</u> ±0,02	16,1±0,01	16,0±0,02
Min	10,1	11,7	10,1	10,5	11,2	12,8
Max	24,0	22,0	24,4	21,9	22,7	24,1

Мы изучали изменчивость вида *Coccinella septempunctata* по размеру черных пятен на надкрыльях (рис.). В наших исследованиях рисунок надкрылий отличается стабильностью. Было установлено, что наиболее крупными являются 3, 4, 5, 6 пятна, при этом наиболее изменчивы по диаметру пятна 5 и 6.

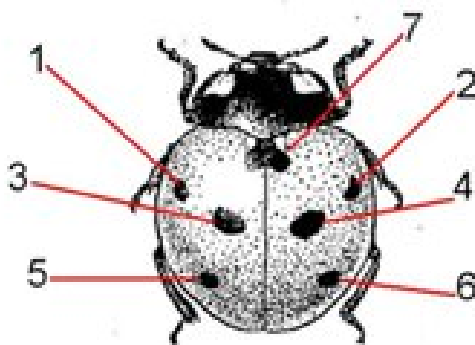


Рис. Нумерация пятен на надкрыльях *Coccinella septempunctata* в исследовании морфологической изменчивости

Для проверки гипотезы индустриального меланизма было проведено сравнение популяций городских и сельских поселений по размеру черных пятен. В результате установлено, что диаметр пятен не зависит от уровня антропоген-

ной нагрузки на местообитание и коррелирует с размером коровок. Так самые крупные пятна характерны для самых крупных коровок, собранных в окрестностях с. Устья в 2014 г., и в г. Вологде (агробиостанция) в 2016 г (табл. 3).

Таблица 3

Изменчивость рисунка *Coccinella septempunctata*

Номер пятна/Ассоциация	1	2	3	4	5	6	7
Суходольный крупно разнотравный луг (г. Вологда, Осановская роща)	0,54 ±0	0,38 ±0	0,66 ±0,007	0,7 ±0	0,63 ±0,007	0,64 ±0,02	1,0 ±0,007
Агро биостанция – делянки с с/х культурами (г. Вологда)	0,54 ±0	0,55 ±0,005	0,67 ±0,005	0,8 ±0	0,65 ±0	0,65 ±0	1,4 ±0,005
Суходольный разнотравный луг с сорными элементами (с. Устье)	0,4 ±0,01	0,4 ±0,014	0,4 ±0,01	0,65 ±0,02	0,65 ±0,02	0,65 ±0,02	1,0 ±0

В целом по результатам работы можно сделать следующие выводы. Численность коровок на изученных площадках колеблется в широком интервале. Соотношение полов в составе изученных популяций выровнянное, или смещено в пользу самок. Полового диморфизма по показателям длины и массы тела для вида коровка семиточечная не обнаружено. Жуки из сельской местности отличаются большей длиной тела и меньшей массой. Установлена изменчивость рисунка надкрыльев по диаметру пятен, при этом размер черных пятен на надкрыльях жуков изменяется согласованно с длиной тела.

1. Балужева, Е.Н. Фауна коровок (Coleoptera, Coccinellidae) Ярославской области. / Е.Н. Балужева // Современные проблемы биологии, экологии, химии: материалы региональной научной студенческой конференции. – Ярославль: Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова, 2006. – С. 3–10.

2. Богданов-Катьков, Н. Н. К фауне Coccinellidae Кубанской области / Н.Н. Богданов-Катьков // Записки Музея природы и истории Черноморского побережья Кавказа. – Новороссийск, 1916. – Вып. 1. – 11 с.

3. Добржанский, Ф.Г. Скопления и перелеты у божьих коровок (Coccinellidae) / Ф.Г. Добржанский // Известия отделения прикладной энтомологии с. х. Ученого Комитета. – Киев, 1922. – Т. 2. – С. 103–124.

***CORYDALIS SOLIDA* (L.) CLAIRV НА ТЕРРИТОРИИ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «РУССКИЙ СЕВЕР»**

В.Н. Елегонская

Научный руководитель **Е.В. Кармазина**, канд. биол. наук
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Работа посвящена изучению *Corydalis solida* (L.) Clairv (хохлатки плотной) из семейства Fumariaceae, относящегося к эфемероидным – раннецветущим видам [3, 6, 9].

Corydalis solida – многолетнее травянистое олигокарпическое клубневое растение [2]. Оно относится к числу видов, которые почти всю жизнь остаются на одном и том же месте. Именно эта «сидячая» особенность делает хохлатку плотную уязвимым видом. *Corydalis solida* занесена в Красную книгу Вологодской области в статусе вида биологического контроля [4], поэтому изучение особенностей биологии и экологии имеет важное научное значение для организации охраны данного растения.

Corydalis solida – растение эумезофитное, произрастающее на почвах с разным механическим составом: на глинянных, суглинистых и супесчаных почвах [8]. Предпочитает сероольшаники, чаще приречные, мелколиственные и смешанные леса [5; 7].

Corydalis solida – евразийский вид с европейским типом ареала [5].

В условиях Вологодской области особенности произрастания вида ранее не изучались. При ревизии фондового гербария кафедры биологии и экологии ВоГУ установлено, что *Corydalis solida* была собрана в 22 районах Вологодской области. По-видимому, из-за ранних сроков цветения и плодоношения в некоторых районах области этот вид еще не обнаружен [5].

Corydalis solida – кормовое растение редкого вида бабочки *Parnassius Mnemosyne* на стадии гусеницы [1]. Следовательно, распространение *Corydalis solida* играет важную роль для существования и уязвимости этого насекомого.

Исследование популяционных особенностей *Corydalis solida* проводилось на территории национального парка (далее НП) «Русский Север». Выбор района исследования был определен благоприятностью территории для произрастания хохлатки плотной (*Corydalis solida*) и распространения Мнемозины (*Parnassius Mnemosyne*).

НП «Русский Север» организован 20 марта 1992 г. в Кирилловском районе Вологодской области с целью сохранения уникальных природных комплексов Вологодского Поозерья и богатейшего историко-культурного наследия края. Территория парка характеризуется пересеченным рельефом, развитой гидрологической сетью и широким распространением мелколиственных лесов. В пределах НП находятся памятники природы (гора Маура, Ципина го-

ра, Сокольский бор), заказник (Шалго-Бодуновский лес), неолитические стоянки (свайное поселение на реке Модлоне и др.), историко-архитектурные памятники (Кирилло-Белозерский, Ферапонтов, Горицкий монастыри, Нило-Сорская пустынь) и др..

Исследовательские работы на территории НП велись с 2014 по 2016 г.г. преподавателями кафедры биологии и экологии ВоГУ и специалистами НП «Русский Север». На учетных площадках и на территориях непосредственно к ним примыкающим проводилось установление произрастания, учет плотности популяций хохлатки плотной (*Corydalis solida*). В частности, проводился сплошной подсчет особей по возрастам на участках площадью от 1 до 10 м². В 2015 году были заложены стационарные площадки (в окр. д. Васькино, с. Вогнемы, д. Чистого Дора и подножия г. Мауры), на которых проводился сплошной подсчет особей по возрастам, отмечался процент завязываемости плодов, определялась пространственная структура особей с целью дальнейшего мониторинга популяций.

При изучении распространения вида на территории национального парка был обследован ряд точек, относящихся к различным сообществам (таблица).

Таблица

**Характеристика местообитаний хохлатки плотной
на территории НП «Русский Север»**

Местообитания	Тип растительности	Ассоциация	Тип почвы	Плотность, на 1 м ²
д. Васькино (2014 г.)	Лесная	Березняк грушанково-крапивный	Торфяно-глееватая на аллювиальных отложениях	44,2
д. Васькино (2014 г.)	Лесная	Березняк грушанково-хохлатковый с примесью сосны		40
д. Васькино (2015 г.)	Луговая	Злаково-разнотравный луг		97,7
с. Чистый Дор (2014 г.)	Лесная	Березняк снытево-крапивный	Дерновая средне-мощная легкосуглинистая глееватая на аллювиальных отложениях	40,6
с. Чистый Дор (2014 г.)	Луговая	Злаково-разнотравный луг		57,8
с. Чистый Дор (2015 г.)	Луговая	Низинный таволгово-купальнищевый луг		157,8
д. Кашкино (2014 г.)	Лесная	Сероольшаник таволго-снытевый		15,1
г. Маура (2015 г.)	Лесная	Сероольшаник таволго-снытевый	Дерновая средне-мощная среднесуглинистая глееватая на озерно-аллювиальных отложениях	107

Во многих случаях местонахождение *Corydalis solida* приурочено к молодым мелколиственным лесам, преимущественно сероольшаникам с участием березы (*Betula*), сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) и ели европейской (*Picea abies*) (таблица 1). Для ее произрастания важное значение имеет разреженность древесного яруса. Зачастую вид произрастает на границе леса и луга (на открытых местообитаниях).

В травяно-кустарничковом ярусе из сопутствующих видов можно отметить следующие: крапива двудомная (*Urtica dioica*), лабазник обыкновенный (*Filipendula vulgaris*), сныть обыкновенная (*Aegopodium podagraria*), купырь лесной (*Anthriscus sylvestris*), грушанка круглолистная (*Pyrola rotundifolia*), кипрей узколистный (*Chamerion angustifolium*) и др..

В 2015 году на основных мониторинговых площадках были сделаны почвенные срезы и исследованы типы почв (таблица 1). Анализ почв в местообитаниях хохлатки плотной показал, что вид произрастает на дерновых почвах, легких по механическому составу, свежих по уровню влажности, чаще всего, богатых гумусом.

Учет плотности популяций *Corydalis solida* на территории НП в различных сообществах показал, что этот показатель выше в луговых сообществах. Плотность популяций в лесных экосистемах составляет от 40 до 107 особей на 1 м², в луговых – от 57,8 до 157,8 на 1 м² (таблица 1). Возможно, это связано с тем, что для хохлатки, как и для большинства эфемероидных растений, свет является основным лимитирующим фактором.

Таким образом, *Corydalis solida* на территории НП «Русский Север» представлена обширными популяциями, но требует выявления новых местообитаний; произрастает в сообществах с разреженным древесным ярусом; предпочитает дерновые почвы; плотность популяций выше в луговых сообществах.

Выражаю благодарность преподавателю ВоГУ Ю.Н. Беловой, администрации НП «Русский Север» в лице Л.В. Кузнецовой и магистранту ВоГУ В.Н. Кирьяновой за предоставленные материалы.

1. Горбач, В. В. Пространственная организованность популяции апполоначерного (*Parnassius Mnemosyne*) в условиях Заонежья / В. В. Горбач // Зоологический журнал. – 2009. – №12. – т.88. – С. 1493-1505.

2. Жукова, Л. А. Онтогенетический атлас растений: научн. издание: в 5 т. – Т. 5 / Л. А. Жукова. – Йошкар-Ола: МарГУ, 2007. – 372 с.

3. Коровкин, О. А. Анатомия и морфология высших растений. Словарь терминов / О. А. Коровкин. – Москва: Дрофа, 2007. – 268 с.

4. Об утверждении перечня (списка) редких и исчезающих видов (внутривидовых таксонов) растений и грибов, занесенных в Красную книгу Вологодской области: постановление Правительства Вологодской области от 24.02.2015 № 125. – 2015. – 34 с.

5. Орлова, Н. И. Конспект флоры Вологодской области: монография / Н. И. Орлова. – Санкт-Петербург: «Румб», 1993. – 262 с.
6. Орлова, Н. И. Определитель высших растений Вологодской области: учебник для вузов / Н. И. Орлова. – Вологда: Русь, 1997. – 263 с.
7. Сергиевская, Е. В. Систематика высших растений. Практический курс: учебник для вузов / Е. В. Сергиевская. – Санкт-Петербург: Лань, 1998. – 448 с.
8. Смирнова, О. В. Жизненные циклы, численность и возрастной состав популяций основных компонентов травяного покрова дубрав / О. В. Смирнова. – Москва, 1968.
9. Цвелев, Н. Н. Определитель сосудистых растений северо-западной России (Ленинградская, Псковская, Новгородская): учебник для вузов / Н. Н. Цвелев. – Санкт-Петербург: СПХФА, 2000. – 781 с.

МОНИТОРИНГ ПОПУЛЯЦИИ БАБОЧКИ МНЕМОЗИНЫ (LEPIDOPTERA, PAPILIONIDAE) НА ТЕРРИТОРИИ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА "РУССКИЙ СЕВЕР»

В.Н. Кирьянова

Научный руководитель **Ю. Н. Белова**, канд. биол. наук
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Сохранение биоразнообразия – одна из глобальных экологических проблем современности, поэтому изучение особенностей популяций редких и уязвимых видов животных на локальном уровне является необходимым условием для их сохранения.

Актуальность исследования определена необходимостью изучения состояния популяции редкого охраняемого в Российской Федерации вида – мнемозины (*Parnassius mnemosyne*) для организации его эффективной охраны. Исходя из этого, целью исследования стало изучение пространственного распределения, сезонной динамики численности и развития бабочки мнемозины на территории национального парка «Русский Север»

Задачи исследования были определены следующим образом: изучить распространение мнемозины и ее кормового растения на территории парка; проследить сезонную и многолетнюю динамику численности имаго мнемозины на территории парка; дать характеристику половой структуры популяции и морфологической изменчивости имаго по метрическим признакам.

Работы на территории национального парка "Русский Север" проводились с 2012 по 2016гг., с конца апреля до начала июля специалистами национального парка «Русский Север», преподавателями и студентами кафедры

биологии ВоГУ, с интервалом от 1 до 14 дней. Сбор имаго осуществлялся с помощью сачка на площадках площадью 150 м². Для исследования морфологической изменчивости были взяты за основу следующие признаки – длина переднего крыла, длина тела. Каждую пойманную бабочку регистрировали, впервые пойманных метили и тут же отпускали. В качестве меток использовали точки, которые наносили ручкой-маркером на нижнюю поверхность левого заднего крыла. Метки на крыльях сохраняются до конца жизни и могут быть утрачены лишь в случае сильного повреждения крыла. За период исследований было зарегистрировано около 27 личинок и 353 имаго.

Изучение мнемозины проводился в 6 локалитетах на 12 площадках (окр. д. Васькино, с. Вогнема, окр. д. Кашкино, подножье г. Маура, окр. д. Топорня и д. Чистый Дор). Многолетний ряд данных получен в 3 локалитетах на 6 площадках. Это окр. д. Васькино, окр. д. Чистый Дор и подножье г. Маура. Площадки изолированы друг от друга на 30-40 км. Это позволяет предположить, что между ними затруднен обмен имаго и изученные нами бабочки принадлежат к разным субпопуляциям.

На учетных площадках и на территориях непосредственно к ним примыкающим проводился учет плотности кормового растения бабочки – хохлатки плотной. В частности, производился подсчет растений на участках площадью от 1 до 10 м². Также выполнялось описание морфологических и структурных особенностей почв. Всего было выполнено 12 почвенных разрезов. Описание почв и анализ их особенностей проводился в лабораторных условиях с помощью принятых методик.

Исследование территории национального парка показали, что хохлатка плотная встречается в речных долинах, на хорошо дренированных склонах речных террас (речная часть Шекснинского вдх., р. Пидьма, р. Иткла, р. Бородава). В то же время местообитания хохлатки были отмечены на озерных террасированных склонах (оз. Константиновское или Аристово) и вдоль искусственных объектов – мелиоративных канав (окр. д. Топорня). Чаще всего хохлатка встречалась в молодых мелколиственных лесах (березняках и сероольшаниках) с хорошо развитым травянистым покровом (сныть, крапива, купальница европейская, гравилат речной, звездчатка жестколистная, таволга вязолистная) и на лугах, к ним примыкающих. Одна ценопопуляция хохлатки была зарегистрирована в светлом сосновом лесу (окр. д. Топорня). Анализ почв в местах обитания хохлатки плотной показал, что вид произрастает на дерновых почвах, легких по механическому составу, зернисто-комковатых по структуре, свежих по уровню увлажненности и, чаще всего, на почвах богатых гумусом.

Установлено, что наибольшая плотность хохлатки отмечается в сероольшанике снытево-крапивном в пойме реки Пидьма (таблица 1). Проведен учет плотности растений с повреждениями листогрызущих беспозвоночных. Вероятно, что эти повреждения нанесены личинками мнемозины. Наибольшее количество поврежденных растений отмечалась в ольшанике снытево-

крапивном, в окр. д. Чистый Дор. Также на данном участке было обнаружено максимальное количество личинок бабочки – 21.

Таблица 1

**Плотность кормового растения мнемозины на территории
национального парка «Русский Север» за 2014-2015гг.**

Локалитет	Плотность растений, экз/м ²		Плотность поврежденных растений, экз/м ²		Доля поврежденных растений, %	
	2014	2015	2014	2015	2014	2015
Чистый Дор	150,0	157,8	16	5,7	3,3	3,6
Васькино	37,0	55,3	2	0,3	5,2	0,3
Маура	84,1	107,0	3,6	1,2	1,9	1,12

Бабочка была обнаружена на сырых крупнотравных и влажных злаково-разнотравных и злаковых лугах, а также в светлых лиственных лесах, с хорошо развитым травянистым ярусом. По-видимому, бабочка (и ее кормовое растение) довольно устойчивы к умеренному антропогенному воздействию. Так ценопоуляция хохлатки (20,95 экз/м²), а впоследствии и имаго мнемозины были обнаружены в пределах крупного сельского поселения (с. Вогнема), расположенного на склоне чаши речной части Шекснинского вхдх.

Особенности развития мнемозины на территории национального парка слабо изучены. Из числа преимагинальных стадий развития нами были обнаружены только личинки. Все находки личинок были сделаны с 6 по 20 мая.

Лет бабочки на территории национального парка «Русский Север» фиксируется с конца мая (26.05.) до конца июня (24.06). Интересно, что вылет бабочек в разных локалитетах и даже в разных местообитаниях в окрестностях одного населенного пункта асинхронный. Вероятно, на сроки вылета оказывает влияние микроклимат местообитания.

Наблюдения за активностью имаго показали, что имаго активны, преимущественно с 9:00 до 13:00. С 13:00 до 15:30 отмечаются единичные летающие особи. После 15:30 бабочки не регистрировались.

Динамика численности имаго (число особей, зарегистрированных на 100 м² за 30 минут) в течение сезона (конец мая – начало июля) показывает, что максимальное количество особей встречено в первых числах июня. Причем, самки вылетают позже самцов на несколько дней. В наших исследованиях самки чаще встречаются на площадках через неделю после вылета самцов. Во второй половине июня численность имаго постепенно сокращается.

Сбор бабочек с последующим нанесением меток и выпуском животных позволил сделать некоторые ориентировочные выводы о продолжительности жизни имаго. В наших исследованиях незначительная часть бабочек были собраны повторно (спустя несколько дней). Всего повторно отмечено 38 экз. Из них через неделю после поимки собрано 29, через 2 недели 9 экз. Это свиде-

тельствует о том, что в продолжительность жизни имаго в природе составляет не менее 15 дней.

Проведен анализ динамики численности мнемозины в течение одного года в трех разных локалитетах: окр. д. Васькино, подножье г. Маура и окр. д. Чистый Дор. Средние показатели численности мнемозины в 2014 году изменялись от 1 и до 8(экз./100м²/30 мин.). В целом наибольшие показатели численности мнемозины в 2014 году нами отмечались в локалитете Васькино (38 экз.; 16 экз./100м²/30 мин.).

На активность, а, следовательно, фиксируемые показатели численности мнемозины, заметное влияние оказывают погодные условия, поэтому нами были проанализированы параметры погоды в июне 2012-2016 гг. (таблица 2).

Таблица 2

Показатели погодных условий за 2012-2015 гг.

Погодные условия	2012	2014	2015	2016
Средняя температура воздуха в период развития бабочки, °С	4	5,4	5,2	5

Примечание: сведения о погодных условиях приводятся для пункта Кириллов и заимствованы с сайта: gr5.ru

За весь период наблюдений погода 2014 года была наиболее благоприятна для мнемозины. Именно в этот период нами зарегистрированы наиболее высокие показатели активности и численности бабочки.

В целом мы полагаем, что, пространственно-временные колебания численности мнемозины на стационарных площадках определяются: открытостью местообитания имаго, кормовой базой личинок и погодными условиями.

Проведен анализ соотношения особей разных полов в субпопуляциях мнемозины в разных локалитетах (окр. д. Чистый дор и д. Васькино, подножье г. Маура) за 2012-2016 гг. Выявлено, что во всех популяциях преобладают самцы над самками. Самцы, как правило, более активны, так как ищут самку, совершая передвижения на относительно большие расстояния. Самки более скрытны и менее подвижны. Кроме того, миграционные возможности самок сдерживаются роговым чехлом (сфрагисом), служащим для защиты яиц.

Проведено изучение морфологической изменчивости мнемозины на территории парка на примере самцов по двум показателям: длина тела и длина переднего крыла. Установлено, что параметры длины переднего крыла самцов на всех площадках соответствуют видовой норме [1]. Самые высокие средние значения, а также максимальные значения длины тела и крыла отмечаются для площадок в окрестностях д. Васькино (максимальная длина переднего крыла 3,60). Самые мелкие особи отмечены в подножье горы Маура (минимальное значение длины переднего крыла 2,60 см). Мы предполагаем, что колебания значений размеров крыльев и тела могут быть вызваны следующими

факторами: открытостью участков и возможно, состоянием кормовой базы личинки.

В целом по итогам работы можно сделать следующие выводы. В течение ряда лет имаго вида регистрируются в различных локалитетах национального парка с 26 мая по 24 июня. Причем начало лета в биотопах разного типа асинхронное в зависимости от микроклиматических условий. Вылет самцов происходит в более ранние сроки в сравнение с самками. Бабочки наиболее активны в дневные часы с 10:00 до 13:00. На активность бабочки заметное влияние оказывают погодные условия. Во всех изученных субпопуляциях самцы преобладают над самками, что связано с особенностями поведения особей разных полов. На примере самцов выявлены слабые различия по метрическим признакам имаго разных субпопуляций. На территории парка наиболее благоприятным местом для обитания мнемозины являются: крупнотравные снытево-крапивные, материковые злаково-разнотравные луга в локалитетах Васькино, Чистый Дор, которые представляются наиболее перспективными с точки зрения организации охраны.

1. Коршунов, Ю.Л. Название: Булавоусые чешуекрылые Северной Азии / Ю. Л. Коршунов. – М.: Издательство КМК, 2002 – 424 с.

ДИНАМИКА НАКОПЛЕНИЯ ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В БАРАНЦЕ ОБЫКНОВЕННОМ (*HUPERZIA SELAGO*)

Н.С. Клепикова

Научный руководитель **Е.Ю. Бахтенко**, д-р биол. наук, профессор
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Плауновидные (Lycopodiophyta) — одна из самых древних групп высших сосудистых растений. В условиях Вологодской области плауны (в широком понимании) представлены 12 видами, относящимися к 6 родам 4 семейств [8], при этом 11 видов отнесены к категории редких [7]. Одним из лесных плаунов, широко распространённых на территории Вологодской области, является баранец обыкновенный (*Huperzia selago* s.l.). В области данный вид представлен комплексом микровидов (*Huperzia appressa* (Desv.) A. Love et D. Love, *Huperzia arctica* (Grossh. ex Tolm.) Sipl. и собственно *Huperzia selago* (L.) Bernh. ex Schrank et Mart. s.str.). Все они официально взяты под региональную охрану [6]. В работе приводятся результаты исследования типового микровида.

Плаун баранец — это многолетнее вечнозелёное микоризное растение до 45–50 см длиной, из которых половина (20–25 см) приходится на вертикальную часть. Стебли дважды-четырежды дихотомически ветвящиеся, уко-

ренияющиеся у основания, по мере нарастания лежащие. Филлоиды тёмно-зелёные, по краю со светлой каймой, достаточно жёсткие, ланцетные, отклонены от стебля. Спорангии одногнездные, находятся в пазухах филлоидов, образуя в верхней части побега особую спороносную зону. Изредка вид размножается вегетативно с помощью выводковых почек. Крупных популяций плаун не образует, растет куртинами от 0,5 до 1 м в диаметре [2]. В России нерегулируемые сборы растения в хозяйственных (крашение тканей) и лекарственных целях, а также интенсивные лесозаготовки (уничтожение местообитаний) привели к резкому сокращению популяций баранца.

Благодаря содержанию биологически активных соединений, баранец, как и другие плауны, ранее использовался в медицинских целях. Из-за сильной ядовитости всех частей растения (кроме спор) в настоящее время использование травы плауна запрещено в лечебной практике.

В литературном обзоре [1] отмечается, что в плаунах обнаружены эфирные масла, пектиновые вещества, фенольные соединения, терпеноиды, сапонины и алкалоиды. Вместе с тем большая часть цитируемых в обзоре работ касается плаунов, взятых вне границ России. Ресурсные и биохимические исследования плаунов на территории РФ проводились давно и их результаты по большей части неактуальны. Для Вологодской области имеется единичная историческая работа по исследованию алкалоидов [5]. Наименее изученной группой веществ в плаунах являются фенольные соединения, поэтому актуальность изучения фенольного метаболизма не вызывает сомнений. Целью настоящей работы является изучение накопления фенольных соединений в побегах баранца обыкновенного в условиях Вологодской области. Ранее было проведено аналогичное исследование по плауну годичному [4] и сделан сравнительный анализ фенольного метаболизма 3-х видов лесных плаунов области [3].

Сбор биоматериала проводили в течение вегетационного периода (с мая по сентябрь 2016 года) из небольших клонов *Huperzia selago* s.str., произрастающих в молодом березняке-ивняке и березняке травяном и кустарничково-травяном с единичными елями и соснами в подросте на осушенном торфянике в границах городских земель Вологды. Местообитание находится за садоводческим товариществом «Дренаж» (59°14'59.2" N 39°58'25.1" E) и выявлено ранее А. Б. Чхобадзе (04.05.2015). Места произрастания плауна находятся на пониженных участках со слабобугристым мезорельефом, имеющих временно избыточное увлажнение; субстрат – слаборазложившийся сфагновый торф, перекрытый маломощной подстилкой из листового и веточного опада и травяного войлока. Затенение травяного покрова кронами деревьев и кустарниками сквозистое, незначительное. Антропогенное воздействие на участке произрастания баранца выражается в сезонной рекреационной нагрузке во время сбора грибов и засорении бытовым и хозяйственным мусором (четыре раза клоны плауна были найдены прямо на сорных местах). Собранные растительное сырье фиксировали методом воздушной сушки на открытом воздухе в те-

ни, после чего сырье измельчали и подвергали 3-х часовой выдержке в сушильном шкафу при температуре 105°C. При исследовании побеги баранца были фрагментированы на ортотропные (растущие вертикально) и плагиотропные (растущие горизонтально) участки. Определение содержания растворимых фенольных соединений (СФС) осуществляли спектрофотометрическим методом. Для этого сухой материал подвергали трехкратной экстракции горячим 70% этанолом. Содержание СФС определяли с реактивом Фолина-Дениса, флаванов – с раствором ванилина в 70% серной кислоте, флаванолов – с водным раствором 2% хлоридом алюминия, дубильных веществ – с водным раствором 2% аммония молибденовокислого. Поскольку исследования фенольного метаболизма плаунов в условиях области проводятся впервые, экспериментально установлена навеска сырья баранца обыкновенного и условия сушки биоматериала.

В результате проведенного исследования установлены достоверные отличия в содержании СФС, флаванов, флаванолов и дубильных веществ в разных участках побегов баранца в зависимости от стадии вегетации (таблица). Так, наибольшее количество фенольных соединений наблюдается в ортотропных участках побегов 1-го ветвления в мае, августе и сентябре, в других же месяцах максимум приходится на ортотропные побеги 2-го ветвления, наименьшее количество отмечено для плагиотропных участков побегов в течение всего исследуемого периода. Содержание флаванов выше в плагиотропных участках вне зависимости от месяца вегетации. Также, в ортотропных участках 2-го ветвления флаванолов обнаружено больше, чем в ортотропных участках 1-ого ветвления и плагиотропных участках побегов. Содержание дубильных веществ изменяется в течение вегетации. Так в мае максимальное содержание выявлено в ортотропных побегах 2-го ветвления, в июне наблюдается отток веществ в плагиотропные и ортотропные побеги 1-го ветвления. К июлю содержание дубильных веществ в ортотропных побегах 1-го и 2-го ветвлений выравнивается, и максимум приходится на плагиотропные побеги. Далее происходит отток дубильных веществ в почву и в ортотропные побеги 1-го ветвления. В сентябре наблюдается резкое увеличение содержания дубильных веществ во всех частях баранца, минимальное содержание отмечается для ортотропных побегов 2-го ветвления, максимальное – для плагиотропных и ортотропных побегов 1-го ветвления.

Необходимо отметить высокое содержание флаванов, количество которых более чем в 2 раза превышает количество растворимых фенольных соединений. В предыдущих исследованиях на сабельнике болотном было показано, что содержание флаванов, как правило, в 2,5 раза меньше содержания СФС. Можно предположить, что в плауне годичном содержатся вещества, которые чувствительны к качественным реакциям на флаваны.

Таблица

**Суммарное содержание фенольных соединений
в баранце обыкновенном (мг/г)**

Органы растения	Растворимые феноль- ные соединения	Флаваны	Флаванолы	Дубильные вещества
Май				
Плагитропные по- беги	1,50 ± 0,08	3,95 ± 0,00	0,77 ± 0,17	11,60 ± 0,60
Ортотропные побеги 1го ветвления	1,80 ± 0,08	3,67 ± 0,10	0,68 ± 0,07	6,66 ± 0,41
Ортотропные побеги 2го ветвления	1,52 ± 0,08	1,38 ± 0,03	0,94 ± 0,05	29,87 ± 2,10
Июнь				
Плагитропные по- беги	1,38 ± 0,02	3,43 ± 0,06	0,98 ± 0,04	15,04 ± 1,03
Ортотропные побеги 1го ветвления	1,42 ± 0,00	3,82 ± 0,16	0,73 ± 0,03	22,45 ± 0,89
Ортотропные побеги 2го ветвления	1,48 ± 0,04	1,28 ± 0,05	1,07 ± 0,31	19,54 ± 1,28
Июль				
Плагитропные по- беги	1,23 ± 0,06	3,05 ± 0,01	0,55 ± 0,03	24,39 ± 0,08
Ортотропные побеги 1го ветвления	1,67 ± 0,04	3,23 ± 0,09	1,12 ± 0,04	18,76 ± 0,51
Ортотропные побеги 2го ветвления	1,77 ± 0,11	1,37 ± 0,09	1,25 ± 0,11	18,82 ± 0,13
Август				
Плагитропные по- беги	1,60 ± 0,05	3,88 ± 0,00	0,96 ± 0,02	6,62 ± 0,50
Ортотропные побеги 1го ветвления	1,75 ± 0,02	3,18 ± 0,11	0,93 ± 0,04	14,94 ± 0,78
Ортотропные побеги 2го ветвления	1,58 ± 0,06	1,80 ± 0,08	1,08 ± 0,15	14,50 ± 0,50
Сентябрь				
Плагитропные по- беги	1,01 ± 0,02	2,73 ± 0,03	0,67 ± 0,05	32,16 ± 0,97
Ортотропные побеги 1го ветвления	1,75 ± 0,05	1,60 ± 0,12	0,53 ± 0,01	32,19 ± 0,82
Ортотропные побеги 2го ветвления	1,72 ± 0,03	1,26 ± 0,02	1,05 ± 0,03	25,50 ± 1,01

Благодарности. Автор выражает признательность А.Б. Чхобадзе (ВоГУ) за помощь в составлении геоботанического описания места сбора растительного сырья, обсуждении ряда положений настоящей статьи и редактуру текста.

1. Беленовская, Л.М. Вторичные метаболиты Плауновых (*Lycopodiaceae* s.str.) флоры России и их биологическая активность / Л.М. Беленовская, А.Л. Буданцев // Растительные ресурсы. – 2015. – Т. 51, № 2. – С. 259–300.

2. Бобров, А.Е. Lycopodiophyta – Плауновидные / А.Е. Бобров // Флора европейской части СССР. — Л.: Изд-во «Наука», 1974. — Т. 1. — С. 54–61.

3. Клепикова, Н.С. Сравнительный анализ трёх видов плаунов Вологодской области / Н.С. Клепикова // Молодые исследователи – регионам: материалы международной научной конференции. – Вологда: ВоГУ, 2016. – Т. 1. – С. 536–537.

4. Клепикова, Н.С. Фенольный метаболизм плауна годичного (*Lycopodium annotinum*) / Н.С. Клепикова // Материалы межрегиональной научной конференции IX ежегодной научной сессии аспирантов и молодых ученых: в 2-х т. – Вологда: ВоГУ, 2015. – Т. 1: Технические науки. Экономические науки. – С. 277–280.

5. Норкина, С.С. Ориентировочное обследование растений Вологодской области на содержание алкалоидов / С.С. Норкина, Н.А. Пахарева // Учёные записки Вологодского государственного педагогического института им. В.М. Молотова. – Вологда, 1948 (1949). – Т. V, биол. – С. 209–223.

6. Об утверждении перечня (списка) редких и исчезающих видов (внутривидовых таксонов) растений и грибов, занесенных в Красную книгу Вологодской области: постановление Правительства Вологодской области от 24.02.2015 № 125.

7. Сусллова, Т.А. Второе издание Красной книги Вологодской области: изменения в списках охраняемых и требующих биологического контроля видов растений и грибов / Т.А. Сусллова, А.Б. Чхобадзе, Д.А. Филиппов, О.С. Ширяева, А.Н. Левашов // Фиторазнообразии Восточной Европы. – 2013. – Т. VII, № 3. – С. 93–104.

8. Чхобадзе, А.Б. Представленность Плауновидных (Lycopodiophyta) Вологодской области в гербариях Санкт-Петербурга / А.Б. Чхобадзе // «Молодые исследователи – регионам»: материалы международной научной конференции. – Вологда: ВоГУ, 2015. – Т. 1. – С. 521–523.

РОЛЬ ВРАНОВЫХ В УРБОЭКОСИСТЕМЕ ЧЕРЕПОВЦА

Т.Б. Короткова, Е.С. Орлова

Научный руководитель Н. Я. Поддубная, канд. биол. наук, доцент

Череповецкий государственный университет

г. Череповец

Любой город представляет особую среду для животных – урбоэкосистему – искусственно созданную и поддерживаемую человеком среду [2], отличающуюся по многим параметрам от естественной. Фаунистический состав экосистемы города очень важен, т.к. влияет на санитарную и эмоциональную среду человека [2]. Комфортное существование человека в городской среде во многом зависит от того, какие природные объекты входят в урбоэкосистему.

Биология и экология животных, обитающих в таких системах, подвергается изменению из-за ряда факторов, характерных для городов, например, по-

вышенной температуры воздуха, загрязненности, повышенного уровня шума, построек человека, доступного корма и др. Соответственно меняется и их значение в городских экосистемах. В зависимости от выполняемой роли будет зависеть процесс формирования и изменения фаунистического состава (если это будет необходимым), который обязательно должен быть научно обоснован. Приспосабливаясь к новым параметрам среды в городе, живые организмы демонстрируют адаптационные механизмы, являясь моделью изучения эволюционного процесса.

Не все виды животных могут адаптироваться к жизни в городе. Одной из групп, хорошо приспособляющейся к новым условиям, в том числе и жизни рядом с человеком, являются птицы сем. Врановых – Corvidae [4].

Вопросы о биоценотическом и хозяйственном значении врановых весьма актуальны на сегодняшний день, но недостаточно изучены [7]. Усложняет ситуацию то, что в каждом населенном пункте ситуация специфичная.

Целью данной работы является выяснение роли врановых в урбоэкосистеме Череповца.

Исследование врановых проводится в Череповце с 2000 г. Это крупный промышленный город Северо-Запада России с населением 318,5 тыс. человек. В городе можно выделить несколько крупных функциональных зон: селитебная, промышленная, рекреационная. Районы селитебной зоны разделены традиционными местообитаниями птиц. С юго-запада примыкает крупный лесной массив «Зеленая роща».

В урбоэкосистеме Череповца встречаются 6 представителей врановых птиц из 8, характерных для Вологодской области: сойка (*Garrulus glandarius*), сорока (*Pica pica*), галка (*Corvus monedula*) грач (*Corvus frugilegus*), серая ворона (*Corvus cornix*), ворон (*Corvus corax*) [3]. Кукша (*Perisoreus infaustus*) и кедровка (*Nucifraga caryocatactes*) – типично лесные жители, поэтому в городе их нет.

По характеру пребывания на территории Череповца оседлыми птицами являются серая ворона, сорока и галка; перелетным – грач; кочующими – галка и серая ворона; залетными – сойка и ворон. Поэтому наибольшее значение для городской экосистемы будут иметь галка, серая ворона и грач. Значение сороки на сегодняшний день не значительно, т.к. она только в последние годы начинает осваивать городскую среду [6]. Параметры среды обитания врановых в Череповце относительно благоприятные, т.к. рассматриваемые виды находятся или в центральной части своего ареала (ворона и галка) или в северо-западной части (грач).

Врановые являются неотъемлемым компонентом урбоэкосистемы Череповца, поэтому их биоценотическое значение очень велико. Они вступают во взаимодействие друг с другом, с другими видами животных (в том числе и человеком), растений и микроорганизмов. В то же время любой город является средой, созданной для человека и изменяемой им же самим в связи с появ-

лением новых потребностей и возможностей. Поэтому необходимо отдельно выделять значение данной группы для людей, т.к. от этого будет зависеть комфортное существование человека и его отношения к этим птицам.

Врановые выполняют санитарную роль в урбоэкосистеме Череповца, утилизируя пищевые отходы на помойках и поедая падаль, а также, истребляя грызунов и вредных насекомых, регулируя их численность.

Врановые выступают в качестве показателя состояния окружающей среды. Так, видовой состав населения этой группы и обилие каждого вида отражают условия обитания птиц в городах [1]. Используя данные о численности и распределении врановых в Череповце [5], можно говорить о достаточно благополучной санитарной обстановке в городе; наличии необходимого корма; достаточном количестве древесных насаждений для гнездования и ночевки.

Врановые являются средой обитания для многих организмов, но вирусологических, бактериологических и гельминтологических исследований пока проводится недостаточно для полного представления о переносимых паразитах [7]. Эта группа птиц может быть переносчиками возбудителей различных заболеваний, опасных для человека, диких и домашних животных. Особенно интересен в этом отношении перелетный грач, кочующие галки и серые вороны.

Особое значение приобретают врановые в периоды их наибольшей численности и в местах массового скопления. Распределение врановых в Череповце является неравномерным во времени и пространстве. Так грач встречается в городе с марта по октябрь. Численность галок и ворон увеличивается к зимнему периоду и уменьшается в период размножения [5]. В осенне-зимнее время наибольшее количество врановых в городе наблюдается в вечернее и ночное время на коллективных ночевках. В дневное время птицы предпочитают находиться вблизи мусорных контейнеров и древесных насаждений, избегая крупных магистралей и пешеходных тротуаров. Много их в парках и скверах города. Для галок важно наличие зданий, где они устраивают гнезда.

В Череповце ежегодно отмечается около 18 грачовников и 10 крупных мест совместных ночевки врановых, на которых собираются примерно 7-10 тыс. птиц. Это территории парков, аллеи, дворовые территории с большим количеством деревьев. Скопления птиц создают значительный шумовой эффект, что является неприятным для людей. Врановые загрязняют пометом дорожки под деревьями, скамейки, памятники. Кормясь в местах централизованного выбрасывания мусора, представители этого семейства часто разбрасывают его у контейнеров, придавая непривлекательный вид дворовой территории.

Показано, что птицы воздействуют на почву, изменяя ее физико-химические свойства в местах их постоянных концентраций, и как следствие – происходит изменение растительного и животного мира данной территории [6]. Птицы разносят различные семена, из которых могут прорасти орнито-хорные растения. Во время ночевки обламывается большое количество веток, через поврежденные места которых могут проникать различные инфекции. Обламывание веток происходит и при строительстве гнезд.

Серые вороны могут охотиться на голубей, разорять гнезда мелких воробьиных и водоплавающих птиц, поедая яйца и птенцов. Благодаря этому происходит регуляция населения численности других видов птиц. В городе известны случаи нападения врановых на домашних животных (кошек и собак) и человека.

Таким образом, серая ворона, галка и грач играют существенную роль в функционировании антропогенных экосистем и имеют важное хозяйственное, санитарно-эпидемиологическое значение для человека.

1. Аксенова, М.М. Особенности распределения врановых (Corvidae) на территории центра русской равнины и их индикационное значение / М.М. Аксенова // Экология врановых птиц в антропогенных ландшафтах: Сб. материалов Международной научно-практической конференции «Экология врановых птиц в антропогенных ландшафтах» / под. ред. В.М. Константинова, Е.В. Лысенкова; Мордов. гос. пед. ин-т. – Саранск, 2002. – С. 39 – 40.

2. Клауснитцер, Б. Экология городской фауны / Б. Клауснитцер – М.: Мир. – 1990. – 246 с.

3. Коблик, Е.А. Список птиц Российской Федерации / Е. А. Коблик // Товарищество научных изданий КМК. – М., 2006. – 256 с.

4. Константинов В.М. Врановые птицы как модель синантропизации и урбанизации / В. М. Константинов // Русский орнитологический журнал. – 2002. – Том 21. – Экспресс-выпуск 792. – С. 2172 – 2176.

5. Короткова, Т.Б. Динамика популяций врановых (Corvidae) в урбоэкосистеме Череповца в 1990 – 2010-е годы / Т.Б. Короткова, Н.П. Коломийцев, Н.Я. Поддубная // Череповецкие научные чтения – 2015: Материалы Всероссийской научно-практической конференции (г. Череповец, 11 – 12 ноября 2015 г.): В 4 ч. Ч. 3: Естественные, экономические, технические науки и математика / Отв. ред. К.А. Харахнин. – Череповец: ЧГУ, 2016. – С. 79-81.

6. Короткова Т.Б., Вселение сороки (Pica pica L.) в экосистему г. Череповца / Т.Б. Короткова, Н.Я. Поддубная, Н.П. Коломийцев // Принципы экологии. – 2016. – Т. 5. – № 3. – С. 65.

7. Лысенков Е. В. Средообразующая роль врановых в антропогенных ландшафтах / Е. В. Лысенков // Экология врановых птиц в антропогенных ландшафтах: Сб. материалов Международной научно-практической конференции «Экология врановых птиц в антропогенных ландшафтах» / Под. ред. В.М. Константинова, Е.В. Лысенкова; Мордов. гос. пед. ин-т. – Саранск, 2002. – С. 25–29.

8. Родимцев А.С. Состояние изученности врановых (Corvidae, Aves) Северной Евразии (по материалам прошедших совещаний и конференций) / А. С. Родимцев, И.И. Рахимов, Л.В. Маловичко, М.А. Микляева, Л.Ф. Скрылева, А.Г. Анисимов // Вестник ТГУ. – 2012. – Т.17. – Вып. 5. – С. 1476–1481.

НАСЕЛЕНИЕ ЖУКОВ-ЖУЖЕЛИЦ (COLEOPTERA, CARABIDAE) ТЕРРИТОРИИ Г. СОКОЛА

Д.Н. Коткова

Научный руководитель Ю.Н. Белова, канд. биол. наук
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Семейству жужелицы (Carabidae) в настоящее время уделяется большое внимание в связи с высокой чувствительностью группы к факторам среды, в том числе антропогенному воздействию. Встречаясь в экосистемах разной степени нарушенности, имея высокую численность, большую продолжительность активной жизни, видовое и экологическое разнообразие, они могут служить удобным объектом изучения городских местообитаний [1]. В Вологодской области жужелицы городских местообитаний изучались только в г. Вологды.

Таким образом, целью настоящего исследования стало изучение фауны и населения жужелиц в г. Соколе для расширения представлений о семействе в условиях города. Для достижения цели были поставлены следующие **задачи**:

- 1) выявить видовое разнообразие жужелиц г. Сокола;
- 2) определить параметры комплексов жужелиц на изученных территориях (динамика численности, экологическая структура);
- 3) выявить преобладающие виды жужелиц;
- 4) проанализировать влияние особенностей биотопов на параметры населения жужелиц.

За период с 2014 по 2016 гг. обследовано 15 площадок на территории города. Отлов жужелиц осуществлялся с мая по август почвенными ловушками и ручным сбором из-под укрытий. В качестве стационарных участков использовались различные биотопы: от участков с преобладанием древесной растительности до луговых сообществ с преобладанием разнотравья и злаков.

Всего за период исследования на территории г. Сокола было собрано 1099 экземпляров имаго жужелицы, принадлежащих к 55 видам, 23 родам, 14 трибам и 6 подсемействам. Наибольшее видовое богатство характерно для рода *Amara*, включающем 14 видов, и рода *Pterostichus* (7 видов). Рода *Bembidion*, *Carabus*, *Poecilus*, *Harpalus* и *Ophonus* включают по 3 вида, в остальных родах насчитывается 1-2 вида.

Виды, зарегистрированные на территории г. Сокол, относятся к 8 группам по предпочитаемым ими биотопам: полевые, болотные, лугово-болотные, береговые, лесо-болотные, луговые, лесные, лугово-полевые. Среди перечисленных групп, преобладают лугово-полевые и лесные виды (32,5% и 22,5% соответственно).

В нашем исследовании преобладают виды-зоофаги (62%). В то же время, сравнение полученных данных с обобщенными сведениями по фауне жу-

желиц Вологодской области, показала довольно высокую долю миксофитофагов (38%), так в составе региональной фауны жуужелиц вклад миксофитофагов составляет 27%.

Анализ вертикального распределения имаго жуужелиц показал преобладание подстилочных видов (стратобионтов). Велика доля видов, связанных с травянистым ярусом (стратохортобионты и геохортобионты составляют 40% зарегистрированных видов). Часть видов (29%) активны на поверхности подстилки (эпигеобионты летающие и ходящие, стратобионты поверхностно-подстилочные). Некоторые виды (27%) связаны с почвой (стратобионты подстильно-почвенные).

Высокая доля в составе фауны миксофитофагов и видов, связанных с травянистым ярусом объясняется структурой территории и преобладанием открытых участков, поскольку именно этот тип местообитаний характерен для видов-хортобинтов потребляющих растительную и животную пищу. Миксофитофагами, обитающими на открытых участках являются многочисленные в нашем исследовании представители рода *Amara*.

Описана динамика численности жуужелиц в 2016 году по четырём стационарным участкам (рис.).

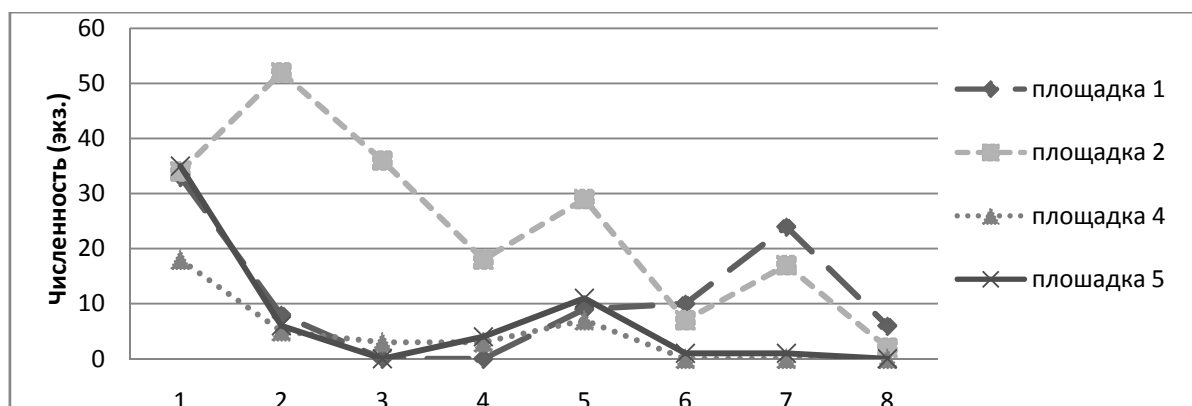


Рис. Динамика численности жуужелиц на стационарных участках в г. Соколе в 2016 году

Условные обозначения: 1) 1.05.2016-15.05.2016; 2) 16.05.2016-31.05.2016; 3) 1.06.2016-18.06.2016; 4) 19.06.2016-30.06.2016; 5) 1.07.2016-15.07.2016; 6) 16.07.2016-31.07.2016; 7) 1.08.2016-15.08.2016; 8) 16.08.2016-31.08.2016

Площадка 1 — придомовые линейные посадки берёзы, нарушенный суходольный одуванчико-во-злаковый луг; площадка 2 — зелёные насаждения (посадки берёзы), снытьево-разнотравное сообщество; площадка 4 — суходольный вейниково-разнотравный луг; площадка 5 — приусадебный участок, посадки плодово-ягодных культур, суходольный разнотравный луг

Пик активности жуужелиц приходится на начало мая. Второй пик активности имаго наблюдается в период с середины июля по середину августа. Аналогичные сведения получены для г. Вологды, где отмечено 2 пика актив-

ности жужелиц в середине мая и июле, что практически совпадает с нашими данными [2]. Такая динамика численности обусловлена особенностями жизненных циклов жужелиц. В целом на территории Вологодской области преобладают жужелицы с весенним типом размножения, определяющие высокую численность семейства во второй половине мая – начале июня.

Двумя важнейшими факторами, влияющими на видовое и численное обилие жужелиц, является влажность почвы и ее плотность. Самая высокая численность жуков и наибольшее их видовое разнообразие отмечаются на участках, где отсутствует прямое воздействие на травяно-почвенный покров (участок 2, табл. 2). Участки, на которых отмечается сильное уплотнением почв или происходит регулярное окашивание травы численность и разнообразие жуков заметно сокращаются (табл.).

Таблица

Влияние особенностей биотопов на параметры населения жужелиц

Номер участка	Число видов		Суммарная численность	
	2015 г.	2016 г.	2015 г.	2016 г.
1	17	13	62	90
2	10	14	126	195
4	16	9	112	36
5	16	16	89	58

Площадка 1 – придомовые линейные посадки берёзы, нарушенный суходольный одуванчико-во-злаковый луг; площадка 2 – зелёные насаждения (посадки берёзы), снытьево-разнотравное сообщество; площадка 4 – суходольный вейниково-разнотравный луг; площадка 5 – приусадебный участок, посадки плодово-ягодных культур, суходольный разнотравный луг

При относительно высоком видовом разнообразии жужелиц на территории Сокола доминируют 6 видов жужелиц. Это *Pterostichus melanarius* (33,6% от общей численности собранных жуков), *Poecilus versicolor* (18,3%), *Carabus granulatus* (8,82%), *Ophonus rufipes* (5,2%), *Amara aenea* (5%), *Pterostichus niger* (4,7%). Данные виды встречены практически на всех стационарных участках.

Таким образом, в ходе исследования выявлено 55 видов жужелиц, из них преобладающими являются 6 видов. Значительная часть зарегистрированных жужелиц это лугово-полевые (18 видов) и лесные виды (12), обитающие в растительной подстилке с типом питания – зоофагия. Экологические характеристики городской фауны жужелиц отражают мозаичность территории города и преобладание открытых участков. Наиболее благоприятными для обитания жужелиц на территории г. Сокола являются участки с развитым древесным и травянистым ярусом, на которых отсутствует прямое воздействие на почвенно-растительный покров.

1. Алалыкина, Н. М. Фауна жужелиц (Coleoptera, Carabidae) Кировской области и возможности использования данных в оценке экологического состояния ее территории / Н. М. Алалыкина, Л. Г. Целищева // Тр. Коми НЦ УрО РАН. – Сыктывкар, 2005. – № 117. – С. 189-205.

2. Калашникова, Е. В. Жужелицы городских местообитаний на примере парка Ветеранов г. Вологды: выпускная квалификационная работа / ВоГУ: Науч. рук. Ю. Н. Белова. – Вологда, 2014. – Фондовые материалы кафедры биологии и экологии ВоГУ, инв. №. 23–15.

3. Разнообразие насекомых Вологодской области: монография / Ю. Н. Белова, М. Н. Долганова, Н. С. Колесова [и др.]. – Вологда: Центр оперативной полиграфии «Коперник», 2008. – 368 с.

ВЛИЯНИЕ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА РАЗМНОЖЕНИЕ ЛИЛИИ АЗИАТСКОЙ СОРТА THESIRE

А.Н. Кулиничева

Научный руководитель К.А. Усова, канд. с.-х. наук

Вологодская государственная молочнохозяйственная академия

им. Н.В. Верещагина

г. Вологда

Луковичные растения расселены в природе довольно широко и представляют собой одну из самых больших групп растений на Земле. Группа луковичных растений активно используется в декоративном садоводстве, для озеленения, оформления клумб, в том числе и ранней весной, также используется для создания флористических композиций и для выгонки к определенным датам.

Одними из самых распространенных луковичных растений, которые используются в ландшафтном дизайне, являются лилии. Это красивоцветущие декоративные растения. Существует большое количество сортов и разновидностей данной культуры. В связи с широким спектром применения встает вопрос о быстром и эффективном их размножении.

Луковичные растения могут размножаться как семенами, так и вегетативно. Традиционным для луковичных растений является вегетативный способ размножения. Разрабатываются многочисленные методики для ускорения темпов вегетативного размножения. Однако возможности вегетативного размножения все равно ограничены.

Самым эффективным и простым из всех способов является размножение чешуйками. Этот способ подходит практически для любых сортов и к тому же от одной материнской луковицы можно получить от 20 до 150 новых расте-

ний. При этом коэффициент размножения зависит от количества луковичек формирующихся на чешуйке.

Для получения большего количества посадочного материала используют регуляторы роста. Подбор регуляторов роста для цветочно-декоративных культур сталкивается с рядом трудностей. Прежде всего, трудность заключается в том, что цветочно-декоративные культуры обладают довольно большим видовым разнообразием, кроме того, существует довольно большое количество сортов и форм, а регуляторы роста являются веществами довольно чувствительными даже к небольшим сортовым различиям. Физиологическое действие данных веществ так же во многом связано с другими факторами. При несоблюдении регламентированных норм дозировки препаратов, регуляторы роста могут оказывать и губительное действие на растение. Именно поэтому, при работе с регуляторами роста нужно соблюдать инструкции по применению и тщательно следить за дозировкой препарата. Кроме того, при работе с регуляторами необходимо следить не только за дозировкой, но и за сроками обработки, конкретным препаратом, растения [1].

Целью исследования стало изучение влияния регуляторов роста на размножение лилии чешуйками.

Выдвигаемая гипотеза: применение регулятора роста «Флоравит» позволит увеличить количество получаемых луковичек, их массу, размеры и, следовательно, повысить коэффициент размножения лилии. Работа выполняется с 2015 года и по настоящий момент на базе кафедры растениеводства ВГМХА им. Н.В.Вережцагина.

Материалы и методика. Объектом исследования стал сорт лилии азиатской Thesire. В опыте изучалось действие двух концентраций препарата Флоравит (1%-ная и 0,1%-ная концентрация), сравнение проводилось с контрольным вариантом (замачивание в воде), а также препаратами «Циркон» и «Эпин-экстра» в рекомендуемых производителем концентрациях.

Для проведения опыта были приобретены луковицы сорта «Thesire». От очищенных луковиц отделялись чешуйки. Полученные чешуйки промывали и помещали на 30 минут в раствор перманганата калия для стерилизации, затем слегка подсушивали. После этого проводилась обработка чешуек регуляторами роста в течение 3-х часов. После этого раскладывали по 30 чешуек в пакеты с субстратом из мха сфагнума. Опыт закладывался в трехкратной повторности. Продолжительность опыта 10 недель.

Результаты исследования. Применение регуляторов роста оказало влияние на морфологические параметры чешуек, а также количество образовавшихся луковичек (таблица).

В большинстве вариантов изменения были незначительны. Увеличение биометрических параметров чешуек наблюдалось только при использовании препарата «Флоравит».

Таблица

Влияние регуляторов роста на размеры чешуек и количество луковичек

Вариант	Длина чешуйки, мм	Ширина чешуйки, мм	Количество луковичек, шт	Масса чешуйки с образовавшимися луковичками, г
Контроль (H ₂ O)	2,74	2,55	4,89	0,18
«Циркон»	2,78	2,22	4,00	0,16
«Эпин-Экстра»	2,76	2,38	4,56	0,20
«Флоравит» (разведение 1:100)	2,83	2,50	5,13	0,22
«Флоравит» (разведение 1:1000)	2,82	2,23	4,66	0,18

Применение «Флоравита» 0,1%-ной концентрации практически не влияло на ширину чешуек по сравнению с контролем. Данная концентрация препарата также благоприятно повлияла на количество луковичек на чешуйке и массу чешуек с образовавшимися луковичками.

Остальные регуляторы роста оказали отрицательное влияние на размеры чешуек, количество образовавшихся луковичек и их массу в сравнении с контролем.

Можно рекомендовать применение препарата «Флоравит» 0,1%-ной концентрации для увеличения коэффициента размножения лилии чешуйками.

При этом важно отметить, что препарат «Флоравит 3Р®» представляет собой биоорганическое микроудобрение, раствор которого содержит вещества выделяемые продуцентами гриба *Fusarium Sambusinum*. Кроме вторичных метаболитов, данный раствор так же содержит белки, необходимые для протекания физиологических процессов растения. Для луковичных и мелколуковичных культур использование данного препарата дает повышенную устойчивость к стрессовым для растений ситуациям, так же усиливает ростовые качества [2].

1. Якушкина, Н. И. Физиология растений: [учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности 032400 "Биология"] / Е. И. Якушкина, Е. Ю. Бахтенко. – М.: Владос. – 2005. – 463 с.

2. Для ваших любимых растений (органоминеральное) / Сад вашей мечты [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.kamelia-gardens.ru/catalog/fertilizers/liquid.html/nid/1162>.

СИСТЕМАТИЧЕСКОЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ БУЛАВОУСЫХ ЧЕШУЕКРЫЛЫХ БАБУШКИНСКОГО РАЙОНА ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Я.С. Кускова

Научный руководитель Н.С. Колесова, канд. биол. наук, доцент
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Булавоусые чешуекрылые – широко распространенная группа насекомых, активно участвующая в экологических процессах наземных биогеоценозов. Бабочки являются трофическими звеньями: являясь фито- и сапрофагами, на всех стадиях развития они используются в пищу хищными насекомыми и насекомоядными птицами. На стадии гусеницы булавоусые чешуекрылые могут быть вредителями сельского и лесного хозяйства, имаго играют важную роль в опылении цветковых растений.

Ранее булавоусые чешуекрылые в Бабушкинском районе были отмечены А. А. Шабунным, С. Н. Барсуковой и М. Н. Долгановой [1, 2] – 7 видов, в рамках изучения энтомофауны Вологодской области и Е. А. Шишебаровой – 50 видов [3]. Последней, наиболее полной работой по фауне чешуекрылых Вологодской области, является статья А. С. Николаева и С. К. Корба [4], посвященная бабочкам юго-западных районов области (Кадуйский, Шекснинский, Вологодский и Череповецкий), Бабушкинский район имеет восточное положение.

Сбор бабочек осуществлялся при помощи энтомологического сачка, в июле–августе 2014 г. методом кошения, качественно, то есть, без выявления обилия, и в июле–августе 2015 г. количественно, методом безвыборочного сбора имаго в течение 20 минут на учетных площадках. Всего собрано 139 особей. При анализе сходства видового состава булавоусых чешуекрылых районов области использованы коэффициент Жаккара (K_j) и Чекановского–Сьеренсена (качественный) (K_{C-S}).

На кафедре зоологии и экологии ВоГУ в течение 12 лет (2003–2015 гг.) написано 69 работ по энтомологии, из них 17 посвящены булавоусым чешуекрылым области: центральной части – 3 (1 ВКР – всем центральным районам, Усть-Кубинскому – 1, Сокольскому – 1), северо-западной – 5 (Вашкинский (1), Кирилловский (3), Белозерский (1)), южной – 2 (Грязовецкий (1), Вологодский (1)), юго-восточной – 1 (Бабушкинский), 6 ВКР посвящены булавоусым чешуекрылым нескольких районов Вологодской области. Административное деление территории области с учетом географической привязки рассмотрено согласно источнику [5]. Значительная изученность чешуекрылых северо-западных, центральных и южных районов связана с их большей доступностью для изучения, а Кирилловского, в частности, с расположением ООПТ федерального значения – национального парка «Русский Север».

В Вологодской области выявлено 102 вида булавоусых чешуекрылых из 6 семейств, среди которых преобладают нимфалиды (Nymphalidae) – 35 видов, далее по уменьшению видового богатства следуют голубянки – 29, минимум отмечен в семействе парусники (4 вида). Соотношение семейств в отдельных районах аналогично таковому в области, но в Вологодском районе видовое богатство белянок больше, чем бархатниц (10/8), а в Бабушкинском – одинаково (10).

Сравнительный анализ фауны булавоусых чешуекрылых трёх наиболее изученных районов области показал максимальное число видов (67) в Вологодском районе, что составляет 65,68% от фауны области, в Кирилловском – 63 вида (61,76%), в Бабушкинском – 59 видов (54,84%). Меньшее число выявленных видов фауны булавоусых чешуекрылых Бабушкинского района (на 8 по сравнению с Вологодским и на 43 – с региональной фауной) отчасти связано с большей континентальностью климата. Так, в Бабушкинском районе по сравнению с Вологодским, зимние температуры в среднем ниже на 1°C (-13°C и -12°C соответственно [5]), устойчивый снежный покров наблюдается на 6 дней дольше (160 и 154), что менее благоприятно для зимующих стадий, и влажность летом ниже, что является лимитирующим фактором для энтомофильных растений, снижая уровень нектара.

Максимальное сходство фауны булавоусых чешуекрылых Бабушкинского района наблюдается с Вологодским (табл. 1), что объясняется более близким их расположением по сравнению с Кирилловским. Сравнительный анализ лепидоптерофауны данных трех районов показал, что 6 видов, выявлены только в Бабушкинском районе, 10 – в Вологодском районе видов, 7 – в Кирилловском.

Таблица 1

**Сходство видового состава булавоусых чешуекрылых
исследуемых районов**

	Вологодский район	Кирилловский район
Бабушкинский р-н	44 вида, K_j 0,54, K_{C-S} 0,69	41 вид, K_j 0,51, K_{C-S} 0,67
Вологодский р-н		50 видов, K_j 0,63, K_{C-S} 0,76

K_j – Коэффициент Жаккара; K_{C-S} Коэффициент Чекановского–Сьеренса (качественный)

По биотопической приуроченности основу фауны булавоусых чешуекрылых области и районов составляют эвритопные виды, как более пластичные, и луговые, имеющие более широкий трофический спектр. Виды, обитающие на открытых участках (луга, опушки) и лесные имеют меньшую представленность.

В Бабушкинском районе встречается семь редких видов из семнадцати, внесенных в Красную Книгу Вологодской области [2], из них четыре ранее не отмечались в данном районе (*Euphydryas maturna* (Linnaeus, 1758), *Lopinga achine* (Scopoli, 1763), *Maculinea arion* (Linnaeus, 1758) – 24.06.2006, 0,2 км Ю-В д. Леденьга, на разнотравном лугу, 08.07.2005, 0,1 км 3 п. Ида, на разно-

травном лугу, *Papillio machaon* (Linnaeus, 1758) – 24.06.2005, 0,2 км 3 д. Логдуз, на разнотравном лугу) [3].

Таблица 2

Сведения о булавоусых чешуекрылых Бабушкинского района, внесенных в Красную книгу Вологодской области [2]

Латинское название вида	Биотопическая приуроченность	Методы охраны	Лимитирующие факторы
<i>Apatura ilia</i> (Denis et Schiffermüller, 1775) (Nymphalidae)	эвритопный	охрана местообитаний вида	антропогенное преобразование естественных местообитаний
<i>Apatura iris</i> (Linnaeus, 1758)* (Nymphalidae)	лесной	необходима организация ООПТ в новых точках обнаружения популяции вида	существование на северной границе ареала, естественная редкость вида
<i>Euphydryas maturna</i> (Linnaeus, 1758)* (Nymphalidae)	эвритопный	охрана местообитаний вида	изменение естественных местообитаний вследствие хоз. деятельности. Особенности жизненного цикла
<i>Lopinga achine</i> (Scopoli, 1763)* (Satyridae)	луговой	охрана местообитаний вида	естественная редкость вида, вырубка лесов, пожары, захламливания
<i>Maculinea arion</i> (Linnaeus, 1758)* (Lycaenidae)	луговой	необходима организация ООПТ в новых точках обнаружения популяции вида	узкая пищевая специализация и специфика жизненного цикла, нарушение естественных местообитаний (вырубки и лесные пожары). Сокращение популяции кормового растения и разрушения гнезд муравьев
<i>Papillio machaon</i> (Linnaeus, 1758)* (Papilionidae)	луговой	в местах обитания необходима регламентация хозяйственной деятельности, запрет на отлов бабочек, природоохранное просвещение населения	ухудшение состояния местообитаний
<i>Parnassius mnemosyne</i> (Linnaeus, 1758) (Papilionidae)	луговой	необходима охрана мест обитания и кормовых растений, поэтому в местах произрастания хохлатки необходимо уменьшение антропогенной нагрузки и организация ООПТ	узкая кормовая специализация (основное кормовое растение гусениц – хохлатка (<i>Corydalis</i>)), низкая способность к миграциям, увеличение антропогенной нагрузки на биотопы вида

*указаны впервые для Вологодской области [3].

Меры охраны видов должны включать поддержание луговых и лесных местообитаний, с комплексом опушек и полян для обеспечения питания имаго дневных чешуекрылых. При этом необходимо осуществлять ограничение рекреационной нагрузки, регулирование выпаса скота, запрет строительства и регламентированное сенокошение, что очень важно для сохранения луговых сообществ, вторичных в Вологодской области, расположенной в таёжной зоне. Наиболее надёжную охрану бабочек и мест их обитания могут обеспечить ООПТ – существующие и вновь организованные. В ряде стран в местах размножения мигрирующих бабочек создаются охраняемые временные заповедники.

Таким образом, в Бабушкинском районе выявлено 59 видов, что составляет 54,84% фауны булавоусых чешуекрылых Вологодской области, относящихся к 6 семействам, самое многочисленное среди которых – нимфалиды (35 видов). По биотопической приуроченности основу фауны булавоусых чешуекрылых составляют эвритопные и луговые виды. Выявлено 7 редких видов, внесенных в Красную книгу Вологодской области.

1. Долганова, М. Н. Группа булавоусые (дневные чешуекрылые) – *Rhорaіосегa (Diurna)* // Разнообразие насекомых Вологодской области / М. Н. Долганова, А. А. Шабунин / Под ред. Ю. Н. Беловой, А. А. Шабунин. – Вологда: Центр оперативной полиграфии «Коперник», 2008. – С. 188–209.

2. Красная книга Вологодской области / Н. Л. Болотова [и др] // ВГПУ, изд-во «Русь». – Т. 3. – 216 с.

3. Шишебарова, Е. А. Булавоусые чешуекрылые Бабушкинского р-на : выпускная квалификационная работа / кафедра зоологии и экологии ВоГУ; Шишебарова Елена Александровна ; н. рук. М. Н. Долганова. – Вологда, 2007. – 58 с. – Инв. № 21-07.

4. Николаев, А. С. К фауне чешуекрылых (Lepidoptera) юго-запада Вологодской области / Николаев А. С., Корб С. К. // Труды Мордовского государственного природного заповедника имени П. Г. Смидовича. – Вып. 14. – Саранск; Пушта 2015. – С. 296–315.

5. Сельское хозяйство Вологодской области – Аграрная интернет-энциклопедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.agrien.ru/reg/%D0%B2%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%BE%D0%B4%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F.html>

6. Атлас Вологодской области / Е. А. Скупинова [и др] – Санкт-Петербург: ФГПУ «Аэрогеодезия», Череповец: ООО «Порт-Апрель», 2007. – 108 с.

ВЫДЕЛЕНИЕ ЛЕСОВ ВЫСОКОЙ ПРИРОДООХРАННОЙ ЦЕННОСТИ

Д.И. Макарова

Научный руководитель Ф.Н. Дружинин, д-р с.-х. наук, профессор
Вологодская государственная молочнохозяйственная академия
им. Н.В. Верещагина
г. Вологда

Проблема территориальной охраны природы состоит в том, что небольшие изолированные природные сообщества обречены на неизбежную деградацию. В тоже время, лесопользование нарушает целостность биогеоценозов, фрагментируя их и разделяя пространствами вырубок. Сохранение экологических ценностей не подразумевает только исключение лесопользования. Биоразнообразие и экологические функции лесов можно сохранять и в процессе их эксплуатации [1].

Изучая экологию видов животных и растений, специалисты уже давно пришли к выводу, что для их сохранения биоразнообразия необходимо создание охраняемых территорий. Сохранение отдельных видов в ряде случаев могут обеспечить и сравнительно небольшие площади, но обязательно соединенные природоохранными «зелеными» коридорами друг с другом. Такая система называется экологической сетью (эконет), которая составляет экологический каркас территории. Это система пространственно взаимосвязанных территорий, обеспечивающая природное равновесие и восстановление биоразнообразия. Создание эконета необходимо для сохранения невоспроизводимых экологических ценностей лесов. Экологическая сеть должна присутствовать повсеместно на уровне региона (в нее входят заповедники, национальные парки), района (лесничества) и арендованного участка леса [2].

В арендной базе экологическая сеть должна состоять из небольших охраняемых территорий, например памятников природы, заказников, особо защитных участков (ОЗУ), лесных массивов с ограничениями по видам рубок и т.д. Такие территории должны занимать, как минимум, 5% от покрытой лесом площади арендного участка. Создание экологического каркаса на уровне арендной базы является, в первую очередь, обязанностью арендатора, так как ответственность за экологическую неистощительность лесопользования лежит на нем [2].

Цель исследования – изучение ценных участков леса для создания устойчивого экологического каркаса из природных объектов, выполняющих природоохранные функции на территории арендной базы лесозаготовительного предприятия ООО «Толшменское».

Основные задачи:

- сохранение экологических ценностей;

- анализ системы охраняемых природных территорий;
- выделение ценных, с точки зрения биоразнообразия, водоохранных, защитных и других функций участков (выделов, ключевых местообитаний и биотипов).

В ходе проработки программных вопросов предусматривалось 2 этапа работ:

Камеральный

1. Анализ существующей системы охраняемых природных территорий и режима допустимого лесопользования в них.
2. Выделение ценных, с точки зрения биоразнообразия, водоохранных, защитных и других функций участков.
3. Проектирование мероприятий по поддержанию и сохранению лесов природоохранной ценности.

В ходе полевых работ предусматривалось непосредственное выделение ЛВПЦ:

- мест концентраций редких и исчезающих видов растений и животных, занесенных в Красную Книгу Вологодской области;
- участков старовозрастных насаждений естественного и искусственного происхождения;
- территорий с наличием эндемичных видов (пихта, клен и др.);
- лесов, необходимых для обеспечения существования местного населения.

На основании анализа действующих нормативно-правовых документов Федерального, регионального и местного уровней, сведений о флоре и фауне, опроса местных жителей, экономической и социальной характеристики, а также изучения лесоустроительных материалов и картографических документов, на территории арендной базы предприятия на данный момент выделены ЛВПЦ одного типа по принятой классификации.

Согласно определению Лесного попечительского совета леса высокой природоохранной ценности – это такие лесные территории, на которые необходимо сохранять или увеличивать их высокую природоохранную ценность [3].

ВПЦ подразделяют на 6 типов, которые закреплены в критерии 9.1 «Принципов и критериев FSC»:

ЛВПЦ составляют участки четвертого типа (главным образом водоохранные зоны), что связано с наличием на арендуемой территории значительного количества рек, ручьев [4].

Следует отметить, что проведение лесозаготовительных работ на территории выделенных водоохранных зон нецелесообразно с экономической точки зрения. Регулирование среднего годового стока в реках и озерах, сокращение или предотвращение поступления в них загрязняющих веществ, ослабление колебаний в подъеме воды при таянии снега и дождях, предотвращение обмеления водоемов в меженный период, перевод поверхностного стока во внут-

рипочвенный и в связи с этим предотвращение или ослабление паводков, водной эрозии почв, селей, лавин, заиления водоемов [3].

По результатам анализа существующей системы особо охраняемых природных территорий (ООПТ), особо защитных участков (ОЗУ) и общей ситуации сохранения биоразнообразия в условиях Вологодской области, на территории арендной базы ООО «Толшменское», расположенной в Тотемском районе, выделено 3702,0 га лесов высокой природоохранной ценности, что составляет 28 % от общей площади аренды предприятия. Сохранение таких лесов имеет не только экологическое, но экономическое и социальное значение.

Проект мероприятий по поддержанию и сохранению ЛВПЦ

Мероприятия по сохранению выделенных на первом этапе работы лесов высокой природоохранной ценности сводятся к ограничению или полному запрету отдельных видов пользования на их территории. Все выделенные участки должны быть изъяты из расчетной лесосеки. Исключения составляют берегозащитные полосы вдоль рек, речек, где разрешены добровольно-выборочные рубки, интенсивностью 15-20 % по запасу в зимний период [4].

Разрешенные виды рубок леса (рубки ухода, причем слабой интенсивности и санитарные рубки) на территории выделенных ЛВПЦ должны вестись с целью сохранения и усиления водоохраных, защитных и других природоохранных свойств этих лесов[4].

Таким образом, на первом этапе работ, в соответствии с классификацией Лесного Попечительского Совета (FSC), нами выделены леса, потенциально обладающие высокими природоохранными ценностями.

Доли ЛВПЦ от общей площади лесного фонда вполне достаточно для организации экологического каркаса территории и сохранения природоохранных функций.

На втором этапе работы по сохранению лесов ВПЦ и их мониторингу предусматривается проведение следующих основных мероприятий:

- выявление местообитаний редких и исчезающих видов животных и растений, нанесение на карты их ключевых местообитаний с разработкой мероприятий по их охране и защите;
- разработка перечня ключевых экологических элементов и нормативов их выделения;
- выделение в качестве экологического каркаса репрезентативных эталонных участков;
- получение сведений об участках, от состояния которых зависит существование местного населения и имеющих культурную, экологическую, экономическую и другую ценность;
- закладка демонстрационных участков на различные виды рубок с сохранением элементов биоразнообразия, ключевых биотопов и объектов, с це-

лью обучения работников предприятия вопросам природоохранного планирования при проведении лесозаготовительных работ;

- разработка программы, методики мониторинговых наблюдений за выделенными ЛВПЦ, и проведение ежегодных полевых исследований.

1. Сохранение ценных природных территорий Северо-Запада России. Анализ репрезентативности сети ООПТ Архангельской, Вологодской, Ленинградской и Мурманской областей, Республики Карелии, Санкт-Петербурга / Коллектив авторов. Под ред. К. Н. Кобякова. – Санкт-Петербург, 2011. – 506 с.

2. Предложения по экологической политике лесопромышленных компаний в области лесопользования и лесобеспечения. – Москва: ВВФ, 2003. – 90 с.

3. Дженнингс, С. Леса высокой природоохранной ценности: практическое руководство / С. Дженнингс, Р. Нуссбаум, Н. Джадд, Т. Эванс. – Москва, 2005. – 184 с.

4. Российский национальный стандарт FSC 7-0 (проект от 10.03.2016 г.). – Введ. 11.11.2008. – Москва: Российский национальный офис FSC, 2012. – 198 с.

СОСТОЯНИЕ ПОПУЛЯЦИИ КЛЕЩА ТАЕЖНОГО *IXODES PERSULCATUS* НА ТЕРРИТОРИИ ООПТ ЗЕЛЕНАЯ РОЩА ГОРОДА ЧЕРЕПОВЦА

И.П. Мискевич

Научный руководитель **В.В. Петрова**, канд. биол. наук, доцент

Череповецкий государственный университет

г. Череповец

На территории Западной Европы и Европейской части России из паразитоморфных клещей рода *Ixodes* особое значение имеют два вида: *Ixodes ricinus* и *Ixodes persulcatus*. С запада на восток на фоне ландшафтных и климатических различий *Ixodes ricinus* сменяется на *Ixodes persulcatus*.

Ареал обитания этих клещей во многом совпадает с ареалом КЭ и ИКБ, переносчиками которых они являются. Эти инфекции распространены по всей умеренно-климатической лесной и лесостепной зоне Евразийского континента и за его пределами [3].

В Вологодской области выделяют 4 ландшафтно-эпизоотологических района. Город Череповец относится к одному из них – северо-западному, в котором степень риска заболевания клещевым энцефалитом, Лайм-боррелиозом самая высокая в области [2].

Цель нашей работы заключалась в изучении динамики численности и состояния популяции таежного клеща (*Ixodes persulcatus*) на территории Зеленой рощи.

Для чего были поставлены следующие задачи: выявить сезонную динамику активности *Ixodes persulcatus* лесопарка Зеленая роща; проанализировать годовую динамику активности клеща таежного (*Ixodes persulcatus*) лесопарка Зеленая роща; проанализировать аномалий экзоскелета клеща таежного (*Ixodes persulcatus*).

Наши исследования проводились в районе лесопарка Зеленая роща (рис 1). Этот район характеризуется как место поддержания трансмиссивных заболеваний человека – клещевого энцефалита и иксодового клещевого боррелиоза. Достаточное число прокормителей, богатое разнотравье, слабая заболоченность, высокая влажность, вследствие близкого расположения реки Шексны создают благоприятные условия для обитания переносчиков этих опасных инфекций – таежного клеща.

Учет динамики численности весенне-летнего периода проводился на маршруте протяженностью в 1 км на флаг. Данные по количеству активных единиц на 1 флаго-км записывались в дневник. Отловленные клещи помещались и хранились в специальных пробирках типа «Эппендорф» в 70% спирте. На маршруте во время учетов с помощью прибора DICKSON TH550 регистрировалась относительная температура и влажность воздуха. Затем, в лаборатории, с помощью бинокля МБС – 10 определялась видовая, гендерная принадлежность собранных клещей и наличие аномалий экзоскелета.

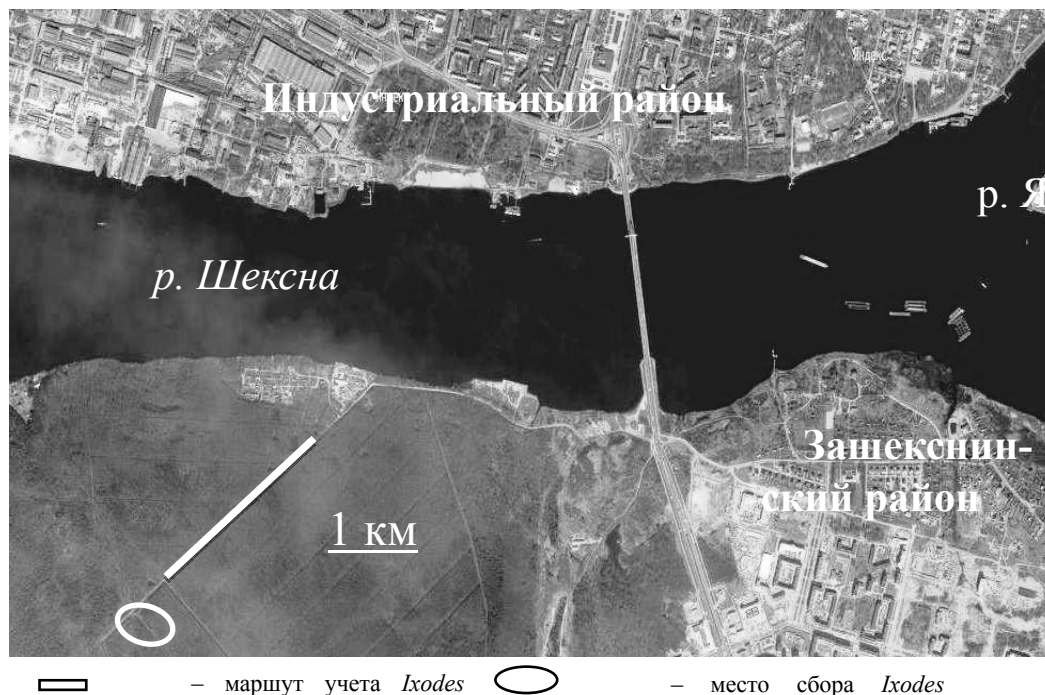


Рис 1. Участок лесного массива Зеленая роща города Череповца.

Начало сезонной активности клещей в Зеленой роще в 2012 году регистрировалось уже в начале мая (рис 2). К тому времени снежный покров уже полностью сошел и температура воздуха была выше 14°C. По литературным

данным температура в диапазоне от 10 до 15 градусов является оптимальной для активности клещей. Пик численности *Ixodes persulcatus* в 2012 году пришелся на конец мая, так 21 мая нами было зафиксировано 20 особей на флажок. Общая активность иксодид в 2012 сохранялась до начала июля.

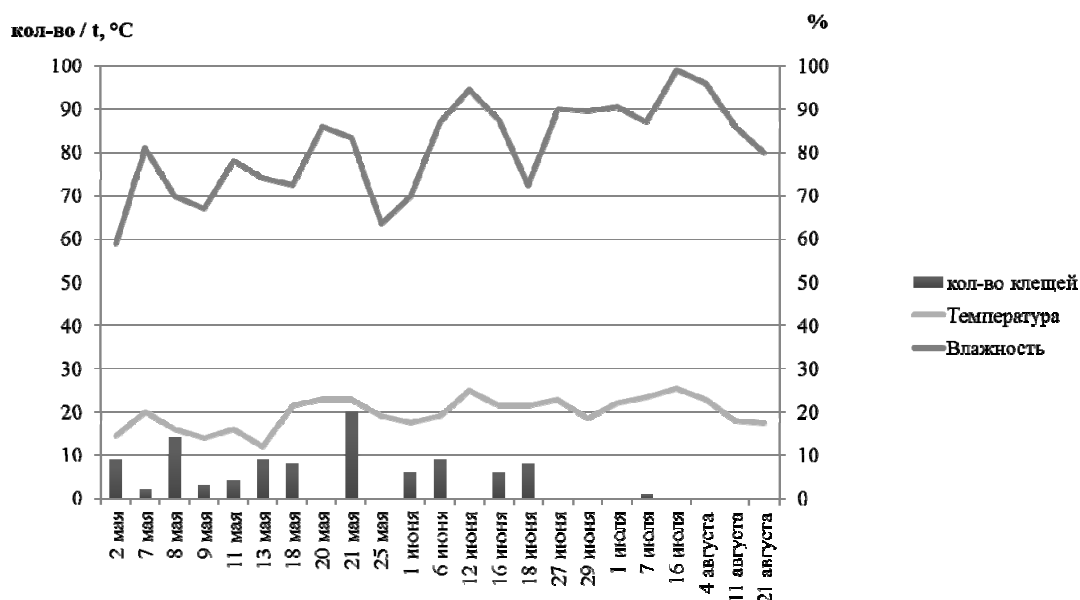


Рис 2. Сезонная динамика численности клещей *Ixodes persulcatus* на территории ООПТ Зеленая роща в весенне-летний период 2012 года

Также нами исследовалась сезонная динамика активности самок и самцов иксодовых клещей (рис 3). Результаты показали, что в 2012 г. самцы были более активными, чем самки. Исследования же прошлых лет говорят об одинаковой активности самцов и самок.

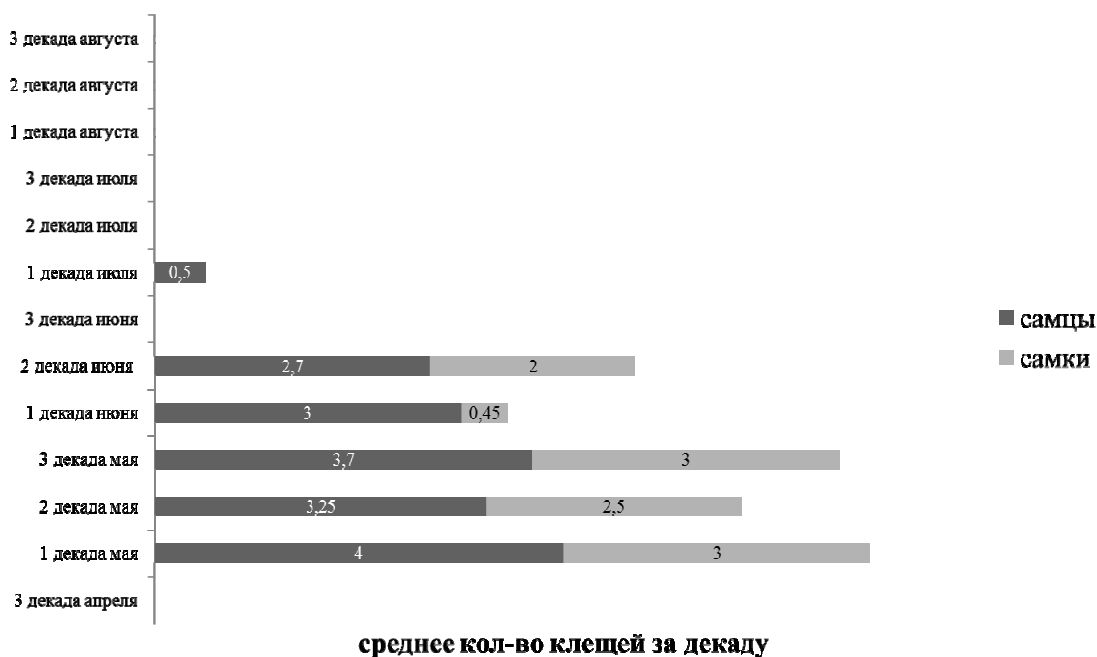


Рис 3. Сезонная динамика активности самцов и самок *Ixodes persulcatus* в весенне-летний период 2012 года на территории ООПТ Зеленая роща

По многолетним данным наблюдений студентов кафедры Биологии ЧГУ иксодовые клещи в Зеленой роще стабильно становятся активными уже в конце апреля. Пик активности клещей приходится на конец мая – начало июня.

В исследованиях 2012 года наблюдается снижение сезонной активности иксодовых клещей, по сравнению с активностью последних 3 лет. Возможно, это связано с промерзанием почвы осенью 2011 года в отсутствии плотного снежного покрова.

Нами проводилось изучение аномалий экзоскелета иксодовых клещей. Аномальное строение среди иксодовых клещей связано с накоплением в их организмах ионов тяжелых металлов, в частности Cd, замещающего кальций в их покровах [1].

Это различные морфы в строении ротового аппарата, симметричные и несимметричные вдавливания на щитке у самок и самцов, так называемая «шагреновая кожа» на щитке у самок, уродства в строении конечностей, полового аппарата самок.

По схеме типов Алексеева А.Н. нами было выявлено 8 типов аномалий у клещей собранных в районе Зеленой рощи [1]. Наиболее распространенными аномалиями экзоскелета являются Scutum 9 («шагреновая кожа» на щитке у самки *I. persulcatus*) и Body form 11 (симметричные вдавливания на хитиновом покрове самца *I. persulcatus*) (рис 4).

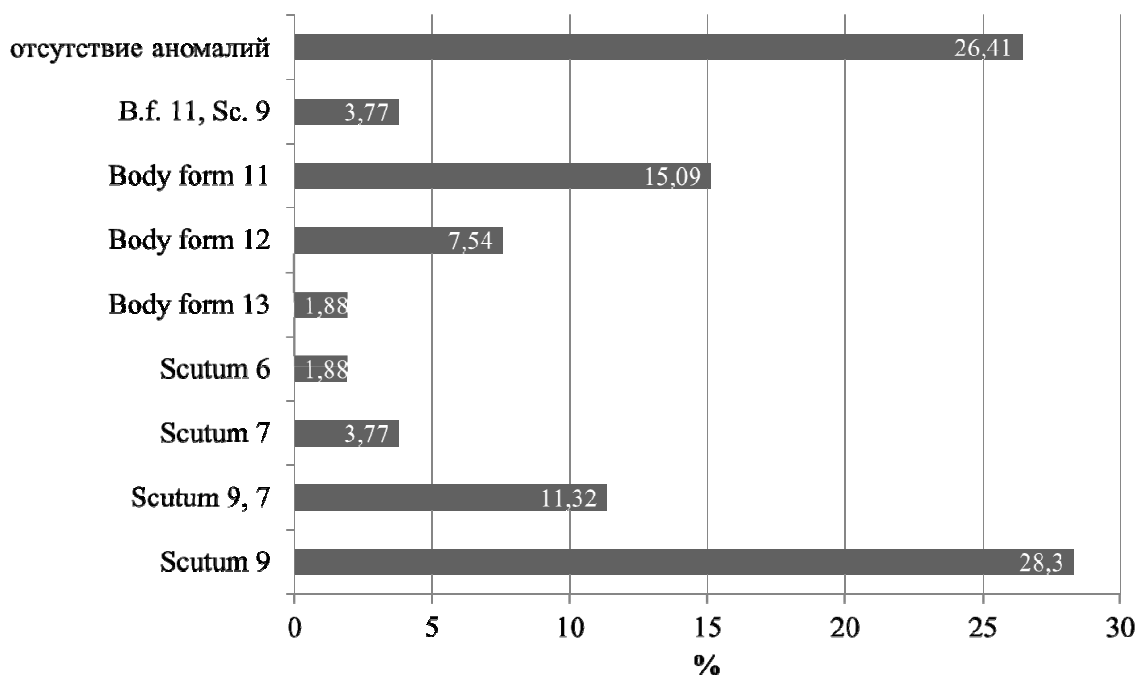


Рис 4. Соотношение аномалий экзоскелета в выборке *I. persulcatus* (n=54) в Зеленой роще 2012 года

Кроме того, нами были обнаружены сочетания аномалий: симметрично-го вдавливания и шагреновой кожи на щитке самки *Ixodes persulcatus* – Scutum 7,9; а также, схожее сочетание аномалий у самцов – Body form 11, Scutum 9.

Нами был произведен подсчет соотношения клещей с нормальным и аномальным строением, отловленных в ООПТ Зеленой роще. Он составил – 74%. Таким образом, можно предположить, что почва ООПТ Зеленой рощи значительно загрязнена тяжелыми металлами. И, как следствие, это может привести к увеличению риска заражения человека клещевыми инфекциями, так как аномальные клещи чаще являются носителями патогенов, чем нормальные [1].

1. Алексеев, А.Н. Функционирование паразитарной системы «клещ-Алексеев, Е.В. Дубинина, О.В. Юшкова – СПб., 2008. – 146 с.

2. Радченко Н. М. Экологические основы безопасности жизнедеятельности на территории Вологодской области / Н. М. Радченко – Вологда: Издательский дом ВИРО, 2007. – 132 с.

3. Jääskeläinen, A. E Siberian subtype tickborne encephalitis virus, Finland /A. E. Jääskeläinen [et al.] // Emerging Infectious Diseases. – 2006. – Vol. 12, N 10. –P. 1568–1571.

ЛЕСОВОДСТВЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ СОХРАНЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ ПРИ ЛЕСОЗАГОТОВКАХ НА ТЕРРИТОРИИ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Т.А. Михина

*Научный руководитель Ф.Н. Дружинин, д-р с.-х. наук, профессор
Вологодская государственная молочнохозяйственная академия
им. Н.В. Верещагина
г. Вологда*

Соблюдение экологических норм в процессе лесозаготовительной деятельности предприятий – важная часть современного ведения бизнеса. Международные конвенции и решения, принятые в Рио-де-Жанейро в 1992 году, а также в ходе Хельсинского и Монреальского процессов, определили основные критерии устойчивого лесопользования, одним из которых является сохранение биологического разнообразия [1].

На национальном уровне необходимость сохранения биологического разнообразия отражается в Федеральных законах «Об охране окружающей среды» и «О животном мире», Лесном кодексе Российской Федерации и других нормативно-правовых актах [2]. Декларируется, что управление лесами Российской Федерации направлено на обеспечение рационального и неистощительного использования лесов, их охрану, защиту и воспроизводство, исходя из принципов устойчивого управления лесами и сохранения биоразнообразия лесных экосистем, повышения экологического и ресурсного потенциала

лесов, удовлетворения потребностей общества в лесных ресурсах на основе научно-обоснованного, многоцелевого лесопользования [3].

Целью работы являлось выявление эффективных мер по сохранению биоразнообразия, установление устойчивости экосистем при наличии антропогенного прессинга.

Мониторинговые наблюдения выполнены на 4 стационарных объектах (таблица), которые представлены делянками с разными сроками хозяйственного воздействия в различных районах Вологодской области: стационар «Алексино» (вырубка 2007 года), стационар «Голузино» (вырубка 2006 года), стационар «Кубинское» (вырубка 2010 года), стационар «Катрома» (вырубка 2005 года).

Рассматриваемые объекты до выполнения лесосечных работ, исходя из таксационных описаний, характеризовались достаточно высокими лесоводственно-таксационными параметрами. Они были представлены смешанными хвойно-лиственными древостоями с долевым участием березы и осины в составе древостоя до 3-5 единиц. Производительность древостоя достигала 250-300 м³/га. Насаждения относились к высокобонитетной хвойной хозяйственной секции зеленомошной группы типов лесов (ельники черничные свежие и влажные).

В ходе обследования выявлены следующие редкие, исчезающие и краснокнижные виды растений: клен остролистный (*Acer platanoides*), липа мелколистная (*Tilia cordata*), пихта сибирская (*Abies sibirica*), уснея бородатая (*Usnea barbata*). При этом их представительство на участке очень высокое не только в ключевом биотопе, но и на вырубке, интенсивно зарастающей древесно-кустарниковой растительностью.

Таблица

Лесоводственно-таксационные паспорта объектов исследования

Стационар	Состав	Элемент леса	Средние		Количество, экз./га	Полнота		Запас, м ³ /га	Бонитет
			Д, см	Н, м		м ² /га	отн.		
Алексино	9Ос1Е ед.Б,Лп,Ив		29,7	24,0	761	30,63	0,86	327	II
		Ос	29,7	24,0	387	27,00	0,69	303	
		Е	10,7	12,0	267	2,53	0,12	18	
		Б	10,1	10,0	80	0,61	0,03	3	
		Лп	15,2	12,0	20	0,36	0,01	2	
		Ив	16,0	8,0	7	0,13	0,01	1	
Катрома	9Е1Б ед.Ос,Ив		12,4	13,3	1332	15,88	0,62	112	III
		Е	12,4	13,3	1236	14,63	0,57	102	
		Б	12,4	18,2	77	0,91	0,03	7	
		Ос	14,3	19,0	14	0,23	0,01	2	
		Ив	17,1	16,0	5	0,11	0,01	1	
Кубинское	9Ос1Е+Б		27,0	30,3	772	32,01	0,80	407	II
		Ос	27,0	30,3	484	28,30	0,66	375	
		Е	12,4	14,0	240	2,90	0,11	21	
		Б	14,6	22,9	48	0,81	0,03	11	

Кроме основных лесообразующих пород, значительное участие в возобновлении леса на участках ключевых биотопов (пробная площадь 1 и 2) принимают интродуценты (клен остролистный, липа мелколистная и пихта сибирская). Их количество достигает 2,0-2,5 тыс. экз./га. По высоте эти растения на момент обследования превышали 3,0 м. Участие пихты в возобновлении незначительное (менее 100 экз./га).

На других стационарных объектах (пробная площадь 3-5) доминируют основные лесообразующие породы Вологодской области. При этом на вырубках главенствующее положение в формирующемся древесном пологе занимают осина (более 50,0 тыс. экз./га) и береза (более 20,0 тыс. экз./га). Другие древесные породы (ель, сосна, ива, ольха) в общем составе молодняков не превышают 3 относительных единиц.

В целом на момент обследования процесс естественного лесовосстановления пока продолжается, поэтому судить о его успешности рано. Однако следует отметить, что без проведения лесохозяйственных мероприятий формирование молодого поколения с доминированием хозяйственно-ценных древесных пород будет протекать крайне медленно. Среди необходимых хозяйственных мер, стимулирующих лесообразовательный процесс, следует признать проведение своевременных уходов.

Фитосанитарное обследование ключевых биотопов, выделенных и сохраненных в процессе лесосечных работ, проведено с учетом Санитарных правил в лесах РФ [4]. В ходе лесоучетных работ установлены категории жизненного состояния деревьев.

Визуальная оценка проводилась по следующим диагностическим признакам: густота кроны, наличие на стволе мертвых сучьев, насекомых, степень повреждения хвои, листьев и коры хвойных и лиственных деревьев.

Результаты проведенного обследования показали, что совокупность деревьев, составляющих ключевые биотопы, характеризуется низкими классами санитарной оценки. По жизненному состоянию большинство древесных пород отнесены к сильно ослабленной и усыхающей категориям. Однако следует отметить, что эти древостои обладают высокой устойчивостью к воздействию неблагоприятных климатических факторов. Доля ветровальных и буреломных деревьев не превышает 15%. Вываленные с корнями деревья осины фиксировались лишь вблизи технологических коридоров.

Одновременно с фитосанитарной оценкой устанавливали признаки (виды) и причины повреждений. Наиболее часто встречаемым являлось механическое воздействие, вызванное как факторами среды, так и биотическими факторами, обусловленными внутривидовой конкуренцией. В общей сложности выявлено 13 видов повреждений.

Среди обследованных древесных пород минимальной повреждаемостью характеризуются липа мелколистная (*Tilia cordata*), ива белая (*Salix alba*) и

береза повислая (*Betula pendula*). Они занимают согосподствующий и соподчиненный полог, что в определенной степени повлияло на их сохранность.

В целом в ходе мониторинговых наблюдений установлено, что сохраняемые в процессе лесосечных работ ключевые биотопы из фауны осины с незначительным участием других древесных пород, обладают достаточно высокой устойчивостью, несмотря на значительную повреждаемость.

Также проводили учетные работы по выявлению видового состава и урожайности дикорастущих грибов и ягод. В ходе рекогносцировки на местности осуществлен сбор дикорастущих грибов, относящихся к 4 категориям пищевой ценности.

Основная доля из общего урожая приходилась на следующие виды: белый гриб (*Boletus edulis*), подосиновик желто-бурый (*Leccinum versipelle*), подберезовик обыкновенный (*Leccinum scabrum*), моховик пестрый (*Xerocomus chrysenteron*), масленок обыкновенный (*Suillus luteus*), волнушка розовая (*Lactarius torminosus*), валуй (*Russula foetens*), лисичка обыкновенная (*Cantharellus cibarius*), рыжик настоящий (*Lactarius deliciosus*).

Максимальные величины по всем морфометрическим параметрам установлены для гриба второй категории по пищевой ценности – подосиновика желто-бурого, что отразилось и на его урожайности (более 21 кг/га). В целом, урожайность по дикорастущим грибам по объектам исследования составила: стационар «Алексино» – 22,2 кг/га; стационар «Катрома» – 14,6 кг/га; стационар «Кубинское» – 1,8 кг/га. На объектах сплошных вырубок, обильно заросших древесно-кустарниковой растительностью, в ходе выполняемых учетов, грибов обнаружено не было или они встречались единичными плодовыми телами. Эти показатели характеризуют плодоношение макромицетов в 2015 году, как очень низкое. Так, например, для подберезовика высокая урожайность составляет – 150 и более кг/га, средняя – 75 кг/га, низкая – 20 кг/га. В нашем случае урожайность данного вида составила менее 2 кг/га.

В ходе роста и развития дикорастущих грибов на них оказывается воздействие со стороны климатических и биотических факторов. Наибольшие повреждения дикорастущим шляпочным грибам наносят насекомые, особенно двукрылые. Механические повреждения слизнями устанавливали при внешнем осмотре. Поражения разной степени были зафиксированы у всех учитываемых видов грибов. Средняя червивость в связи с ранним и обильным плодоношением составила 82 % от общего количества учтенных видов, причем максимальная зафиксирована у подосиновика (100 %).

Средняя повреждаемость плодовых тел грибов надкусами слизней составила 66 %. Максимальный процент повреждения зафиксирован для сыроежки болотной (*Russula paludosa*). Надлом шляпок отмечен у опенка настоящего (*Armillaria mellea*) и сыроежки винно-красной (*Russula sanguinea*), что связано с хрупкостью плодовых тел у данных видов. Возникновение трещин на плодовых телах опенка настоящего (15%), вероятно, обусловлено влиянием метеословий.

На сплошных вырубках с предварительным возобновлением сохранность дикорастущих ягодников составляет 15-35% от занимаемой ими площади, а с последующим возобновлением – 10-20%. Наиболее представленными на стационарных объектах являлись черника (*Vaccinium myrtillus*), брусника (*Vaccinium vitis-idaea*) и костяника (*Rubus saxatilis*). Эти виды ягодоносцев характеризуются наибольшей жизнеспособностью в пасаках.

В ходе мониторинговых наблюдений, на основании лесоводственной оценки лесорастительных условий и жизненного состояния древостоев, выявления видового состава грибов, ягод, флоры и фауны, установлено, что сохраняемые в процессе лесосечных работ ключевые биотопы из фауной осины с незначительным участием других древесных пород, обладают достаточно высокой устойчивостью. Целесообразность выделения и сохранения таких участков в ходе лесосечных работ, подтвердилась наличием на этих площадях редких, исчезающих и краснокнижных видов.

1. Панкратов, В. Сохранение биологического разнообразия в процессе лесозаготовок / В. Панкратов // Устойчивое лесопользование. – 2006. – №12 (4). – С. 36-37.

2. Инструкция по сохранению биологического разнообразия при осуществлении лесозаготовительного производства и ведения лесного хозяйства ЗАО «Вышневолоцкий леспромхоз» на арендуемых участках лесного фонда. – Вышний Волочек, 2011. – 25 с.

3. Методические рекомендации по сохранению биологического разнообразия при заготовке древесины в Вологодской области. – Вологда, 2014. – 18 с.

4. Об утверждении Санитарных правил безопасности в лесах Российской Федерации: приказ МПР РФ от 24.12.2013 № 613 // Российская газета. – 2014. -9 июля.

ФАУНА ЖУКОВ УСАЧЕЙ (COLEOPTERA, CERAMBYCIDAE) УСТЮЖЕНСКОГО РАЙОНА ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

С.А. Непоротовский

Устюженский политехнический техникум
г. Устюжна

Усачи являются одним из крупнейших и широко распространенных семейств жесткокрылых. Жизнь большого числа видов данной группы связана с древесной растительностью. Их природное и хозяйственное значение особенно велико в сообществах лесной зоны.

Видовой состав локальных фаун жуков усачей определяется обликом и состоянием лесных фитоценозов. Антропогенное воздействие, связанное с проведением мероприятий по защите леса, лесозаготовкой, переработкой лесной продукции и др. нарушают природный баланс и негативно сказываются на разнообразии фауны усачей.

Целью работы является изучение состава фауны усачей Устюженского района в настоящее время.

Задачи работы: выявить видовой состав жуков усачей; обнаружить места развития личинок, установив тем самым биотопическую приуроченность видов; оценить хозяйственное значение жуков в данной местности.

Настоящее исследование проводилось на территории Устюженского района в период с 2009 по 2016 г. Материалом для исследования послужили имаго и преимагинальные стадии усачей. Кроме того, учитывались характерные следы жизнедеятельности некоторых видов данного семейства, представляющие собой разнообразные повреждения древесной растительности.

В ходе исследования использовались следующие методы: сбор и фотографирование имаго в естественной среде на кормовых объектах основного и дополнительного питания в период лёта; сбор преимагинальных стадий; доведение личинок и куколок до имаго в лабораторных условиях; лов на пищевые приманки; лов на ароматические приманки; фотоловушки. В природосберегающих целях большинство экземпляров не собиралось, а фотографировалось в естественных условиях в момент обнаружения.

На основании литературных и полевых сведений в районе исследования выявлено 49 видов жуков усачей [4–6] (табл.).

Таблица

Список усачей жуков семейства Cerambycidae, обнаруженных на территории Устюженского района

Подсемейство LEPTURINAE	Подсемейство CERAMBYCINAE
<i>Oxymirus cursor</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Obrium cantharinum</i> (Linnaeus, 1767)
<i>Rhagium mordax</i> (De Geer, 1775)	<i>Molorchus minor</i> (Linnaeus, 1758)
<i>Rhagium inquisitor</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Aromia moschata</i> (Linnaeus, 1758)
<i>Pachyta quadrimaculata</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Callidium violaceum</i> (Linnaeus, 1758)
<i>Brachyta interrogationis</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Callidium coriaceum</i> Paykull, 1800
<i>Carilia virginea</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Xylotrechus rusticus</i> (Linnaeus, 1758)
<i>Cortodera femorata</i> (Fabricius, 1787)	Подсемейство LAMIINAE
<i>Alosterna tabacicolor</i> (De Geer, 1775)	<i>Monochamus galloprovincialis</i> (Olivier, 1795).
<i>Pseudovadonia livida</i> (Fabricius, 1776)	<i>Monochamus urussovi</i> (Fisch., 1806)
<i>Stictoleptura rubra</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Monochamus sutor</i> (Linnaeus, 1758)
<i>Stictoleptura maculicornis</i> (DeGeer, 1775)	<i>Lamia textor</i> (Linnaeus, 1758)
<i>Anastrangalia sanguinolenta</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Pogonocherus fasciculatus</i> (De Geer, 1775)
<i>Anastrangalia reyi</i> (Heyden, 1889)	<i>Aegomorphus clavipes</i> (Schrank, 1781)
<i>Lepturobosca virens</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Acanthocinus aedilis</i> (Linnaeus, 1758)
<i>Judolia sexmaculata</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Acanthocinus griseus</i> (Fabricius, 1792)
<i>Leptura thoracica</i> (Creutzer, 1799)	<i>Tetrops praeustus</i> (Linnaeus, 1758)
<i>Leptura quadrifasciata</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Saperda perforata</i> (Pallas, 1773)
<i>Leptura annularis</i> (Panzer, 1793)	<i>Saperda scalaris</i> (Linnaeus, 1758)
<i>Lepturalia nigripes</i> (De Geer, 1775)	<i>Saperda carcharias</i> (Linnaeus, 1758)
<i>Stenurella melanura</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Saperda populnea</i> (Linnaeus, 1758)

Подсемейство NECYDALINAE	<i>Oberea oculata</i> (Linnaeus, 1758)
<i>Necydalis major</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Phytoecia cylindrica</i> (Linnaeus, 1758)
Подсемейство SPONDYLIDINAE	<i>Agapanthia villosoviridescens</i> (De Geer, 1775)
<i>Spondylis buprestoides</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Agapanthia intermedia</i> Ganglbauer, 1884
<i>Arhopalus rusticus</i> (Linnaeus, 1758)	
<i>Asemium striatum</i> (Linnaeus, 1758)	
<i>Tetropium castaneum</i> (Linnaeus, 1758)	
<i>Tetropium fuscum</i> (Fabricius, 1787)	

Усачи являются фитофагами. Основное и дополнительное (последнее не всегда обязательно) питание представителей семейства при этом очень разнообразно. По основному типу питания (связано с развитием личинки) среди них есть монофаги, использующие для развития конкретные виды растений (например, *Agapanthia intermedia* питается на короставнике), олигофаги, питающиеся несколькими родственными или сходными растениями (например, *Saperda populnea* – ива, осина) и полифаги, развивающиеся в древесине хвойных и лиственных пород (например, *Alosterna tabacicolor*). Устоявшееся народное мнение об усачах (дровосеках!), как об опасных вредителях леса несправедливо. Большинство видов развивается в мертвой древесине, часто пораженной грибом. Мицелий обогащает субстрат белком, и для некоторых видов наличие конкретного гриба является более важным условием для развития, чем видовая принадлежность растения (например, *Leptura thoracica* – развивается в древесине лиственных пород, пораженной белой гнилью). Характеристика типов питания обнаруженных на территории Устюженского района усачей представлена на рисунке.



Рис. Трофические субстраты жуков усачей, зарегистрированных на территории Устюженского района

Подавляющее большинство зарегистрированных видов развиваются в древесине ослабленных и погибших деревьев. Из семи видов обитающих в живой древесине, опасных вредителей нет. У таких видов, как *Aromia moschata* и *Lamia textor* развитие происходит в столиках ивы. Виды *Saperda populnea* и *Oberea oculata* так же используют иву, но поселяются в тонких веточках. Большого хозяйственного значения это растение не имеет. Развивающийся в тонких веточках сосны, *Pogonocherus fasciculatus* малочислен, поэтому серьезного ущерба лесным сообществам не наносит. Фигурирующий в справочниках вредителей леса жук *Saperda carcharias* [3], развивающийся в комлевой части молодых осин, способствует поражению заселенных деревьев комлевой гнилью, что препятствует развитию корневых отпрысков осины, с которой работники лесного хозяйства и так ведут борьбу.

Серьезными техническими вредителями на территории Устюженского района являются виды, способные глубоко погружаться в ствол и проделывать длинные ходы. В первую очередь это жуки рода *Monochamus*, повреждающие в основном хвойные породы, и *Xylotrechus rusticus*, развивающийся в стволах мертвой осины и березы.

Для дополнительного питания (необходимо для полового созревания имаго) многие виды, особенно подсемейства Lepturinae, используют части цветков растений сем. Зонтичные, Сложноцветные, Розоцветные и др., есть виды, питающиеся зелеными частями. Виды рода *Monochamus* во время дополнительного питания повреждают хвою и кору тонких веточек. Имаго рода *Saperda* объедают листья своих кормовых деревьев. Некоторые жуки во взрослом состоянии не питаются. К их числу принадлежат виды родов *Tetropium*, *Callidium*, *Asemum* [1–3, 7–9].

Таким образом, по итогам исследования можно сделать следующие выводы.

- Большая часть усачей фауны Устюженского района не является вредителями. Жуки развиваются в мертвой и гнилой древесине, не пригодной для технического использования. Этот субстрат развития жуков уничтожается в ходе проведения лесоводственных и лесозащитных мероприятий.

- Многие виды усачей территории Устюженского района развиваются в древесине ослабленных и свежепогибших деревьев. К их числу принадлежат некоторые технические вредители, но успешность завершения их жизненного цикла определяется продолжительностью «лежания» пиломатериалов, дров и порубочных остатков.

1. Белова, Ю.Н. Семейство усачи (дровосеки) – Cerambycidae Latreille, 1802 / Ю.Н. Белова // Разнообразие насекомых Вологодской области. – Вологда: Центр оперативной полиграфии «Коперник», 2008. – С. 100–113.

2. Данилевский, М.Л. Жуки-усачи (Coleoptera, Cerambycoidea) России и соседних стран. Часть 1 / М.Л. Данилевский. – М.: Высшая Школа Консалтинга, 2014. – 518 с.

3. Ижевский, С.С. Жуки-ксилофаги – вредители древесных растений России / С.С. Ижевский, Н.Б. Никитский. – М.: Лесная промышленность, 2005. – 120 с.

4. Непоротовский С.А. Атлас усачей Вологодской области [Электронный ресурс] / С.А. Непоротовский. – Режим доступа: <http://www.zin.ru/ANIMAlIA/COLEOPTERA/rus/vologcer.htm> (версия: июнь 2015)

5. Непоротовский, С.А. Исследование фауны жуков-усачей на территории Устюженского района / С.А. Непоротовский // Устюжна: Краеведческий альманах. – Вологда: ВГПУ, 2014. – Вып. 8. – С. 436–445.

6. Непоротовский, С.А. Фауна жуков-усачей (Coleoptera-Cerambycidae) Устюженского района Вологодской области / С.А. Непоротовский // Краеведческие (природоведческие) исследования на Европейском Севере: Материалы Вологодской областной научно-практической конференции. – Череповец, 2012. – Вып. 8. – С. 58–63.

7. Плавильщиков, Н.Н. Фауна СССР. Насекомые жесткокрылые / Н.Н. Плавильщиков. – М., Л.: Изд. АН СССР, 1936. – Т. 21. Жуки-дровосеки (Ч. 1). – 612 с.

8. Плавильщиков, Н.Н. Фауна СССР. Насекомые жесткокрылые / Н.Н. Плавильщиков. – М., Л.: Изд. АН СССР, 1940. – Т. 22. Жуки-дровосеки (часть 2). – 785 с.

9. Плавильщиков, Н.Н. Фауна СССР. Насекомые жесткокрылые / Н.Н. Плавильщиков. – М.; Л.: Изд. АН СССР, 1958. – Т. 23. Вып. 1. Жуки-дровосеки (часть 3). Подсемейство Lamiinae. Ч. 1. – 592 с.

ВЛИЯНИЕ БОБРА (*CASTOR FIBE L.*) НА ПРИБРЕЖНУЮ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ

А.В. Пилипко

Научный руководитель **Е.Н. Пилипко**, канд. биол. наук, доцент

Вологодская государственная молочнохозяйственная академия

им. Н.В. Верещагина

г. Вологда

Среди лесных животных России к ключевым видам относят бобра речного, деятельность которого принципиально меняет структуру ландшафтов долин малых рек и определяет высокое биологическое разнообразие [1; 3-6].

В ходе исследований дана оценка средообразующей деятельности бобра речного (*Castor fiber*) методом сравнительного анализа поврежденной прибрежной растительности на территории Сокольского района.

Интенсивные рубки леса за последние 50 лет привели почти повсеместно к сильному изменению прибрежных лесов малых водоемов. На «освобожденных» от коренных хвойных лесов берегах реки Кодагашка появилась гус-

тая поросль березы с участием осины, что значительно улучшило кормовые свойства бобровых угодий.

В результате исследований было выявлена деятельность бобровой семьи в прибрежной зоне реки в пределах узкой полосы шириной 50 м в среднем, что связано с малой подвижностью животных на суше.

За время существования исследуемой бобровой семьи (по данным охотоведа Понамарёва Ю. Л.) за первые 4 года, оказалось, что из общего числа деревьев, предпочитаемых пород, бобры «срубили»: осин – 50%, а ив почти 100%. Через 5 – 7 лет было зарегистрировано практическое отсутствие растущих осин на кормовых участках. Сейчас бобрами «дорубаются» березы. Выявлено, что бобрами предпочитаются осины (рис. 1) и березы (рис. 2), в основном, 20 и 24 ступеней толщины. За 2014 год была изъята осина данных ступеней толщины (20 ступень толщины – 34 шт. и 24 ступени – 53), а в период 2015-2016 годов активно употреблялась береза (51 и 31 шт.), что, очевидно, связано с малым количеством осины.

При заготовке кормов бобры валят осины большего диаметра, чем березы, что способствует смене основной лесообразующей породы. По нашим наблюдениям средний диаметр осин, растущих по берегам реки Кодагашка, составляет 22,7 см; березы – 17,0 см.

Вслед за бобровыми «порубками» начинается восстановление древесно-кустарниковой растительности. Оно зависит в первую очередь от способностей воспроизводства различных пород. Ива, которую бобры свалили в первые годы жизни на данном кормовом участке чувствует себя прекрасно на подтопленной территории. Она обладает хорошей восстановительной способностью (до 70%) и образовала много поросли, которой в летний период кормится бобровое семейство.

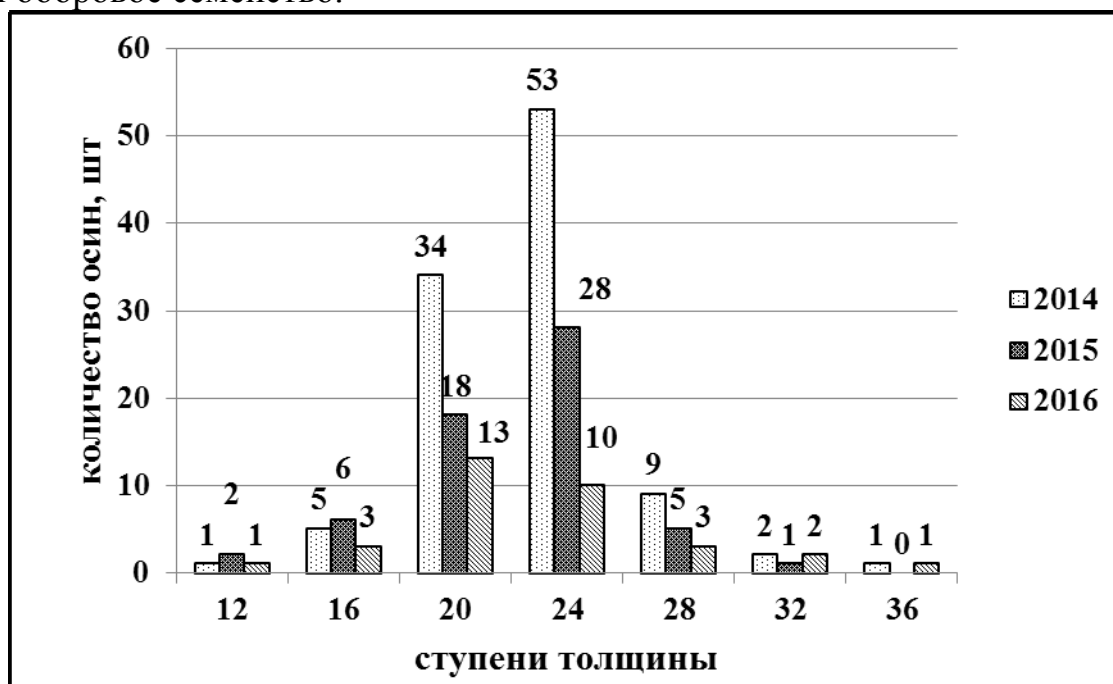


Рис. 1. Количество осин поваленных бобрами за 2014 – 2016 годы

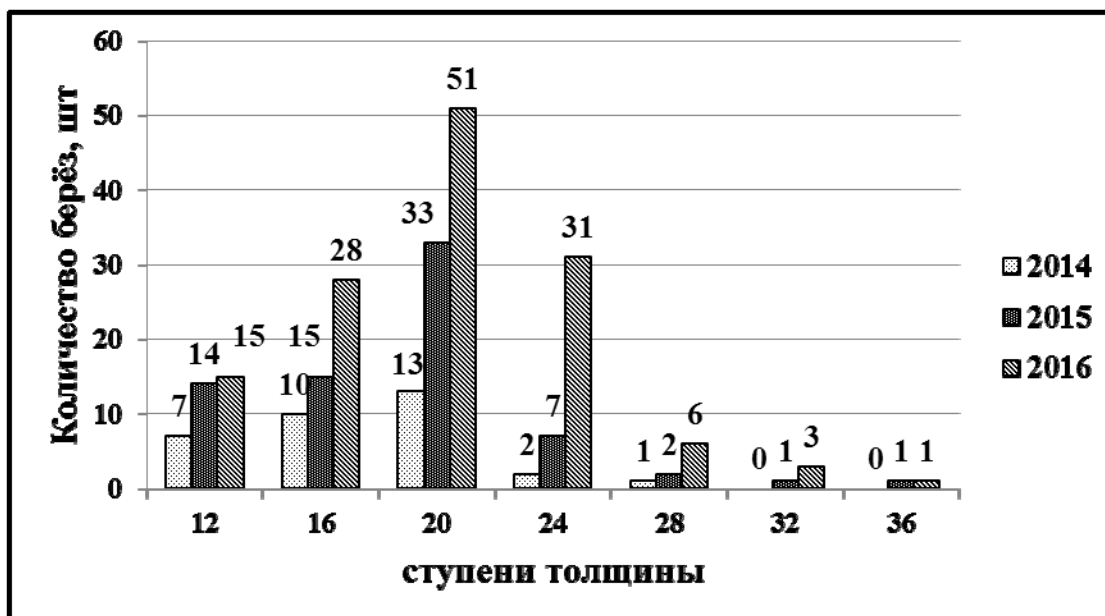


Рис. 2. Количество берёз поваленных бобрами за 2014 – 2016 годы

Деревья хвойных пород хуже переносят увлажнение, поэтому на затопленной территории наблюдаются погибшие и усыхающие деревья ели. Ели, которые находились на самой площади подтопления к началу наших исследований уже были сухостойными, скорей всего они погибли в первые годы жизнедеятельности бобров на данной территории. Но общее количество усохших деревьев невелико, так как на площади наблюдаются единичные деревья.

Из лиственных пород переувлажнение в результате подтопления негативно сказывается на осине и берёзе. На исследуемой территории после «рубки» бобром у берёзы наблюдается небольшое количество поросли, а у осины её несколько меньше. Таким образом, самой низкой восстановительной способностью на бобровом поселении обладает осина.

По методике Данилова П. И. [2] определяем объём зимних запасов. Данные по объёму бобровых заготовок и количеству коры, приходящейся на бобровую семью, приводятся в таблице.

Пользуясь этими данными, можно определить, количество коры, приходящееся на одного бобра. Определяется оно как средневзвешанное и равняется $0,148 \text{ м}^3$.

Если учесть, что бобрами используется всего около 50 % коры из заготовленных запасов деревьев и кустарников, то на одного бобра в период устойчивого ледяного покрова приходится $0,074 \text{ м}^3$. Отсюда суточное потребление коры одним бобром от ледостава до ледохода (180 дней) составит $0,00042 \text{ м}^3$ или 400 – 500 г на одного зверя в день.

Таблица

Количественная характеристика питания бобров в осенне-зимний период

Годы наблю- дений	Число сваленных деревьев		Объём дре- весины, пл м ³	Объём коры, пл м ³		
	осина	берёза		общий	% по породам	
					осина	берёза
2009	16	0	7,208	0,962	100	0
2010	23	2	6,010	0,842	98	2
2011	5	13	2,768	0,412	28	72

Довольно часто бобры, начав подгрызать дерево, оставляют его не сваленным. При учёте таких деревьев, у которых звери погрызли не менее 1/3 окружности ствола, было установлено, что их отношение к общему числу растущих лиственных пород невелико и составляет в среднем около 2% (рис. 3). Однако если учесть, что не сваленными остаются крупные деревья с большим запасом коры и мелких ветвей, то станет очевидным, как велико влияние этой деятельности бобров на истощение их собственной кормовой базы. Такое поведение животных необходимо учитывать при определении ёмкости угодий и перспективы существования бобров на одном месте.

Запасы корма бобры осваивают неравномерно. Наибольшее количество сваленных деревьев обычно встречается на небольшом отрезке берега в так называемой «зоне наибольшей активности», которая, как правило, располагается вблизи жилища и плотины, которая составляет в нашем случае 50 метров. Однако по мере истощения корма на этом участке звери уходят за кормом всё дальше от жилья, осваивая до 390 м береговой полосы. По краям кормового участка наблюдаются единичные погрызы и временные, преимущественно, летние кормёжки. Очевидно, они служат пограничными вехами участка обитания зверей, предупреждающие о занятости территории.

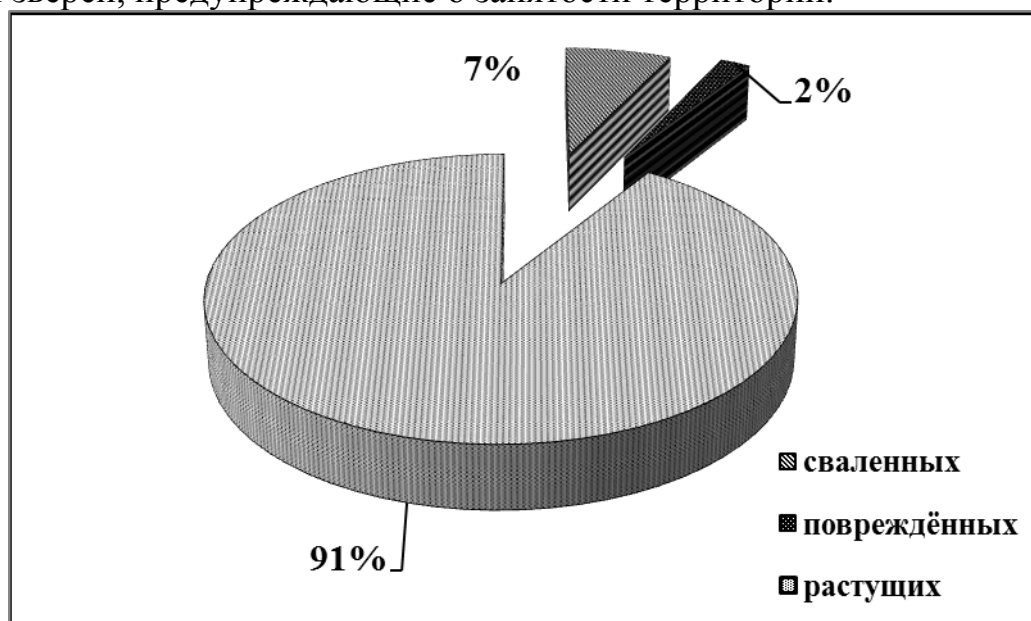


Рис. 3. Процентное содержание деревьев (берёза, осина) от общего количества деревьев

Таким образом, размеры участков зависят от числа животных в семье, продолжительности её обитания на одном месте, но главным образом от запасов корма и распределения его в пределах семейной территории.

1. Алейников, А. А. Средопреобразующая деятельность бобров как механизм поддержания биоразнообразия / А. А. Алейников // Биология – наука XXI века: тез. 12-й Межд. Пущинской школы-конф. молодых ученых – Пущино, 2008. – С. 281–282.

2. Данилов, П.И. Влияние бобра на лесную растительность / П.И. Данилов // Лесное хозяйство – 1967, № 5. – С. 76–78.

3. Дёжкин, В.В. Бобр / В.В. Дежкин, Ю.В. Дьяков, В.Г. Сафонов. – М., 1986. – 255 с.

4. Дворникова, Н.П. Влияние жизнедеятельности речного бобра на прибрежные фитоценозы Ильменского заповедника / Н. П. Дворникова, В. П. Коробейникова.

5. Данилов, П.И. Роль речного бобра в биоценозах / П.И. Данилов // Средообразующая деятельность животных. – М., 1970. – С. 82–83.

6. Завьялов, Н.А. Влияние речного бобра на экосистемы малых рек / Н.А. Завьялов, А.В. Крылов, А.А. Бобров – М.: Наука, 2005. – 186 с.

РОЛЬ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ В СОХРАНЕНИИ БИОРАЗНООБРАЗИЯ РЕГИОНАЛЬНОЙ ФЛОРЫ

И.И. Рассохина

Научный руководитель А.Н. Левашов

Вологодский государственный университет
г. Вологда

Учитывая, что растительность играет немаловажную роль, флористические исследования для решения проблемы биологического разнообразия важны. Распространение и закрепление на территории азонных видов в первую очередь осуществляется по речным бассейнам, которые принято называть «экологическими коридорами». Многие ученые склоняются к мнению, что именно речные бассейны способствуют миграции или перемещению видов между сохранившимися в естественном или близком к нему состоянии участками, что обеспечивает устойчивое существование популяций различных организмов [2; 3; 7].

Цель работы – выявить роль речных бассейнов в сохранении разнообразия сосудистых растений Вологодской области, на примере рек юго-запада региона.

На основании проведенных экспедиционных исследований составлены компьютерные варианты списков видов с использованием программы, разра-

ботанной в лаборатории «Биоразнообразие» ВоГУ (Flobases). Данные флористические списки и послужили основой для написания работы.

Областные научно-исследовательские экспедиции по изучению биоразнообразия речных долин проходили с 2011 по 2014 год по рекам юго-запада Вологодской области. Выбранные объекты исследования (р. Кобожа, р. Песь, р. Молога, р. Чагодоща) относятся к одному бассейну, образуя единую речную сеть. Интерес вызывает непосредственная связь, а также разный порядок и масштаб данных рек. Так, реки Кобожа и Чагодоща являются притоками непосредственно реки Мологи, а река Песь впадает в реку Чагодоща.

На основании экспедиционных данных были составлены списки флор исследуемых водотоков: Кобожа, Песь, Молога и Чагодоща. Флористический список реки Молога включает 543 вида сосудистых растений, реки Кобожа – 403, реки Чагодоща – 306, а реки Песь – 375 видов сосудистых растений.

В целом стоит отметить, что все исследуемые водотоки очень схожи, как по экологическим характеристикам видов (гелиоструктура, увлажнение, почвы), географическим, так и по коэффициентам Сёренсена-Чекановского и Стургена-Радулевску, что подробно отражено в выпускной квалификационной работе [5].

Для оценки природного статуса изученных речных долин проведено сравнение видового разнообразия охраняемых видов, зарегистрированных во флорах рек, со списками охраняемых видов административных районов, по которым они протекают (таблица) [1; 4].

Таблица

Сравнительная характеристика видового разнообразия охраняемых растений

Территория	Количество охраняемых видов на территории района	Количество охраняемых видов в составе флор речных долин	
		Количество абс.	Количество в %
Устюженский район/ <i>долина р. Мологи</i>	100	73	73,0
Устюженский район/ <i>долина р. Кобожи</i>	100	26	27,0
Чагодощенский район/ <i>долина р. Кобожи</i>	68	24	41,2
Бабаевский район/ <i>долина р. Чагодощи</i>	117	10	8,5
Чагодощенский район/ <i>долина р. Чагодощи</i>	68	9	13,2
Устюженский район/ <i>долина р. Чагодощи</i>	100	9	9,0
Чагодощенский район/ <i>долина р. Песь</i>	68	22	32,4

Река Молога протекает в пределах Вологодской области по Устюженскому району, река Кобожа – по двум районам (Устюженскому и Чагодощенскому), река Чагодоща по трем (Бабаевскому, Чагодощенскому и Устюженскому), а река Песь по Чагодощенскому району. На речных долинах и примыкающим к ним участкам водораздела сконцентрировано от 9 % до 73 % видового разнообразия охраняемых видов административных районов, по которым они протекают, что подчеркивает роль рек, как «экологических коридоров». Поэтому при разработке сети ООПТ региона, необходимо особое внимание уделять речным долинам. Роль долинного комплекса реки Чагодощи существенно ниже (8,5% – 13,2%), что, возможно, связано с меньшей изученностью данного комплекса и менее высоким разнообразием местообитаний в долине реки (стоит вновь обратиться к флористическому районированию участков истоков).

Река Молога – это крупный водоток Вологодской области. Она берет начало в Липецких болотах на территории Тверской области, также пересекает Новгородскую область. Впадает в Рыбинское водохранилище. Реки Кобожа и Песь берут начало по фитогеографическому районированию Новгородской области на территории Моложского фитогеографического района. Специфика района – обильное развитие псаммофитов, южноборовых и лесостепных видов. Река Чагодоща по фитогеографическому районированию берет начало в Волховском районе. В районе имеются лишь единичные местонахождения термофильных неморальных видов, что говорит о сравнительно низком разнообразии участка, а, вероятно, и водотока [6].

Исследования в этом направлении носят очень ограниченный и фрагментарный характер, поэтому не сформулированы конкретные практические рекомендации для создания региональной системы экологических коридоров. Однако именно эта сеть способна обеспечивать территориальную целостность и связанность сети ООПТ.

1. Красная книга Вологодской области. Т. 2. Растения и грибы / Отв. ред. Г. Ю. Конечная, Т. А. Сулова. – Вологда: ВГПУ; изд-во «Русь», 2004. – 360 с.

2. Левашов, А.Н. Водная и прибрежно-водная флора и растительность / А.Н. Левашов // Природа Вологодской области. – Вологда: Издательский дом «Вологжанин», 2007. – С. 234-240.

3. Левашов, А.Н. Флора и растительность долины реки Мологи и примыкающих участков водораздела / А.Н. Левашов, А.Ю. Романовский // Устюжна: Краеведческий альманах. – Вып. 8. – Вологда: ВГПУ, 2014. – С. 373-422.

4. Исследование редких и исчезающих видов высших сосудистых растений в границах особо охраняемых природных территорий Вологодской облас-

ти: отчет о науч.-исслед. работе / рук. А. Б. Чхобадзе. – № госрегистрации 11510610067. – Вологда: ВоГУ, 2015. – 69 с.

5. Рассохина, И.И. Флора речных бассейнов юго-запада Вологодской области: выпускная квалификационная работа / И.И. Рассохина. – Вологда, 2016. – 59 с.

6. Сенников, А.Н. Фитогеографическое районирование Северо-Запада европейской части России (Ленинградская, Псковская и Новгородская области) / А.Н. Сенников // Биogeография Карелии. Труды Карельского научного центра РАН. – Вып. 7. – Петрозаводск, 2005. – С. 206–243.

7. Суслова, Т.А. Факторы формирования и распределения растительного покрова / Т.А. Суслова // Природа Вологодской области. – Вологда: Издательский дом «Вологжанин», 2007. – С. 177–179.

ХАРАКТЕРИСТИКА ПОПУЛЯЦИИ ВИДА *CARABUS NEMORALIS* НА ТЕРРИТОРИИ ПАРКА ВЕТЕРАНОВ ГОРОДА ВОЛОГДЫ

Э.С. Рупенко

Научный руководитель **Ю.Н. Белова**, канд. биол. наук
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Актуальность исследования. Городские местообитания значительно отличаются от естественных сообществ (по микроклиматическим показателям, химическому составу, плотности почв, характеру растительности). Особенности городских биотопов отражаются на состоянии отдельных организмов и их популяции. Изучение индивидуальных и популяционных особенностей животных, обитающих в городских условиях, позволяет приблизиться к пониманию адаптаций животных к антропогенно измененной среде обитания.

Объектом нашего исследования является популяция вида *Carabus nemoralis* (Coleoptera, Carabidae), обитающая в парковой зоне на территории г. Вологды.

C. nemoralis – это хищный вид, преимущественно питающийся дождевыми червями [3]. В южной части России вид обитает на открытых местностях (агроценозы, в поймах рек), на севере встречается в парках, скверах, лесополосах города и в лесах с сильной антропогенной нагрузкой. В работах исследователей городской карабидофауны *C. nemoralis* характеризуется как урбанофильный. Есть предположение, что в условиях европейского севера вид является синантропным [1].

Цель исследования. Изучение особенностей популяции вида *Carabus nemoralis* в условиях города Вологды (на примере Парка Ветеранов).

Задачи исследования: выявить половую структуру популяций; проанализировать морфологические параметры имаго.

Материалы и методы исследования. В основе исследования полевые материалы собранные автором в 2015-2016 гг. с апреля по июль (381 экз.), а также сборы имаго Калашниковой Е. В., выполненные с апреля по октябрь в 2013 г. (424 экземпляра). Для сбора жуков использовались почвенные ловушки, также проводился ручной сбор.

На территории парка Ветеранов обнаружено 28 видов жужелиц [2]. Из них преобладают 2 вида *Pterostichus melanarius* и *Carabus nemoralis*, на долю которых приходится 59% и 30% соответственно от числа всех собранных имаго.

Сбор жуков проводился на трех площадках различных по развитию травянистой растительности и интенсивности антропогенного воздействия на почвенно-растительный покров (вытаптывание), все участки в течение весенне-летнего периода регулярно выкашиваются. Выявлено, что уловистость вида выше на участке с преобладанием сныти обыкновенной, на котором отсутствует тропиночная сеть.

Анализ динамики численности вида в течение весенне-летнего периода показывает, что уловистость выше в конце мая и в начале июня (рис. 3). Это связано с тем, что для данного вида характерно весеннее размножение во второй половине мая, после которого активность (а, следовательно, и регистрируемая численность) вида снижается. В 2016 году повышенная активность жуков отмечалась в более ранние сроки (в начале мая), по сравнению с предыдущими годами, что связано с высокими температурами воздуха в мае 2016 года. Так в мае 2013 г. средняя температура воздуха составляла +11,4°C; в 2015 г. +11,4°C; 2016 г. +12,3°C (по данным архива погоды сайта gr5.ru).

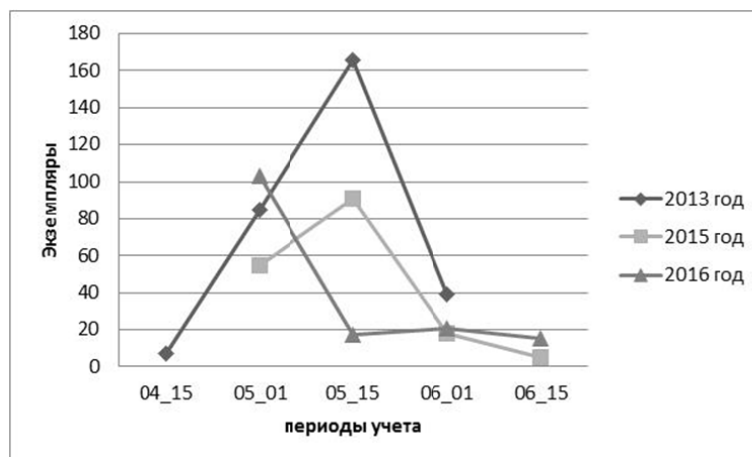


Рис. 1. Динамика численности вида *Carabus nemoralis* на территории парка Ветеранов

04_15 – вторая половина апреля; 05_01 – первая половина мая;
05_15 – вторая половина мая; 06_01 – первая половина июня;
06_15 – вторая половина июня

Проведен анализ половой структуры популяции изучаемого вида на территории парка. В течение ряда лет самцы значительно преобладали над самками (доля самцов изменялась от 57% до 74%) (рис. 2). Мы предполагаем

2 механизма для объяснения ситуации. Первое – для сбора жуков использовали ловушки, которые, прежде всего, отлавливали самых активных особей и прежде всего самцов, поскольку они обладают большей подвижностью в сравнении с самками. Второе – для насекомых в условиях стресса, некоторыми исследователями отмечается значительное увеличение доли самцов. Возможно именно стресс, связанный с обитанием в городском парке, определяет половую структуру популяции.

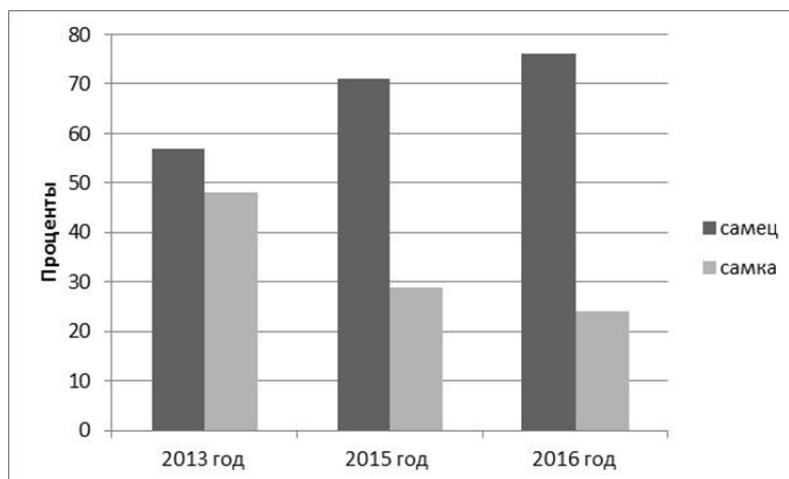


Рис. 2. Половая структура популяции вида *Carabus nemoralis* на территории парка Ветеранов

Анализ морфологической изменчивости имаго *C. nemoralis* по 9 параметрам (длина надкрыльев, ширина левого надкрылья, ширина правого надкрылья, длина переднеспинки, ширина переднеспинки, длина головы, ширина головы между глазами, общая длина, масса тела). Наиболее изменчивыми показателями из числа изученных являются ширина головы и масса тела (значения коэффициента вариации, соответственно, равны, 47% и 42%). Для остальных параметров значения коэффициента вариации находятся примерно на одном уровне около 20%.

Масса тела имаго жужелиц зависит от состояния кормовой базы и динамика массы тела в разные периоды отражает изменения трофических условий. В период исследований масса тела жуков (самок и самцов) увеличивалась и в 2013, 2015 и 2016 соответственно составляла $187,94 \text{ мг} \pm 4,79$; $184,81 \text{ мг} \pm 12,97$; $284,97 \text{ мг} \pm 14,63$ (различия статистически значимы при $p < 0,05$).

Сравнение самок и самцов вида *C. nemoralis* по измеренным признакам показало отсутствие полового диморфизма. Значение индекса рассчитанного как соотношение среднего значения того или иного признака у самки на среднее значение этого же признака у самца по всем направлениям измерений равнялось 1,00. В целом для многих видов жужелиц и в том числе видов рода *Carabus* половой диморфизм весьма типичен, при этом самки крупнее самцов. Возможно, отсутствие внутривидового разнообразия по мерным признакам связано со спецификой микроэволюционных популяционных процессов или конкуренций с

сосуществующими видами [4, 5]. Для выяснения причин формирования размерной структуры популяции необходимы дальнейшие исследования.

В целом по итогам работы можно сделать следующие выводы. Имаго вида *C. nemoralis* распределены неравномерно на территории парка, при этом максимальная численность жуков отмечается на участках с минимальным воздействием на почвенно-растительный покров. Численность вида изменяется в течение ряда лет, оставаясь при этом на довольно высоком уровне, что определяет доминирование *C. nemoralis* на территории городского парка. В популяции вида на городской территории устойчиво преобладают самцы. Среди метрических параметров имаго, как у самок, так и самцов наиболее изменчивым признаком являются масса тела и ширина головы, при этом половой диморфизм по размерным признакам не выражен.

1. Бенедиктов, А. А. Аборигены или вселенцы? / А. А. Бенедиктов // Экология и жизнь. – № 4. – 2008. – С. 77–78

2. Калашникова, Е. В. Жужелицы городских местообитаний на примере парка Ветеранов г. Вологды: выпускная квалификационная работа / ВоГУ: Науч. рук. Ю. Н. Белова. – Вологда, 2014. – Фондовые материалы кафедры биологии и экологии ВоГУ, инв. №. 23–15.

3. Крыжановский, О.Л. Фауна СССР. Жесткокрылые. Т. 1, вып. 2 / О.Л. Крыжановский//– Ленинград: Наука, 1983. – 341с

4. Суходольская, Р. А. Влияние экологических факторов на морфологическую изменчивость и половой диморфизм жужелиц (на примере *Carabus cancellatus* Ill.) / Р. А. Суходольская, А. А. Савельев // – Прикладная энтомология. – 2012.- № 2 (8). – С. 28–39.

5. Sukhodolkaya R. Variation in body size and body shape in ground beetle *Pterostichus melanarius* Ill. (Coleoptera, Carabidae) / R. Sukhodolkaya //Journal of Agri-Food and Applied Sciences. – 2014. – Vol. 2 (7). –pp. 196–205

ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ ОТ ЛОКАЛЬНОГО ИСТОЧНИКА (НА ПРИМЕРЕ Г. ВОЛОГДЫ)

А.С. Щеголева

*Научный руководитель Н.Л. Болотова, д-р биол. наук, профессор
Вологодский государственный университет
г. Вологда*

Загрязнение атмосферного воздуха является одной из актуальных проблем крупных промышленных городов Вологодской области, в том числе и областного центра – г. Вологды. Мониторинг ведется на двух постах Государственной службы наблюдений за состоянием окружающей среды (ГСН) и контролируется 7 загрязняющих веществ: взвешенные вещества, диоксид серы, оксид углерода, диоксид азота, оксид азота, формальдегид, бенз(а)пирен [1]. Степень загрязнения атмосферного воздуха определяется путем сравнения фактических концентраций загрязняющих веществ с предельно допустимыми

концентрациями, а также по расчетному показателю «индекс загрязнения атмосферы». За период 2011-2015 годы показатель загрязнения атмосферы (ИЗА) города Вологды изменялся в пределах от 3,5 до 5,5 единиц.

Основным источником загрязнения атмосферного воздуха г. Вологды принято считать автомобильный транспорт. В то же время в связи с расширением территории города встает вопрос о влиянии выбросов промышленных предприятий из-за их приближения к жилой зоне. Поэтому требуется оценка вклада каждого предприятия в общее загрязнение городской атмосферы. С одной стороны, в этих данных заинтересовано население из-за продажи близлежащих к предприятию территорий под дачные участки. Желая приобрести землю и сами предприятия заинтересованы в соответствии границ санитарно-защитной зоны. Оценка опасности выбросов и дальности их распространения может служить основой для решения вопроса: оставлять ли границы санитарно-защитной зоны прежними, расширять их или уменьшать? Поэтому предприятия заинтересованы в получении актуальной информации по существующему размеру санитарно-защитной зоны.

Исходя из вышеизложенного, целью исследования является проведение локального мониторинга выбросов загрязняющих веществ в атмосферу и определение границ санитарно-защитной зоны по наиболее опасному из веществ на примере одного из предприятий г. Вологды.

Одним из крупных функционирующих предприятий является АО «Вологодский мясокомбинат», поэтому полученные данные могут служить для представлений о вкладе промышленности в загрязнение атмосферного воздуха областного центра.

В настоящее время АО «Вологодский мясокомбинат» входит в десятку ведущих предприятий Вологды по объемам товарной продукции. Основными направлениями деятельности предприятия являются заготовка и переработка скота, производство и реализация товаров народного потребления, производство и реализация продукции производственно-технического назначения, оказание услуг по переработке давальческого скота, торговля. АО «Вологодский мясокомбинат» осуществляет свою деятельность с 1898 г. Предприятие является водопользователем и в процессе хозяйственного ведения эксплуатирует источники выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.

На основании инвентаризации был установлен перечень и количество загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу от данного предприятия. В выбросах выявлено 31 вещество, в том числе твердых – 5, жидких/газообразных – 26.

Анализ данных инвентаризации и результатов лабораторных исследований по выбросам за период 2013-2016 гг. показал, что количество выбрасываемых загрязняющих веществ за данный промежуток времени практически не изменялось. Следовательно, работа предприятия отличается стабильностью и эти данные можно использовать как исходные для расчетов параметров по выбросам предприятия, так и прогноза для составления нового проекта ПДВ в 2017 г.

Следующим шагом для оценки влияния предприятия на состояние атмосферы города Вологды после выявления загрязняющих веществ, выбрасываемых в целом по предприятию, служит расчет категории предприятия.

Определение категории предприятия необходимо для дальнейшего выделения наиболее опасных веществ, по которым впоследствии производится расчет размера санитарно-защитной зоны.

Для каждого из выявленного 31-го загрязняющего вещества был произведен расчет параметров, определяющих категорию предприятия, а именно степень воздействия выбросов на атмосферный воздух для предприятия (g^{np}) и показатель опасности выбросов (Φ_{np}).

Установлено, что значительное влияние на загрязнение атмосферы оказывают (по показателю опасности выбросов): этилмеркаптан ($\Phi_j = 44,50133$), фенол ($\Phi_j = 47,15115$) и пыль костной муки в пересчете на белок ($\Phi_j = 59,50507$).

Следовательно, по степени воздействия выбросов на атмосферный воздух для предприятия ($g^{np} = 0.72$) и по показателю опасности выбросов ($\Phi_{np} = 59,50507$) предприятие относится к третьей категории влияния его выбросов на атмосферный воздух.

Единственным веществом, для которого выявлено превышение максимальной приземной концентрации (См)/0,8 доли ПДК является фенол, значения по которому составляют 1,22 [2].

Расчет границ санитарно-защитной зоны по фенолу показал, что максимальные размеры установленной (окончательной) санитарно-защитной зоны от промплощадки данного предприятия с северо-востока должны составлять 456 м, с востока – 408 м, с севера – 384 м, по остальным направлениям не превышать 300 м.

Стоит отметить, что в системе экологического мониторинга одной из составляющих является оценка информации о существующих резервах. У предприятия формально имеется расстояние равное 500 м с юга и 500 м с юго-запада до начала дачных территорий, но данный «резерв» не рекомендуется уменьшать во избежание нарушений функционирования природных экосистем.

Ранее установленные границы санитарно-защитной зоны действительны до 2017 г. Однако исследования показали, что в дальнейшем они требуют изменения. Необходимо расширение границ с северо-востока на 26 м и с востока на 28 м санитарно-защитной зоны АО «Вологодский мясокомбинат» для его безопасного функционирования для местного населения.

1. Государственный доклад «О состоянии окружающей природной среды Вологодской области в 2015 году». – Вологда: Главное управление природных ресурсов и охраны окружающей среды МПР России по Вологодской области. 2016. – 64 с.

2. О введении в действие новой редакции санитарно-эпидемиологических правил и нормативов СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 "Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов": постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 25 сентября 2007 г. N 74. – Введ. 31.01.2008. – Москва: ФГУП ЦПП, 2008.

Содержание

Секция «АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СТРОИТЕЛЬСТВА, БЕЗОПАСНОСТИ И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ»

Белкина Е.И. Сравнительный анализ методик расчета несущих рам мансардного этажа из холодногнутых оцинкованных термопрофилей	4
Борисова О.Л. Расчет надежности однощелевого фундамента на стадии эксплуатации по критерию прочности грунта основания	8
Васильева А.И. Исследование теплотехнических характеристик и огнестойкости плит «VELOX»	12
Груздева А.В. Проблемы оценки ветровых воздействий на высотные здания и сооружения	15
Дрозд Л.О. Исследование эффективности применения противопожарных лакокрасочных покрытий различного типа для строительных металлических конструкций	18
Евсеева А.П. Исследование возможности использования рулонных материалов по стальным кровлям зданий	21
Кабакова Е.И. Исследование влияния конструктивной схемы здания на его динамические характеристики	25
Карпушова К.А. Расчет надежности железобетонной балки по критерию прочности рабочей арматуры в сечении балки с нормальной трещиной в бетоне на стадии эксплуатации	29
Митюгов А.А. Анализ методов расчета ветровой нагрузки на здания и сооружения	34
Панова Н.А. Оценка надежности стропильных ферм машинного зала листопркатного цеха №1 ОАО "Северсталь"	37
Полюшкин Г.А. Эффективность применения клеємеханических соединений в малоэтажном строительстве	42
Рябцев С.С. Ресурсосберегающая технология возведения фундаментов в малоэтажном домостроении	45
Сверчкова Н.А. Исследование ветровой нагрузки на высотные здания	48
Соловьев С.А. Расчет надежности железобетонных балок при наличии серии нормальных трещин	52
Тиханова К.А. Исследование конструктивной схемы монолитного железобетонного каркаса здания при расчете на прогрессирующее обрушение	56
Тугаринов Д.И. Оптимизация стыка колонн с фундаментом в строительной системе "КУБ"	58

Чекулаева Т.Н. Исследование причин трещинообразования на внутренних несущих стенах жилых домов.....	62
Якуничева Я.Н. Исследование вариантов усиления прогонов из прокатной стали в покрытии здания.....	66

Секция «ТЕПЛОГАЗОСНАБЖЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ, КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ И ПРОМЫШЛЕННАЯ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА»

Армеев А.В., Белоглазова К.А., Кузнецов А.Е. Повышение точности аппроксимации граничных условий в методе конечных разностей.....	69
Беляева Е.Э., Шамсутдинов Т.Ф. Численное определение вихревых зон при срыве потока с внутренней кромки острого отвода.....	72
Бучнев С.А. Повышение мощности парогазовой установки в летний период времени	75
Ганюк Я.В. Устройство гидравлического разделителя	80
Лапатеев Д.А., Румянцев Е.С. Энергоэффективность применения окон с регулируемым сопротивлением теплопередаче и использования динамического режима отопления зданий с предварительной осушкой воздуха для помещений промышленных предприятий	85
Лебедева Е.А. Особенности выбора солнечного коллектора для оранжереи.....	89
Новиков К.О. Моделирование контактного теплообмена между горячим и холодным слябом.....	94
Обрядина М.Л. Выбор оптимального варианта устройства для орошения растений	98
Попов С.А. Разработка рекомендаций по повышению энергоэффективности тепловой сети.....	102
Русаков Д.О. К разработке экспериментального стенда по изучению влияния магнитного поля на структуру газового топлива	105
Сафронов А.С., Комарницкий П.А. Система кондиционирования динамического микроклимата на тренажёре БЩУ АЭС.....	109
Серова М.С. Анализ возможности применения торфа в качестве теплоизолятора ограждающих конструкций в жилищно-коммунальном секторе.....	113
Сидоренкова С.Е. Нагрев стальных слябов в методических печах при горячем посаде	117
Сизанова А.С. Разработка устройств для защиты органов дыхания при низких температурах воздуха для силовых структур	122
Сурикова А.Н. Исследование работы выпарного аппарата БРНШ-3.....	125

Суслов Д.Ю., Темников Д.О. Биогазовый комплекс для переработки органических отходов фермерского хозяйства.....	128
Филиппова Е.Н. Устройство для охлаждения тела человека при экстремальных температурных условиях.....	131
Шпанова А.И. Способ представления электронных учебно-методических комплексов дисциплины	134
Юрова Т.М. Технологический расчет тепловой работы мокрой градирни вентиляторного типа.....	137

Секция «СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ»

Абрамов А.С. Исследование транспортировки жидкости под вакуумом	141
Богачев Р.А. Анализ технического состояния систем водоснабжения Вологодского городского поселения	144
Булавина Е.В. Применение региональных метеорологических рядов наблюдений при проектировании схем утилизации снега на территории города Вологды.....	147
Вахромеева М.И., Евтушенко А.С. Интенсификация процесса обезвоживания шлама.....	151
Великанов Д.И. Обзор современных решений сокращений утечек воды	155
Верняева А.В. Удаление бора из подземных вод	158
Воробьева Т.А. Анализ механизмов нормирования сточных вод	162
Гавриленко Е.И., Ананьева М.В. Исследование износа фильтрующей загрузки при раздельной водовоздушной промывке.....	165
Жданов Д.А. Качественные показатели загрязняющих веществ в поверхностном стоке с железнодорожных мостов	168
Занин Р.С. Технологии радиального фильтрования вод	171
Ившуков Р.Е. Исследование работы эрлифтов для перекачивания жидкости	175
Киценко А.П. Исследование процесса фильтрования жидкости	179
Корнев Д.Д. Анализ использования коагулянтов сульфата алюминия и полиоксихлорида алюминия при очистке воды реки Вологды	182
Косихина Е.Д. Развитие систем водоснабжения и водоотведения и насосных станций в России	186
Кузнецов Н.А. Оценка плавающей загрузки для биореакторов.....	190
Куклин С.В. Решение проблем с замерзанием труб водоснабжения в районах Крайнего Севера.....	193
Куцевол М.А. Предаэрация как метод интенсификации илоуплотнения	196

Линьков И.С. Проблемы разработки и реализации схем комплексного использования и охраны водных объектов	199
Малков А.В. Расчет требуемой и достаточной кратности газообмена в подводном пространстве канализационной сети.....	204
Михина Т.А. Доочистка биологически очищенных сточных вод	208
Пелипенко А.А. Применение BIM проектирования при создании инженерных объектов, на примере канализационных очистных сооружений.....	211
Переломова Н.И., Галанина Ю.А., Емельянов Д.С. Проблемы нормирования выбросов очистных сооружений	215
Силинский В.А. Эффективность использования гипохлорита натрия, полученного из минерализованных подземных вод	220
Соколова О.Е. Анализ возможности повышения эффективности системы водоподготовки	223
Столбихин Ю.В., Федоров С.В. Моделирование гидродинамического воздействия потока на стояки канализационных перепадов	226
Стрельцова М.Г. Анализ качества воды реки Лежи	230
Улютичева Е.Е. Биологическая предочистка природных вод	234
Шафигуллина А.Ф. Исследование процесса дегазации иловой смеси	237
Янцен О.В. Технологическая схема очистки сточных вод с применением биофильтров с зонами с различным кислородным режимом	241

Секция «ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ»

Подсекция «Эколого-социальные проблемы территорий»

Ефимкова Л.Н. Влияние техногенной нагрузки на воздушный бассейн Котласского района Архангельской области.....	245
Захарова А.С. Санитарно-гигиеническая паспортизация предприятий Вологодской области.....	248
Канева Д.В. Геоэкологическая оценка Кировского района республики Крым.....	251
Комельков Д.А. Качество жизни населения сельского поселения Пельшемское Сокольского района	255
Кудряшова Д.Э. Накопление и распределение ртути в органах представителей разных видов амфибий Верхнего Поволжья	258
Кузнецова Е.Ю. Экологические проблемы Курской области: динамика и тенденции изменений	262
Лебедева М.А. Устойчивость и перспективы развития Бабушкинского района как бальнеологического курорта Вологодской области	266

Максимова О.Ю. Содержание ртути в волосах жителей Вологодской области	269
Машихина Ю.В. Оценка экологического состояния вод реки Сухоны по гидрохимическим показателям.....	272
Орсичева Ю.А. Состояние гидролесомелиоративных систем районов Вологодской области.....	275
Филатова П.В. Анализ работы очистных сооружений СХПК «Племптица-Можайское»	279
Шемякина А.А. Эколого-социальная характеристика Череповецкого района	282
Шибалова Е.Р. Разработка мероприятий по обращению с твердыми коммунальными отходами для Нюксенского муниципального района	285
Шутова Е.Г. Экологические аспекты лесохозяйственной деятельности Грязовецкого лесхоза Вологодской области.....	288

Подсекция «Экология и охрана природных ресурсов»

Калинина Д.Н. Непорожня И.А. Сравнительный анализ растительных пигментов в донных отложениях рек города Череповца.....	292
Круглова Е.С. Динамика и состав сбросов деревообрабатывающего предприятия "Сотамеко Плюс" в городе Соколе	296
Лыскова К.Ю. Применение безреагентной электрокоагуляции для повышения надежности систем питьевой воды	299
Михеева С.А. Экология в современном маркетинге	302
Ржанникова Т.Н. Очистка сточных вод общества с ограниченной ответственностью "Водоканал" города Кириллова.....	306
Сабурова А.И. Воздействие твердых производственных отходов АО "СКДМ" на окружающую среду.....	310
Сакеева Е.Н. К вопросу о прижизненном пользовании антропогенно нарушенных сосняков	313
Снетилова В.С. Распределение тяжелых металлов в почвах дендропарка имени Николая Клюева (г. Вытегра Вологодской области).....	317
Труфанов А.Р. Возможность очистки природных вод от мышьяка с помощью природного сорбента.....	320
Фёдоров П.А. Социальные факторы, влияющие на здоровье населения Вологодской области	324
Швалёва А.В. Влияние градообразующих предприятий и автотранспорта на почвы города Северодвинска.....	326

Секция «ПРОБЛЕМЫ БИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ И ЕГО СОХРАНЕНИЯ»

Артамонов И.В. Проблемные аспекты восстановления вымерших видов ...	330
Берсенёва Т.А. Препарат для улучшения здоровья и продуктивности животных и птиц.....	333
Бодня А.П. Жуки-мертвоеды (Coleoptera, Silphidae) п. Шексны	337
Григорьева Ю.С. Характеристика популяционной структуры коровки семиточечной в населенных пунктах (на примере г. Вологды и окрестностей с. Устье)	341
Елегонская В.Н. <i>Corydalis solida</i> (L.) Clairv на территории национального парка «Русский Север».....	345
Кириянова В.Н. Мониторинг популяции бабочки мнемозины (<i>paranassius mnemosyne</i>) на территории национального парка "Русский Север"	348
Клепикова Н.С. Динамика накопления фенольных соединений в баранце обыкновенном (<i>Hyperzia selago</i>)	352
Короткова Т.Б., Орлова Е.С. Роль врановых в урбоэкосистеме Череповца.....	356
Коткова Д.Н. Население жуков-жужелиц (Coleoptera, Carabidae) территории г. Сокола.....	360
Кулиничева А.Н. Влияние регуляторов роста на размножение лилии азиатской сорта «Thesire»	363
Кускова Я.С. Систематическое и экологическое разнообразие булавоусых чешуекрылых Бабушкинского района Вологодской области	366
Макарова Д.И. Выделение лесов высокой природоохранной ценности	370
Мискевич И.П. Состояние популяции клеща таежного <i>Ixodes persulcatus</i> на территории ООПТ «Зеленая роща» города Череповца.....	373
Михина Т.А. Лесоводственно-экологическая эффективность сохранения биологического разнообразия при лесозаготовках на территории Вологодской области	377
Непоротовский С.А. Фауна жуков усачей (Coleoptera, Cerambycidae) Устюженского района Вологодской области	381
Пилипко А.В. Влияние бобра (<i>Castor fiber</i> , L) на прибрежную растительность	385
Рассохина И.И. Роль речных бассейнов в сохранении биоразнообразия региональной флоры.....	389
Рипенко Э.С. Характеристика популяции вида <i>Carabus nemoralis</i> на территории Парка Ветеранов г. Вологды	392
Щеголева А.С. Оценка загрязнения атмосферы от локального источника (на примере г. Вологды).....	395

Научное издание

**МАТЕРИАЛЫ МЕЖРЕГИОНАЛЬНОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
Х ЕЖЕГОДНОЙ НАУЧНОЙ СЕССИИ
АСПИРАНТОВ И МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ
Том II**

Редактор Ланькова А.И.

Оригинал-макет подготовлен Кудрявцевым С.В.

Подписано в печать 21.12.2016.
Формат 60×90 1/16. Бумага офисная.
Печать офсетная. Усл. печ. л. 25,25.
Тираж 100 экз. Заказ №

Отпечатано: ИП Киселев А.В.
г. Вологда, Пошехонское шоссе, 18, корпус Н