

ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМ ТЕЛЕМАТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ДЛЯ АНАЛИЗА РАСХОДА ТОПЛИВА

Ф.А. Новокшанов, А.П. Тимофеев

Научный руководитель В.Ф. Булавин, канд. техн. наук, доцент

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Поиск дополнительных возможностей экономии топлива – одна из наиболее актуальных проблем автотранспортных предприятий всех форм собственности. Современным способом решения этой проблемы является использование телематических систем контроля.

Телематическое устройство, подключенное к автомобилю через диагностический порт, позволяет осуществлять мобильный мониторинг основных показателей движения машины, в том числе и о расходе топлива.

Перед авторами настоящего исследования была поставлена задача выявления причин повышенного расхода топлива при промышленных перевозках молока и молочных продуктов на одном из предприятий Архангельской области.

Объектом исследования служили автомобили-молоковозы марки МАЗ, на которых было установлено оборудование телематического контроля фирмы «Omnicom». Работы выполнялись на базе ООО "УМК", которое обслуживает фирма «А-Лайн», в течение августа 2017 года. Информация, полученная с серверов Omnicomm Online, подвергалась математической обработке и анализу.

В рамках данного исследования изучена зависимость расхода топлива от средней скорости движения рассматриваемых автомобилей. Для анализа отобранных данных были составлены точечные диаграммы с полиномиальной линией тренда, отображающие общую зависимость расхода топлива от средней скорости движения в условиях магистрального цикла.

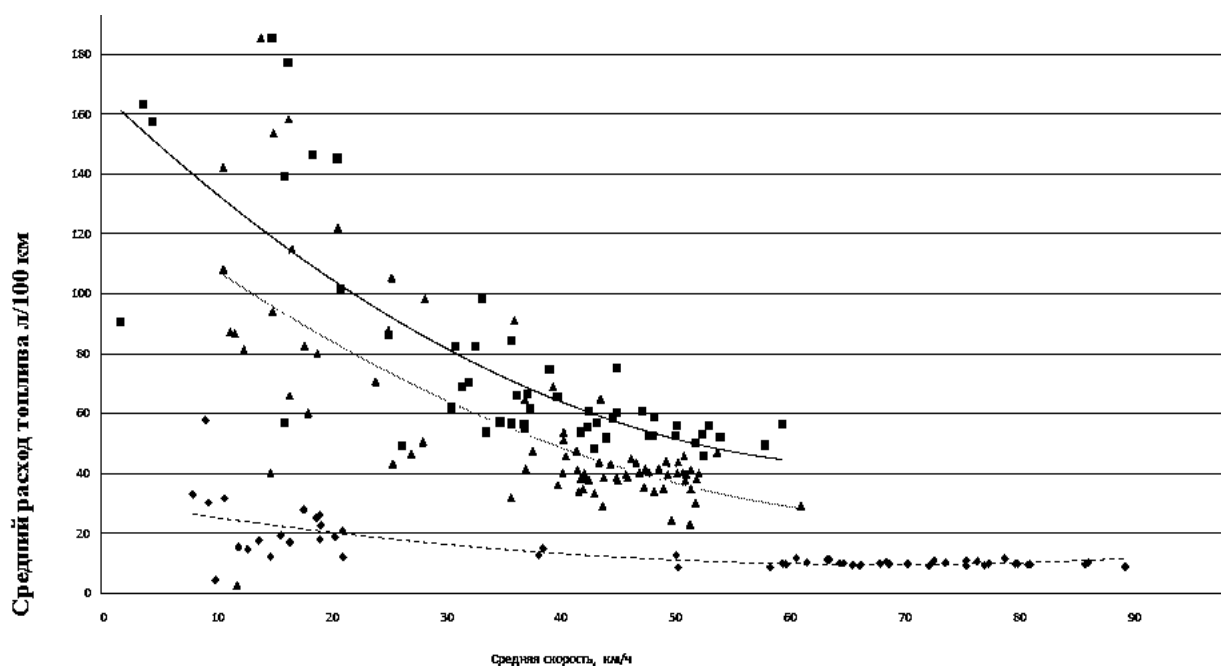
Мониторинг полученных данных и математическая обработка диаграмм выявила статистически достоверные зависимости между расходом топлива (y) и скоростью автомобилей (x):

$$y = 0,0047x^2 - 0,6357x + 31,163 \text{ (Газель);}$$

$$y = 0,0294x^2 - 3,8935x + 157,71 \text{ (МАЗ 1);}$$

$$y = 0,0265x^2 - 3,6312x + 167,09 \text{ (МАЗ 2).}$$

Диаграммы, построенные для рассматриваемых автомобилей, представлены на рисунке.



♦ Газель ■ MAZ 2 ▲ MAZ 1 --- Полиномиальная (Газель) — Полиномиальная (MAZ 2) — Полиномиальная (MAZ 1)

Рис. Зависимость расхода топлива автомобилей MAZ от скорости их движения в условиях магистрального цикла

Установлено, что зависимость расхода топлива автомобиля от скорости движения не является линейной и имеет один экстремум, при этом функция убывает до достижения экстремума. Однако экстремум представленных функций достигается при значениях координат, соответствующих скоростям, превышающим ограничение, установленное на трассе.

На увеличение расхода топлива при низких скоростях в условиях магистрального цикла движения также оказывает влияние стиль вождения конкретных водителей, а именно частота воздействия на органы управления автомобилем, которая, в свою очередь, приводит к интенсивному изменению частоты вращения коленчатого вала двигателя внутреннего сгорания и передаточного числа трансмиссии, что вызывает более интенсивное изменение скорости движения автомобилей.

После достижения экстремума функция полиномиальной линии тренда вновь начинает возрастать. Все силы сопротивления движению зависят от скорости движения автомобиля. Причем, силы сопротивления дороги и сила сопротивления разгону с ростом скорости линейно уменьшаются, а сила сопротивления воздуха квадратично возрастает. Это объясняет нелинейность полученных функций.

В исследованиях выявлена зависимость разброса значений расхода топлива от скорости движения автомобилей. На представленной диаграмме видно, что чем ниже скорость движения автомобилей, тем существеннее разброс значений расхода топлива. На наш взгляд такая зависимость может быть обусловлена массой перевозимого груза. Однако в данном эксперименте информация о массе

перевозимого груза не учитывалась при сборе данных телематическими комплексами, установленными на борту автомобиля.

Считаем, что мониторинг массы перевозимого груза особенно актуален для грузовых транспортных средств, поскольку масса перевозимого груза может превосходить собственную массу автомобиля. При этом логично предположить, что масса перевозимого автомобилем груза сильнее влияет на расход топлива при малых скоростях, чем при больших.

1. Смирнов, П.И. Анализ особенностей работы бензинового ДВС легкового автомобиля в условиях движения в городском цикле (статья): Будущее науки-2016 Сборник научных статей 4-й Международной молодежной научной конференции (14-15 апреля 2016 г.). В 4-х т. – Курск: ЮЗГУ, 2016. – Т. 4. – С. 131-133.

ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ТЕПЛООБМЕНА В СЕПАРАТОРАХ-ПАРОПЕРЕГРЕВАТЕЛЯХ АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

С.Д. Скворцов, М.Ю. Егоров

*Научный руководитель В.В. Сергеев, д-р техн. наук, профессор
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
г. Санкт-Петербург*

Актуальность. Одним из важнейших направлений развития ядерной энергетики является увеличение энергетической эффективности оборудования атомных электростанций (АЭС). Повышение тепловой эффективности, а также уменьшение массогабаритных характеристик теплообменного оборудования атомных электростанций весьма актуально. Одним из наиболее перспективных способов является применение интенсификации теплообмена [1].

Опыт многолетней эксплуатации теплогидравлического оборудования показал, что применение методов интенсификации теплообмена позволяет снизить массогабариты аппаратов на 50% и более по сравнению с серийно выпускаемым оборудованием.

Наиболее перспективным для применения в промежуточных сепараторах-пароперегревателях (СПП) влажнопаровых турбин АЭС является нанесение на поверхность трубок сферических выемок – лунок. Результаты исследования [2] показывают, что трубки со сферическими выемками обладают тепловой мощностью на 30-70% большей по сравнению с оребренными трубками при прочих равных теплогидравлических характеристиках теплообменных аппаратов.

Цель работы – повышение эффективности теплопередачи в перегревательной части СПП в направлении интенсификации теплообмена со стороны нагреваемой среды.

Задача работы – выполнить сравнительный анализ процесса теплоотдачи в пароперегревательной части СПП змеевикового типа [3, 4] для гладкотрубного теплообменного пучка и для пучка с интенсификаторами в виде сферических односторонних выемок (рис.) двух типов:

- с гладкими кромками,
- с острыми кромками.



Рис. Профиль прямой трубы с интенсификаторами в виде сферических выемок

1. Анализ теплообмена без применения методов интенсификации в элементе пучка змеевиковых трубок, закрученных по спирали.

В ранее проведенных исследованиях [5] нами разработана модель процесса передачи теплоты в приближении поперечного обтекания нагреваемым паром элемента змеевикового пучка гладких труб, закрученных по спирали. Выполненный теплогидравлический расчёт, основанный на предложенной модели, показал, что числа Рейнольдса для 1 и 2 ступеней пароперегревателя равны $Re_1=4,9 \cdot 10^4$ и $Re_2=5,7 \cdot 10^4$, критерии Прандтля $Pr_1=1,01$ и $Pr_2=0,97$.

Расчетные значения критерия Нуссельта для гладких трубок 1 и 2 ступеней перегрева составили: $Nu_{d1}=247$, $Nu_{d2}=269$, соответствующие им коэффициенты теплоотдачи со стороны нагреваемого пара: $\alpha_{нп1}=414 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ и $\alpha_{нп2}=538 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$.

Коэффициенты теплоотдачи при конденсации греющего пара 1 и 2 ступени $\alpha_{гп1}=10^4 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, $\alpha_{гп2}=1,5 \cdot 10^4 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ приняты в соответствии с рекомендациями [6] для случая конденсации пара в стальных трубках с внутренним диаметром 10-35 мм.

Анализ структуры коэффициента теплопередачи k :

$$k = \left[\frac{1}{\alpha_{нп}} + \frac{\ln\left(\frac{d_1}{d_2}\right) \cdot d_1}{2\lambda_{ст}} + \frac{d_1}{\alpha_{гп} \cdot d_2} \right]^{-1},$$

показал, что на величину коэффициента теплопередачи определяющее влияние оказывает интенсивность теплоотдачи нагреваемого пара [5]. Здесь d_1 и d_2 – наружный и внутренний диаметры трубки.

Расчётные значения составили: $k_1=382 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, $k_2=495 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$.

2. Анализ теплообмена в конструкции пароперегревателя с интенсификацией.

Интенсификация теплообмена в каналах со сферическими выемками происходит за счет постоянного разрушения пограничного слоя за выемками и повышения уровня турбулентности потока за ними [7].

При экспериментальном исследовании данного метода интенсификации в диапазоне

- относительных глубин выемок $0,1 \leq h/d \leq 0,5$
- относительных высот канала $0,1 \leq H/d \leq 0,4$
- чисел Рейнольдса $Re = 7 \cdot 10^3 \div 5 \cdot 10^4$,

что соответствует номинальному режиму работы СПП на АЭС с кипящими реакторами, достигнуты результаты, показавшие перспективность олунения при модернизации СПП.

В работе [7] проведен сравнительный анализ интенсификаторов теплоотдачи по их теплогидравлической эффективности. При обобщении экспериментальных данных по средней теплоотдаче в каналах со сферическими выемками при турбулентном отрывном обтекании соотношения для критерия Нуссельта для каналов с односторонними выемками и гладкими кромками имеют вид:

$$Nu_d = 0,037 \cdot Re^{0,8} \cdot (H/d)^m \cdot (h/d)^{0,42};$$

$$m = -0,33 \cdot (h/d)^{-0,28}.$$

Расчетные значения критерия Нуссельта для первой и второй ступени составили: $Nu_{d1} = 393$, $Nu_{d2} = 443$.

Коэффициент теплоотдачи со стороны нагреваемого пара 1 и 2 ступени: $\alpha_{\text{НП1}}^{\text{ИНТ}} = 655 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ и $\alpha_{\text{НП2}}^{\text{ИНТ}} = 912 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$. Соответствующие расчетные значения коэффициента теплопередачи 1 и 2 ступени: $k_1^{\text{ИНТ}} = 578 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, $k_2^{\text{ИНТ}} = 794 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$.

Значения расчетной площади теплопередающей поверхности 1 и 2 ступени $H = Q/(k \cdot \Delta t)$ составили 949 м^2 и 613 м^2 . Значения фактического запаса теплопередающей поверхности для 1 ступени пароперегревателя составили 1100 м^2 , для 2 ступени пароперегревателя – 600 м^2 .

Аналогичный расчет произведен для случая поперечного обтекания каналов с односторонними выемками и острыми кромками с использованием соотношений [7]:

$$Nu_d = 0,033 \cdot Re^{0,8} \cdot (H/d)^m \cdot (h/d)^{0,42};$$

$$m = -0,46 \cdot (h/d)^{-0,3}.$$

Расчетные значения критерия Нуссельта для 1 и 2 ступени составили: $Nu_{d1} = 575$, $Nu_{d2} = 650$. Соответствующие им коэффициенты теплоотдачи нагреваемой среды составили $\alpha_{\text{НП1}}^{\text{ИНТ}} = 960 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ и $\alpha_{\text{НП2}}^{\text{ИНТ}} = 1335 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ для 1 и 2 ступени соответственно.

Расчетные значения коэффициента теплопередачи 1 и 2 ступени пароперегревателя: $k_1^{\text{инт}} = \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, $k_2^{\text{инт}} = 794 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$. Соответствующие им значения расчетной площади теплопередающей поверхности 1 и 2 ступени составили 683 м^2 и 444 м^2 .

Выводы.

1. Интенсификация теплообмена методом создания односторонних выемок с гладкими кромками приводит к сокращению площади теплопередающей поверхности сепаратора-пароперегревателя змеевикового типа на 45% для 1 ступени и на 50% для 2 ступени; нанесение на трубы змеевикового пучка сферических выемок с острыми кромками приводит к уменьшению площади поверхности пароперегревателя почти в 3 раза.

2. Применение интенсификации путем создания односторонних выемок с острыми кромками приводит к улучшению теплообмена на 30% по сравнению с каналами с односторонними выемками и гладкими кромками.

3. Применение олунения теплообменной поверхности обеспечивает уменьшение массогабаритных характеристик сепараторов-пароперегревателей АЭС и повышение его тепловой и гидравлической эффективности.

4. Целесообразно продолжение расчётно-экспериментальных исследований [8, 9] существующих и вновь создаваемых [10, 11] типов сепарационного и пароперегревательного оборудования.

1. Аксенов П.Л., Егоров М.Ю. Интенсификация теплообмена в оборудовании АЭС. Материалы научной конференции с международным участием «Неделя науки СПбПУ». Институт энергетики и транспортных систем. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2016. – Ч. 1. – С. 82-84.

2. Chudnovsky Ya., Kozlov A. Heat transfer enhancement and fouling mitigation potential due to dimpling the convective surfaces. International Heat Transfer Conference. HTE–21. Sidney. Australia, 2006. – P. 1-10.

3. Егоров М.Ю., Федорович Е.Д. Совершенствование системы промежуточной сепарации и перегрева влажнопаровых турбин АЭС: анализ теплогидравлических процессов в конструкциях сепараторов-пароперегревателей на основе опыта эксплуатации. Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики, 2007. – № 37. – С. 339-350.

4. Готовский М.А., Егоров М.Ю., Федорович Е.Д. О перспективе применения винтовых змеевиков с конденсацией греющего пара внутри труб в пароперегревательной части промежуточных сепараторов-пароперегревателей турбин АЭС. Сборник тезисов докладов Пятой международной конференции «Тепломассообмен и гидродинамика в закрученных потоках». Казань, 2015. – С. 162-163.

5. Скворцов С.Д., Егоров М.Ю. Анализ теплопередачи в промежуточных сепараторах-пароперегревателях АЭС. Материалы научной конференции с международным участием «Неделя науки СПбПУ». Институт энергетики и транспортных систем. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2016. – Ч. 1. – С. 84-87.

6. Волков Д.И. Теплоотдача при конденсации пара внутри горизонтальной трубы. Энергомашиностроение, 1969. – № 6. – С. 22-24.

7. Гортышов Ю.Ф., Попов И.А., Олимпиев В.В., Щелчков А.В., Каськов С.И. Теплогидравлическая эффективность перспективных способов интенсификации теплоотдачи в каналах теплообменного оборудования. Казань: Центр инновационных технологий, 2009. – 531 с.

8. Gotovskii M.A., Fokin B.S., Belenkii M.Ya., Lebedev M.E., Blinov M.A., Egorov M.Yu. Results from tests of modernized moisture separator-reheater of K-500-65/3000 turbine plants of the power unit no. 4 at the Leningrad nuclear power plants (NPP). Thermal Engineering, 2012. – Т. 59. – № 2. – Р. 113-118.

9. Егоров М.Ю., Соколов К.В., Блинов М.А. Результаты модернизации сепараторов-пароперегревателей турбоустановок на 4 блоке Ленинградской АЭС. Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета, 2011. – № 3. – С. 263.

10. Денисов К.Н., Егоров М.Ю., Федорович Е.Д., Готовский М.А. Совершенствование конструкций СПП АЭС на основе результатов теоретических и стендовых исследований и опыта эксплуатации. Труды Шестой Российской национальной конф. по теплообмену, 2014. – С. 152-155.

11. Егоров М.Ю. Повышение надёжности сепараторов-пароперегревателей турбин АЭС на основе расчётно-экспериментального моделирования. Материалы Одиннадцатого Всероссийского форума студентов, аспирантов и молодых учёных «Наука и инновации в технических университетах». СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2017. – С. 13-15.

СРАВНЕНИЕ РЕЖИМА ДВИЖЕНИЯ ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ СО СТАНДАРТНЫМ ИСПЫТАТЕЛЬНЫМ ЦИКЛОМ

А.П. Тимофеев, Ф.А. Новокшанов

*Научный руководитель В.Ф. Булавин, канд. техн. наук, доцент
Вологодский государственный университет
г. Вологда*

В процессе эксплуатации автомобилей наблюдается превышение реального эксплуатационного расхода топлива от нормативного, установленного заводом-изготовителем. Это обуславливается тем, что при проведении испытаний по установке норм расхода топлива нового автомобиля невозможно корректно учесть многие факторы, влияющие на расход топлива и зависящие от условий работы автомобиля, такие как климат, состояние дорожного покрытия, стиль езды водителя, нагрузка автомобиля и др.

С целью уточнения реального эксплуатационного расхода топлива были проведены исследования на базе ООО "А-Лайн", обслуживающей автотранспортные предприятия Вологодской и Архангельской областей. В качестве объекта исследования были выбраны автомобили МАЗ и ГАЗель транспортирующие молочную продукцию в Архангельской области. На объектах (автомобилях), выбранных для исследования, было установлено оборудование телематического контроля фирмы Omnicom. Заказчики в лице автотранспортных предприятий предоставляли для анализа информацию, полученную с ис-

пользованием серверов OmnicommOnline за период с сентября 2016 года по июль 2017.

Графики скорости движения исследуемых автомобилей представлены на рис. 1-4.



Рис. 1. Сравнение скоростного режима автомобиля МАЗ со стандартным ездовым циклом



Рис. 2. Сравнение скоростного режима автомобиля МАЗ со стандартным ездовым циклом

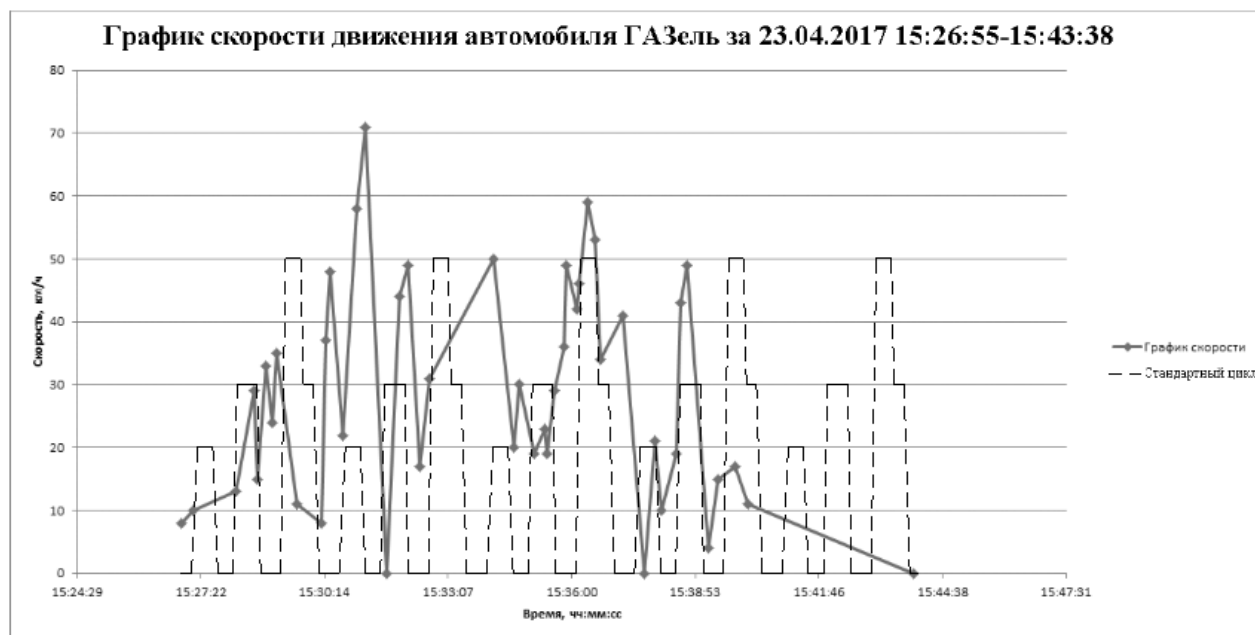


Рис. 3. Сравнение скоростного режима автомобиля ГАЗель со стандартным ездовым циклом



Рис. 4. Сравнение скоростного режима автомобиля ГАЗель со стандартным ездовым циклом

Сравнение представленных графиков со стандартным магистральным циклом показывает, что графики реальных скоростей движения имеют очертания, схожие со стандартными. Однако в реальных условиях эксплуатации скорость движения автомобиля меняется намного динамичнее, чем в испытательных условиях.

При испытаниях автомобиля скорость его движения не превышает 50 км/ч, в то время как в реальных условиях скорость движения в городе может достигать 60 км/ч, а в некоторых случаях и больше, что зависит от стиля езды водителя.

Таким образом, проведенные исследования показали, что в реальных условиях наблюдается постоянное превышение расхода топлива от значения, установленного заводом-изготовителем. Одно из возможных решений выявленной проблемы – это корректировка нормы расхода топлива для отдельных автомобилей, с учетом условий их эксплуатации. Зная реальную норму расхода топлива для определенного автомобиля, можно говорить о превышении водителем этой нормы, или же об экономичной езде водителя, что позволит руководству автотранспортного предприятия принимать необходимые управленческие решения по экономии топлива.

1. Смирнов, П.И. Сравнительная оценка стоимости эксплуатации легковых автомобилей на основе расчета стоимости транспортной работы по расходу топлива // Автоматизация и энергосбережение машиностроительного и металлургического производств, технология и надежность машин, приборов и оборудования материалы XI Международной научно-технической конференции. 2016. – Вологда: Вологодский государственный университет, 2016. – С. 146-150.

РАЗРАБОТКА СПЕЦИАЛЬНОЙ ДВУХСТОРОННЕЙ ПРОТЯЖКИ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ТРАПЕЦИЕВИДНОГО ПАЗА

М.В. Шавкунова

Научный руководитель **С.В. Яняк**, канд. техн. наук, доцент
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Протягивание – это высокопроизводительный способ обработки сквозных отверстий и наружных поверхностей. Разработанная протяжка является специальным инструментом второго порядка, так как предназначена для выполнения обработки специальных элементов конструкции (трапецевидных пазов) других инструментов: стержневых резцов с продольной прорезью (рис. 1.) [1].

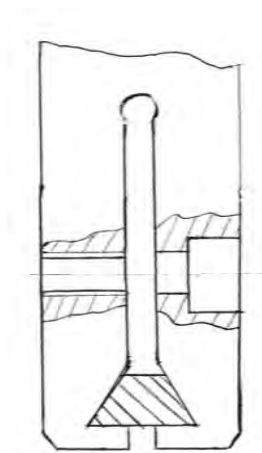


Рис.1. Стержневой резец с продольной прорезью

Принципиальные решения, принятые в процессе проектирования:

1. Основу конструкции составляет призматический стержень, ограниченный плоскими поверхностями (рис. 2).

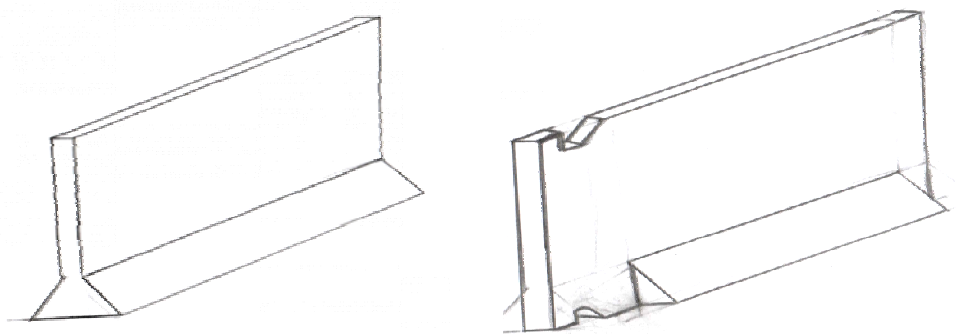


Рис. 2. Плоский стержень и передний хвостовик

2. В передней части корпуса предусмотрены вырезы для захвата в протяжном станке, образующие передний хвостовик.

3. Режущая часть – пирамидальная, совмещенная с корпусом. Первоначальная призма трапецевидного сечения, которая в продольном направлении срезана наклонной плоскостью с продольным углом, определяющим возвышение зубьев (рис.4, 5, 6). Режущая часть состоит из трех частей: черновая (с продольным углом $\text{tg}L = 0.0125$) содержит 10 зубьев для предварительной обработки с глубиной резания 0,2 мм; чистовая (с продольным углом $\text{tg}L = 0.00625$) содержит 15 зубьев для окончательного формирования треугольных профилей обработки с глубиной резания 0,1 мм; калибрующая – по 2 зуба с каждой стороны для калибрования (отделочной обработки поверхности).

4. Зубья в правой и левой частях протяжки расположены с осевым смещением таким образом, что стружечная канавка с одной стороны находится напротив зуба с другой стороны, образуя волнистую линию. Форма зуба в поперечном сечении трапецевидная. Передняя поверхность плоская с углом 10° , плавно переходящая в стружечную канавку. Задняя поверхность плоская, с углом 2° , расположена между соседними стружечными канавками.

5. После окончания режущей и калибрующей частей, в конструкции протяжки предусмотрен задний хвостовик с сечением 50x3 мм первоначального призматического стержня, длиной 20 мм и предназначен для удерживания протяжки от выпадения после окончания обработки.

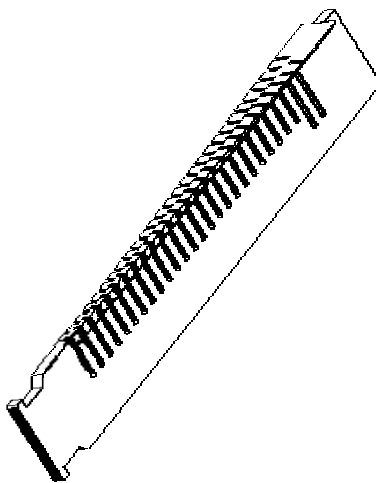


Рис. 3. 3D-модель специальной протяжки

6. Материал протяжки – инструментальная легированная сталь 9ХС. Выбрана, так как эта сталь имеет мелкозернистую структуру, высокую твердость, хорошую управляемость при термической обработке и используется для тонколезвийных чистовых инструментов.

ХГТ обладает большей величиной зерна и имеет больше остаточного аустенита.

Р6М5 признана нецелесообразной, так как инструмент в процессе эксплуатации не нагревается выше 200 градусов.

Достоинства разработанного инструмента: высокая производительность и экономическая целесообразность при серийном производстве резцов с трапециевидным пазом.

1. Молодые исследователи – регионам: материалы Международной научной конференции (Вологда, 18-19 апреля 2017 г.): в 4 т. / М-во образ. и науки РФ, Вологод. гос. ун-т ; [отв. ред. А.А. Синицын]. – Вологда : ВоГУ, 2017. – Т. 1. – 608 с. : ил.

Секция «АРХИТЕКТУРА И ДИЗАЙН ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ»

МЕТОДИКА ПОСЛОЙНОГО АНАЛИЗА ДЕПРЕССИВНОЙ ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА ВОЛОГДЫ

С.Н. Вайнило, Г.С. Нилова

*Научный руководитель Л.В. Анисимова, канд. архитектуры, профессор
Вологодский государственный университет
г. Вологда*

Потребность в регенерации промышленных территорий связана с изменением структуры индустриального производства и переходом его на новые технологии. В результате роста городов постиндустриальные зоны вошли в границы центральных планировочных районов и образовали так называемый серый пояс. Городская среда «серых зон» отличается высокой степенью депрессивности, однако имеет высокий градостроительный потенциал. Отечественный и зарубежный опыт проектирования и регенерации таких территорий показывает, что для устойчивого развития городов необходимо включение таких земель в программы градостроительного развития [1].

Городская среда исторических городов должна быть привлекательна и безопасна, что соответствует требованиям устойчивого развития территорий, провозглашенным ООН в XX столетии [2]. Реализованные проекты регенерации бывших промышленных и коммунально-складских территорий Москвы и Санкт-Петербурга («Красный октябрь», бывший завод «Флакон», «Серп и молот») показали, что потенциал таких территорий высок, и территории привлекательны для инвестирования [3].

Целью исследования является апробация методики послойного анализа территории для выявления скрытого средового потенциала места. Аналитическая работа осуществляется для выявления конфликтных зон и составления проектного задания регенерации территории.

Методы исследования: натурное обследование территории, фотофиксация, количественный анализ градостроительных показателей и регламентов, изучение теоретических источников по регенерации бывших складских и промышленных объектов. Объектом исследования является территория в границах улиц: ул. Ленинградская, ул. Петина, Пошехонское шоссе, до окружной железной дороги в городе Вологда.

Методика комплексного анализа заключается в стратификации элементов среды и синтеза полученных результатов. Наложением страт выявляются конфликтные узлы, требующие первоочередной регенерации. Первая страта демонстрирует градостроительный анализ территории, состоящий из анализа

инфраструктурного наполнения, и определения плотности застройки. Эти данные говорят об эффективности использования земли. Анализ объектов инфраструктуры показал: большой процент территории занимают хаотично отстроенные гаражные кооперативы, в которых находятся автосервисы, объекты торговли (магазины автозапчастей) и мелкие ремонтные мастерские. Коммерческая, деловая и образовательная деятельность сконцентрирована вблизи улицы Ленинградской и Пошехонского шоссе. Открытые пустующие территории примыкают к ветке железной дороги. Северо-западная часть исследуемого участка представляет собой охраняемый ландшафт, окружающий объекты культурного наследия. Жилая функция на данной территории практически отсутствует и преобладает малоэтажная застройка.

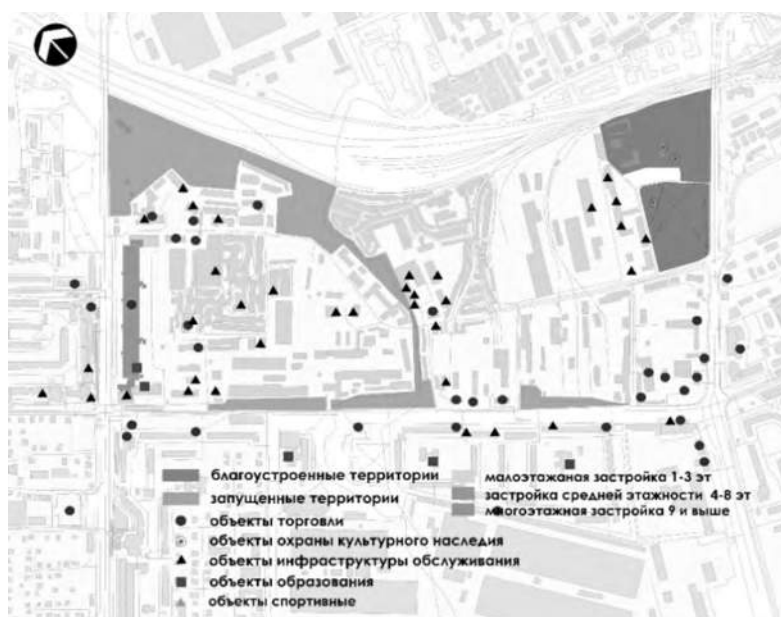


Рис. 1. Градостроительный анализ территории

Интенсивность использования территории характеризуется плотностью застройки и процентом застроенности территории. Коэффициент застроенности территории и коэффициент плотности застройки зоны промышленных объектов I-V зоны определены как $FAR=0,52$ и $BCR=0,23$. Нормативные показатели зоны промышленных объектов I-V определены как: $FAR=2,5$ $BCR=0,6$ [4]. Выявленные показатели говорят о неэффективном использовании территории. Натурное обследование озеленённых пространств выявило единственный благоустроенный фрагмент в северо-западной части, а также наличие русла р. Золотухи с полностью искаженным природным ландшафтом, наличие пустырей вдоль транспортных коммуникаций (рис. 1).

Следующей стратой является анализ транспортно-пешеходной сети. Он показал, что территория ограничена двумя магистральными улицами городского значения ул. Ленинградская и Пошехонское шоссе и магистралью районного значения ул.Петина и имеет большое количество внутренних проез-

дов. Территория имеет хорошую транспортную связь с центром и другими районами города за счёт наличия остановок общественного транспорта в радиусе пешеходной доступности, однако отсутствует пешеходная связь ядра территории с другими районами города. Пешеходная активность наблюдается лишь по периметру территории, а в центре отсутствует. Причин такого явления несколько. Во-первых, на внутренней территории отсутствуют пешеходные тротуары и освещение, во-вторых сервисы, находящиеся на внутренних территориях не конкурентоспособны. Северная граница ограничена железнодорожными путями, имеющими многочисленные ветки, образующие тупиковые железнодорожные въезды для загрузки бывших промышленных площадок. Это обстоятельство имеет важное значение при разработке концепции использования данного потенциала (рис. 2).



Рис. 2. Анализ транспортно-пешеходной доступности территории

Таким образом, можно сказать, что территория обладает хорошим транспортным потенциалом и содержит территориальные резервы для организации парковок индивидуального транспорта, а также железнодорожные ветки для загрузки.

Следующей стратой анализа является кадастровый план территории. Было выявлено три категории собственников: частная собственность, муниципальная собственность и собственность публично - правовых образований [5]. В частной собственности оказался малый процент земли, при этом остальная территория за исключением основных проездов муниципалитетом сдаётся в аренду (рис. 3). Средняя стоимость земли за квадратный метр составляет 1010р. В сравнении со стоимостью земли в центре, которая составляет 1200 р, можно говорить о её высокой ценности.

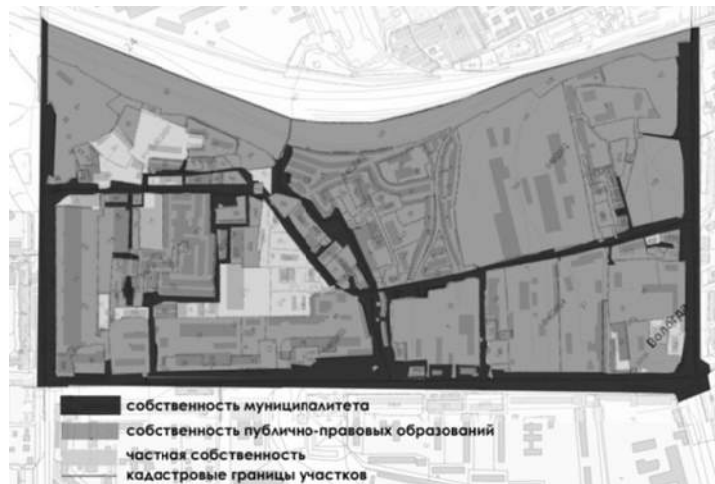


Рис. 3. Анализ собственников территории в границах красных линий

Анализ правил землепользования застройки города Вологды выявил основное назначение территориальных зон. В западной части территории располагаются ЖЗ, Ж4-жилая, Ц1-общественно-деловая зоны. В центральной части по правому берегу р. Золотуха ПЗ-производственная зона. Вдоль транспортных коммуникаций П5-зона инженерной и транспортной инфраструктур. Восточная часть ЦС-4, О-1 зона объектов религиозного значения, и специального назначения. Исследование этой страты позволило сделать вывод, что восточная половина территории, примыкающая к ул. Ленинградской может развиваться как зона общественного, делового и коммерческого значения, имеющая выход к природному водоразделу реки Золотуха, благоустроенная береговая линия которой повышает инвестиционную привлекательность этого участка. А территория правого берега Золотухи, имеющая значительный транспортно-железнодорожный потенциал может быть регенерирована на основе производственной функции.

Таким образом, наложение страт позволяет сделать вывод, что исследуемая территория обладает высоким градостроительным потенциалом, требующим проекта регенерации территории. Наиболее остро конфликт интересов возникает в западной части участка, где малоэффективная промышленность, не приносящая высокой прибыли, может быть заменена более плотной общественно-деловой и жилой застройкой. Обновление территории должно происходить поэтапно, начиная с реставрации объектов культурного наследия и ревалоризации коммунально-складской зоны. Необходимо обновить существующую и обеспечить будущую застройку новой дорожно-транспортной сетью. Новое строительство необходимо вести с параллельным сносом ветхих зданий и сооружений производственного и коммунально-складского назначения, с переносом последней в отдельную зону (в виде логистических центров и паркингов).

1. Анисимова Л.В. Методические основы регенерации исторической городской среды: учебное пособие / Л.В. Анисимова, Л.Ю. Анисимов, Е.Н. Титоренко, В.Ю. Анисимов: под ред. Л.В. Анисимовой; Мин-во обр. и науки РФ; Вологод. гос. ун-т. – Вологда: ВоГУ, 2017. – 97 с.
2. Рио-де-Жанейрская декларация по окружающей среде и развитию 3-4 июня 1992г. [Электронный ресурс]// ООН: сайт. – Режим доступа: http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/declarations/pdf/riodecl.shtml
3. "Серп и молот. Результаты конкурса".[Электронный ресурс]–Режим доступа:<https://archi.ru/russia/54655/serp-i-molot.ru/>
4. Региональные нормативы градостроительного проектирования Вологодской области. Электронный ресурс-http://nashdom.vologda-portal.ru/planning/documents/normativy_gradostroitel'nogo_proektirovaniya.
5. Публичная кадастровая карта г. Вологды. Электронный ресурс-<https://pkk5.rosreestr>

КОНЦЕПЦИЯ СРЕДОВОЙ РЕГЕНЕРАЦИИ ТЕРРИТОРИИ ЗАВОДА «ВАГРОН»

П.Э. Гарина

*Научный руководитель Л.В. Анисимова, канд. архитектуры, профессор
Вологодский государственный университет
г. Вологда*

Результатом перехода экономики к постиндустриальному этапу стала ликвидация технологически устаревших промышленных производств в центральном планировочном районе города. Это привело к образованию заброшенных пустующих территорий, оказывающих негативное влияние на целостность селитебных территорий, экономическую конкурентоспособность городских пространств. Основополагающие принципы концепции устойчивого развития урбанизированной среды города опираются на более эффективное использование территориального и историко-культурного потенциала города [1].

В результате картографирования было выявлено, что «серый пояс» г. Вологды составляет 16% от общей территории застройки города. Среди элементов «серого пояса», находящихся в центральном планировочном районе, следует отметить территорию бывшего ликероводочного завода «Вагрон», расположенного в границах ул. III Интернационала, ул. Мальцева, окружной железной дороги (рис.1). Ликероводочный завод «Вагрон» в настоящее время представляет собой комплекс зданий периметрической застройки разного стиля и времени. Самые ранние постройки относятся к краснокирпичной промышленной архитектуре конца XIX века.



Рис. 1. «Серый пояс» г. Вологды



Рис. 2. Территория завода «Вагрон», подлежащая регенерации

Данная статья посвящена поиску нового подхода к регенерации депрессивных городских территорий. Основываясь на принципах устойчивого развития, автор определяет целью исследования разработку средовой модели регенерации территории завода "Вагрон" с сохранением атмосферы места. Методика исследования содержит проведение историко-генетического анализа территории, натурное обследование конструктивных схем существующих объектов, степень их физического износа, а также изучение теоретического и практического опыта регенерации подобных объектов. Разработка модели средовой регенерации комплекса с определением участников этапов и целевой аудитории предполагает развитие процесса во времени.

Согласно плану охранных зон г. Вологды литеры А2, А6, С1, С2, С4, С6 и D3 являются объектами, обладающими признаками культурного наследия, предлагаемые к постановке на учет в категории «выявленные», общая площадь этих объектов составляет 7 087,5 м². Литеры А1, С3, С5 – современные постройки, вписывающиеся или поддерживающие историческую среду, их суммарная площадь составляет 1707,2 м². Литера А3-А5, А7 – современные дисгармоничные постройки, разрушающие сложившуюся архитектурную среду, поддающиеся адаптации, их общая площадь – 1330,3 м². Литера В1-В3, D1, D2, F, G1, G2 – современные постройки, нейтральные по отношению к объектам историко-культурного наследия, суммарная площадь – 12157,5 м². Литера G3, G4 – современные, дисгармоничные постройки, разрушающие сложившуюся архитектурную среду, не поддающиеся адаптации, общая площадь этих объектов составляет – 3548,8 м² (рис. 2).

Первоначально на месте ликеро-водочного завода находился пивоваренный завод «Вагрон», основанный в 1887 году купцом Первушиным. С введением винной монополии завод прекратил свое существование. На его месте в 1901 г. вырастает комплекс зданий Казенного винного склада [2]. По воспо-

минаниям Луначарского: «Вологодский казенный винный склад обладает, так сказать, американскими ресурсами: вас поразят огромные залы, полные электрического света, прекрасная театральная зала с благоустроенной сценой» [3]. Сейчас здание ликероводочного завода «Вагрон» принадлежит ООО «Русский Север», производственные процессы утрачены, часть построек сдается в аренду, архитектурная среда деградировала.

Историко-генетический анализ территории ликеро-водочного завода показал, что наивысшего расцвета архитектурная среда комплекса достигла в начале XX века. Высокая концентрация служащих, введенные в строй новые корпуса, отвечающие современным стандартам качества. Производственные процессы совмещались с активной театральной и культурной жизнью. К укоренившимся здесь процессам относятся многолюдность, представительность, сценические действия, танцевальные вечера, клубная атмосфера.

В результате обследования планов БТИ и натурного изучения объектов, расположенных на территории завода, было выявлено, что постройки начала XX века (литера А4, А6, В1, С1-С5, D3) имеют поперечные кирпичные несущие стены и деревянные перекрытия; постройки конца XX века (литера В3, D1, D2, F,) имеют железобетонный каркас и железобетонные перекрытия, а здание под литерой В2 – это большепролетное одноэтажное сооружение. Наименьшей степенью износа конструкций – от 0 до 29% – обладают объекты более позднего срока постройки (литера А1, А3, А5, В2, В3, С6, D1, D2, F, G1). Сооружения 1901 года (литера А4, А6, В1, С1-С5) имеют износ от 47 до 52%. Наибольшей степенью физического износа (70%) обладает здание под литерой D3 (первоначально использовался в качестве холодильника).

На данный момент производственные мощности выведены, доступ на территорию завода для горожан не возможен. Здания сдают в аренду. Часть сооружений используются в качестве складов. Наличие пустующих зданий и пространств на территории «Вагрона» при кадастровой стоимости 1 м² – 1114,96 руб. свидетельствует о неэффективном использовании территории в центральном планировочном районе города.

Исследованиям теоретического и практического опыта регенерации постиндустриальных территорий посвящены работы Е.В. Демидовой, Л.О. Титовой, А.Ю. Анохина, Т.Ф. Волковой. Социально-культурные аспекты регенерации городских пространств раскрыты в работах А.А.Желниной, В.Э.Стадникова, В.Л. Глазычева. Выполнен анализ реализованных проектов регенерации бывших промышленных зон: Дизайн-завод «FLACON» и «Хлебозавод» в Москве, «Новая Голландия» в Санкт-Петербурге, «798 ArtZone» в Пекине.

Предлагается модель средовой регенерации территории, которая имеет ряд существенных отличий от архитектурно-пространственной. Модель средовой регенерации предполагает введение не только процессной продолжительности этапа, но и учитывает целевую аудиторию участников, и пользователей продукта [4]. Модель средовой регенерации предполагает поэтапное

введение отдельных мощностей, позволяющее значительно ускорить сроки запуска в эксплуатацию отдельных зданий и территорий. Способствует повышению лояльности горожан за счет вовлечения их в процесс регенерации, а так же предоставляет возможность вывода оставшегося производства без остановки и нарушения технологий.

На этапе активации основной задачей является популяризация места, привлечение публики через организацию фестивалей, ярмарок, соревнований, акций, концертов и других массовых мероприятий. В эксплуатацию вводятся объекты с литерой А1, А3, В2, В3, нуждающиеся в косметическом ремонте и имеющие подведенные инженерные сети (рис. 3а). Наиболее притягательными функциями становятся те, которые позволяют увеличить трафик людей, например, организация фудмаркета, фудкорта в здании с литерой В2. Введение мощностей происходит за счет самоорганизации стартапов, индивидуальных предпринимателей, малых фермерских хозяйств, семейных бизнесов, использования мебели «секондхенд». Результатом этапа становится благоустройство двора, реализация потенциала творческих инициатив [5]. Средства, вырученные на первом этапе, идут на восстановление объектов, нуждающихся в некапитальном ремонте.

Основная задача второго этапа – аккумуляции – создание транзитного пути через территорию завода за счет внедрения торговой улицы, являющейся наиболее коротким маршрутом до остановок общественного транспорта. В эксплуатацию вводятся объекты с литерой А4, В1, D1, D2, F (первый этаж) (рис. 3б). В зданиях с литерой А4 (3 зала – 496,6 м²) и D1 (площадь 1244,2 м²) организуются пространства, сдаваемые в аренду для проведения мероприятий разной вместимости. В здании с литерой D2 предполагается проведение городских масштабных мероприятий, таких как фестивали, ярмарки, концерты, шоу-программы. Для всех вышеперечисленных объектов, за исключением литеры В1, предполагается программа реновации [6]. В здание с литерой В1, в XX веке использовавшемся в качестве столовой, подразумевается процесс ревитализации за счет возрождения и улучшения укоренившихся функций. Здесь организуется бар/ресторан. Результатом этапа является оживление торговой улицы, создание транзитного пути, организация парковки, публичных, полуприватных и частных зон.

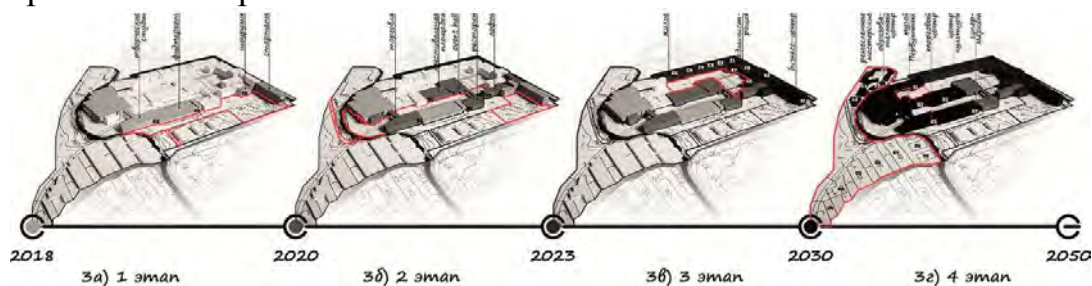


Рис. 3. Схема поэтапной регенерации территории завода «Вагрон». 3а - этап активации, 3б - этап аккумуляции, 3в - этап инвестирования, 3г - этап перепроектирования

Третий этап – инвестирование. В эксплуатацию вводятся здания с литерой А2, А5-А7, С1-С6 и окружающая их территория, нуждающиеся в реставрации и требующие капитальных вложений (рис. 3в). Финансирование проекта ведется за счет частно-государственного партнерства. Объекты с литерой А2, А5-А7 остаются в распоряжении владельца в качестве административного здания, объекты с литерой С1-С6 делятся на жилые ячейки. Результатом третьего этапа является благоустройство придворовой территории, введение жилой функции, позволяющей увеличить трафик на территории.

Четвертый этап – перепроектирование. Основной задачей является повышение устойчивости развития. В эксплуатацию вводится здание с литерой D3, подлежащее музеефикации – «музей пивоварения» (рис. 3г). С популяризацией комплекса происходит трансформация функций объектов, вводимых в эксплуатацию на ранних этапах. Результатом является повышение уровня доходности комплекса, организация благоустроенной рекреационной зоны, организация общественных городских пространств.

Программа средовой регенерации способствует реализации принципов устойчивого развития за счет трансформации мощностей, освоенных на более ранних этапах.

1. Рио-де-Жанейровская декларация по окружающей среде и развитию 3-4 июня 1992 г. [Электронный ресурс] // ООН: сайт. – Режим доступа: http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/declarations/riodecl.shtml

2. Вологда Vologda Первушин (Б, Э) [электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.rupivo.ru/about_factory.php?id=32

3. Кохно, И.П. Вологодская ссылка Луначарского [Текст] / И.П. Кохно // Литературное наследство. – 1970. – Т.82. – С. 603-620.

4. Анисимова Л.В. Методические основы регенерации исторической городской среды [Текст]: учебное пособие / Л.В. Анисимова, Л.Ю. Анисимов, Е.Н. Титоренко, В.Ю. Анисимов; под ред. Л.В. Анисимовой; М-во обр. и науки РФ; Вологод. гос. ун-т. – Вологда: ВоГУ, 2017. – 97с. : ил., табл.

5. Желнина, А. А. Креативность в городе: реинтерпретация публичного пространства[Текст]/А.А. Желнина // Журнал социологии и социальной антропологии. –2015. –Т. XVIII. № 2(78). –С. 45-59.

6. Волкова, Т.Ф. Реабилитация городской жилой среды. Социально- градостроительный аспект[Текст]: учеб. пособие / Т.Ф. Волкова. – Пенза: ПГУАС, 2014. –116 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБОВ РАЗДЕЛЕНИЯ ТРАНСПОРТА И ПЕШЕХОДА НА ПРИМЕРЕ УЛИЦ Г. ВОЛОГДЫ

Н.И. Григорьева, П.А. Столов

*Научный руководитель Л.В. Анисимова, канд. архитектуры, профессор
Вологодский государственный университет
г. Вологда*

Целью данного исследования является анализ сложившейся ситуации разделения транспортных и пешеходных потоков в городской среде на примере г. Вологды, а также выявление проблемных мест в транспортно-пешеходной сети.

Задачи исследования: проведение натурного анализа приемов и средств разделения транспортно-пешеходных потоков на улицах разного класса. Для исследования были выбраны следующие улицы: 1) ул. Мира – магистральная улица общегородского значения, 2) ул. Ярославская – магистральная улица районного значения, 3) ул. Панкратова – магистральная улица районного значения, 4) ул. Южакова – улица местного значения.

Методика исследования: графо-аналитическая с натурным обследованием. В ходе анализа выполнены фотофиксация сложившейся ситуации, проведены замеры улиц, на основании которых начерчены автодорожные поперечные профили. Проведен сравнительный анализ полученных результатов с нормативными документами, в результате которого были выявлены соответствующие и несоответствующие нормативным документам профили и средства разделения транспорта и пешеходов.

Основной задачей пешеходной организации города является физическое, психологическое и визуальное отделение пешехода от транспортных средств. Эта цель обусловлена необходимостью обеспечить максимальную безопасность не только здоровых пешеходов и людей с ограниченными возможностями по зрению, слуху, но и других участников движения. К ним относятся: велосипедисты, мамы с колясками, люди, движущиеся на инвалидных устройствах со скоростью пешехода и выше скорости пешехода. Организация транспортного движения в городах должна обеспечивать надлежащее гигиеническое состояние окружающей среды, что особенно важно для центральных зон исторических городов, отличающихся чрезмерной концентрацией транспортных средств и пешеходов.

Анализу подвергались следующие параметры: скоростной режим дорожного движения на конкретной магистрали, количество и ширина полос проезжей части, наличие или отсутствие парковочных мест вдоль магистрали, зеленых полос, как одного из средств безопасного разделения транспорта и пешеходов [1, 2, 3, 4]. А также ширина тротуаров, возможность организации выделенной полосы для движения велосипедистов и других мало мобильных участников движения [5, 6].

В результате анализа каждой из территорий авторами выявлены следующие приемы и средства организации.

Улица Мира

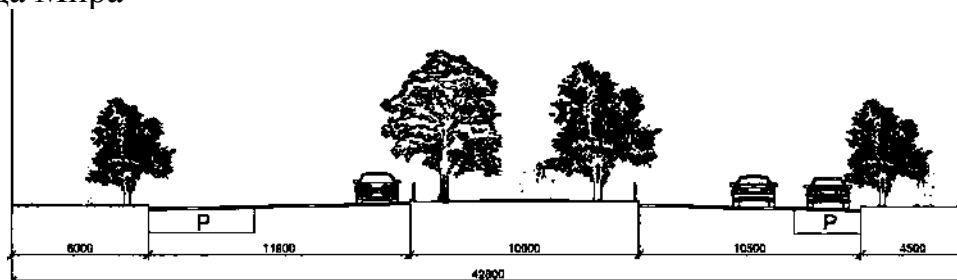


Рис. 1. Участок дорожного профиля №1 в границах ул. Лермонтова и пр. Победы

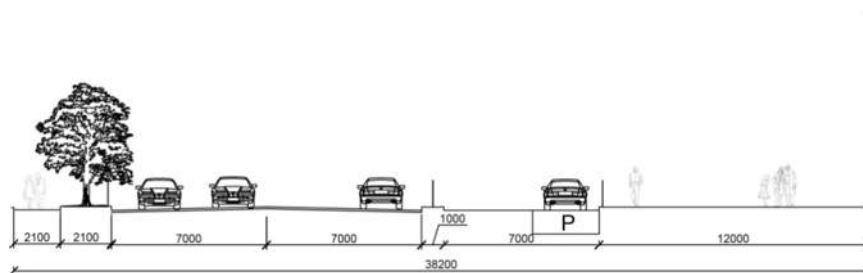


Рис. 2. Участок дорожного профиля №2 в границах улиц Чехова и Октябрьская протяженностью 150 м

- Участок дорожного профиля №1 в границах улиц Лермонтова и пр. Победы.

Данный дорожный профиль обеспечивает необходимое разделение транспортных и пешеходных потоков за счет наличия широких тротуаров, полосы для параллельной парковки и полосы озеленения.

- Участок дорожного профиля №2 в границах улиц Чехова и Октябрьская протяженностью 150м.

Данный дорожный профиль частично соответствует современным требованиям разделения потоков транспорта и пешеходов. Частично разделение обеспечивается с помощью забора между проезжей частью и тротуаром, что не соответствует современным тенденциям в разделении потоков.

Улица Ярославская.

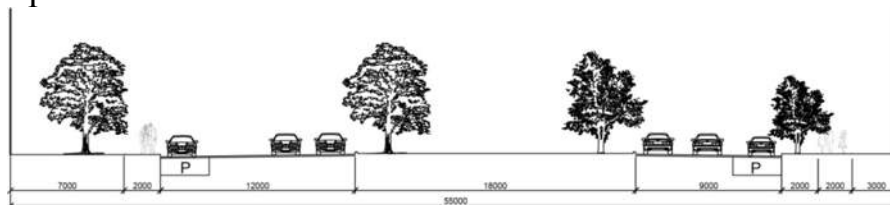


Рис. 3. Участок дорожного профиля №1 в границах улиц Ленинградская и Возрождения

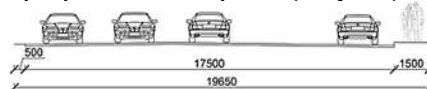


Рис. 4. Участок дорожного профиля №2 в границах улицы Возрождения и Пошехонского шоссе

- Участок дорожного профиля №1 в границах улиц Ленинградская и Возрождения.

Данный дорожный профиль обеспечивает необходимое разделение транспортных и пешеходных потоков за счет наличия широких тротуаров, полосы для параллельной парковки и полосы озеленения (с одной стороны).

- Участок дорожного профиля №2 в пределах улиц Возрождения и Пошехонское шоссе.

Данный дорожный профиль не соответствует современным требованиям разделения потоков транспорта и пешеходов (отсутствие разделительных полос и полос озеленения между потоком транспорта и пешеходами, отсутствие тротуара на одной из сторон улицы).

Улица Панкратова

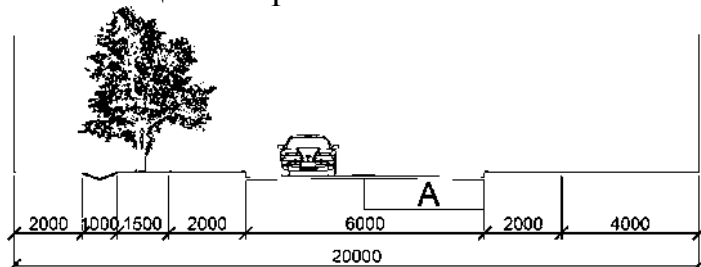


Рис. 5. Участок дорожного профиля №1 в границах улиц Южакова и Щетинина

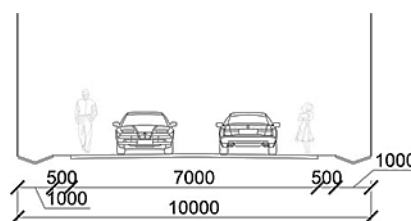


Рис. 6. Участок дорожного профиля №2 в границах улиц Гончарная и Южакова

- Участок дорожного профиля №1 в пределах улиц Южакова и Щетинина.

Данный дорожный профиль не соответствует современным требованиям разделения потоков транспорта и пешеходов (отсутствие разделительных полос и полос озеленения между потоком транспорта и пешеходами).

- Участок дорожного профиля №2 в пределах улиц Гончарная и Южакова.

Данный дорожный профиль не соответствует российским нормам магистральных улиц районного значения (отсутствие тротуаров, отсутствие разделительных полос и полос озеленения между потоками транспорта и пешеходами, отсутствие системы водостока (наличие канав)).

Улица Южакова

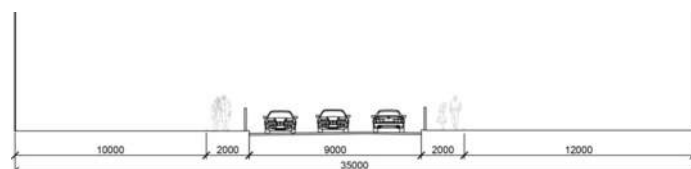


Рис. 7. Участок дорожного профиля №1 в границах улиц Гончарная и Солодунова

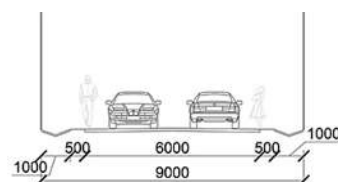


Рис. 8. Участок дорожного профиля №2 в границах улиц Панкратова и Гагарина

- Участок дорожного профиля №1 в границах улиц Гончарная и Солодунова.

Данный дорожный профиль частично соответствует современным требованиям разделения потоков транспорта и пешеходов, но требует доработки (добавление полосы озеленения)

- Участок дорожного профиля №2 в границах улиц Панкратова и Гагарина.

Данный дорожный профиль не соответствует российским нормам улиц местного значения (отсутствие тротуаров, отсутствие разделительных полос и полос озеленения между потоками транспорта и пешеходами, отсутствие системы водостока (наличие канав)).

Теоретические исследования показывают, что наиболее безопасными способами отделения пешеходного потока от проезжей части являются: парковочные места, отделяющие пешехода от движущегося транспорта, выделенная полоса для общественного транспорта, велодорожка, идущая между пешеходом и проезжей частью, полоса озеленения, ограждения.

Таким образом, можно сделать вывод, что часть участков улиц города Вологды не соответствует требованиям безопасной организации движения всех участников движения и требует реконструктивных мероприятий.

Проектное задание на реконструкцию магистральных улиц общегородского значения содержит следующие позиции:

Разделение территории на зоны транзитного движения пешеходов (4 м.), велосипедистов(2м.) и зоны отдыха. Полосу для движения велосипедистов предусмотреть между полосой параллельной парковки и полосой озеленения, там где позволяет ширина в красных линиях. Предусмотреть отделение велодорожки от полосы парковки с помощью столбиков или разделительной полосы. Предусмотреть места расстановки возможных малых архитектурных форм.

1. Установка эстетичных ограждений.
2. Выделение крайних полос для общественного транспорта на магистральных улицах городского значения.
3. Обновление дорожного покрытия обеспечивающего разделение потоков с помощью различных материалов мощения.
4. Создание полос озеленения там, где они отсутствуют.

Проектное задание на реконструкцию магистральных улиц районного значения:

1. Разделение территории на зоны транзитного движения пешеходов (2,25 м.) и велосипедистов(1,5 м.) там, где позволяет ширина в красных линиях. Выделение велодорожки и проезжей части с помощью столбиков или разделительной полосы.

2. Устройство тротуаров на всех участках улиц.
3. Создание эффективной и современной системы водостока.
4. Обновление дорожного покрытия предусматривающего разделение потоков с помощью различных материалов мощения.

Проектное задание на реконструкцию улиц местного значения:

1. Разделение территории на зоны транзитного движения пешеходов(2 м.) и велосипедистов(1,5 м.) там, где позволяет ширина в красных линиях. Пре-

дусмотреть отделение велодорожки от проезжей части с помощью столбиков или разделительной полосы.

2. Устройство тротуаров на участках улицы там, где они отсутствуют.

3. Создание эффективной и современной системы водостока.

1. СП 42.13330.2016 Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89

2. СНиП II-К.3-62 Улицы, дороги и площади населенных мест. нормы проектирования.

3. Вучек Вукан . Р. Транспорт в городах удобных для жизни / Вукан Р. Вучек под ред. Маяцкий М. – М.: Территория будущего, 2011.

4. Блинки М.Я., Решетова Е.М. Безопасность дорожного движения. История вопроса, международный опыт, базовые ситуации / М.Я. Блинкин, Е.М. Решетова. – М.: издательский дом ВШЭ, 2013.

5. Анисимова Л.В. Городской ландшафт. Социально-экологические аспекты проектирования / Л.В. Анисимова. – Вологда: ВоГТУ, 2002.

6. Глазычев В.Л. Городская среда. Технология развития: настольная книга / В.Л. Глазычев. – М.: издательство Лады, 1995.

МЕТОДИКА ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТНОЙ ИДЕНТИЧНОСТИ МАЛОГО ИСТОРИЧЕСКОГО ГОРОДА

Д.В. Подсосенная

Научный руководитель Л.В. Анисимова, канд. архитектуры, профессор

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Малые исторические города, являются носителями аутентичной культуры народа и его истории. Однако, к современным проблемам малых исторических городов, следует отнести миграцию трудоспособного населения, слабо развитую социальную и культурную жизнь, низкий уровень инженерной инфраструктуры, ограниченность экономической базы, отсталость в технологии промышленных предприятий, высокий уровень износа основных фондов, безработица [1].

Целью исследования является разработка методики повышения конкурентной идентичности малого исторического города путем комплексной регенерации городской среды на примере Белозерска. Исследованием проблем конкурентной идентичности малых исторических городов России и поиском путей решения занимались: А.Е. Енин, С.Х. Исмагилова, Е.А. Залетова, Н. В. Барабошина, Н. Е. Андреева, А. И. Богатырёв, И. Г. Зеленцова, И. В. Василенко, С.О. Кудрякова, И.А.Медведева, М.Н. Гадлевская.

Новизна научного исследования заключается в предложении поэтапной методики регенерации среды и разработки сценариев историко-культурного и событийного туризма на основе кластерного подхода.

Белозерск – малый исторический город, один из древнейших в России, основан в 862 году. Город пережил периоды рассвета и деградации. Сегодня это районный центр с населением 9000 жителей, за последние 20 лет численность упала на 3200 жителей. В 15-16веке крупный торгово-купеческий центр, через который проходит водный транзитный путь, связывающий Север и Юг России. С изменением транспортного сообщения город лишился источников финансирования, оказавшись в стороне от железной дороги и транзитных автомобильных трасс.

Белозерск полностью сохранил историко-культурный ландшафт в неизменном виде, традиционный уклад жизни, самобытный характер, природное окружение, сомасштабную человеку городскую среду. Город обладает большим культурно-историческим потенциалом, внесен в перечень исторических поселений России. Здесь сосредоточено 6 объектов культурного наследия федерального значения, среди них уникальный фортификационный объект - Белозерский вал, построенный в 15в. при Иване III [3]. Также имеется 46 объектов культурного наследия регионального значения (ОКН), 1 ОКН археологии, 1 выявленный ОКН. Большой вклад в развитие города внесло купеческое сословие. Многие объекты были построены в период 19-20вв., которые до сегодняшнего дня сохранились в неизменном виде. В Белозерске раньше находилось 17 церквей, действующими являются 4. Спасо-Преображенский собор (17 в.) и Успенская церковь (16в.), обладают уникальными деревянными иконостасами, работы белозерских мастеров. В 20 веке Белозерск становится съемочной площадкой фильма «Калина красная».

Однако, этот ценный историко-культурный потенциал города, привлекающий интерес туристов, не эффективен в условиях не конкурентного сервиса, низких стандартов обслуживающей инфраструктуры, типового благоустройства территории, отсутствия координации между органами управления, туристическими компаниями, горожанами и бизнесом[2].

Автором предложена методика повышения конкурентной идентичности города Белозерска, содержащая несколько стадий:

- 1) определение культурно-исторического потенциала города и направления развития идентичности Белозерска;
- 2) выявление зон активности в использовании территории;
- 3) формирование туристических кластеров города;
- 4) разработка этапов освоения территории.

С помощью ментального картографирования, а также исследования туристического потенциала города Белозерска были выявлены границы территориального ядра города, вложения первичных средств в развитие которого позволит получить наибольший эффект. Концентрация усилий и необходимость

развития этого городского ядра в первую очередь позволит создать максимальный социальный и экономический эффект [3], [4]. В отсутствии федерального и областного финансирования, горожане осознают необходимость поиска внутренних резервов. Имеющийся историко-культурный потенциал, является бесценным достоянием и уникальным ресурсом города, который может стать источником инвестиций, при условии правильного использования. Для реализации программы повышения конкурентной идентичности города предлагается создать 4 туристических кластера, раскрывающих особую неповторимость Белозерска. Управляющей компанией туристических кластеров является информационно-туристический центр, со своими подразделениями. Данные организации разрабатывают и вводят стандарты качества предоставляемых туристических услуг. Требования к стандартам качества распространяются на ресторанный и гостиничный бизнес, сервисы гостеприимства, уровень квалификации экскурсоводов и музейных работников, выставочные экспонаты, а также на познавательно-развлекательные сервисы. Определяется целевая аудитория, на которую ориентированы музейно-экскурсионная, развлекательно-познавательная и сервисная деятельность в рамках одного кластера.

Кластер «Белозерск древний». Целевая аудитория: семьи с детьми, младшие школьники, подростки, люди зрелого возраста, иностранные туристы. Данный маршрут знакомит нас с городом на период 15 века. Это границы древнего городища внутри земляного вала, с частичной реконструкцией древнего быта (музеи охоты, рыбалки), реконструкции оборонительных сооружений.

Кластер «Белозерск купеческий». Целевая аудитория: молодые активные предприниматели, подростки, старшие школьники, активные пенсионеры, иностранные туристы, бизнесмены, люди, интересующиеся традиционными производствами. Туристы погружаются в купеческую атмосферу города периода 19 в.- начала 20 в. Воссоздается атмосфера и обстановка бывших купеческих домов, торговых лавок, традиционных мануфактур, воспроизводящих продукцию ручного изготовления.

Кластер «Белозерск кинематографический». Целевая аудитория: творческая молодежь, публика, ностальгирующая по фильму «Калина красная», кинематографическая элита, профессионалы кино-цеха. Маршрут прокладывается по местам съемок фильма-покаяния Василия Шукшина «Калина красная». Воссоздаются декорации, особая атмосфера съемок, восстанавливаются интерьеры кафе и клуба 60-ых годов XX века.

Кластер «Белозерск духовный». Целевая аудитория: паломники и исследователи православной культуры, иностранные туристы, реставраторы, искусствоведы. В восстановленных и отреставрированных храмах, переданных епархии возобновляются службы. Храмы становятся местами духовного паломничества, одновременно сохраняя и восстанавливая музейные экспонаты.

Процесс регенерации городской среды происходит поэтапно, с привлечением разных групп участников и различных способов финансирования.

Первый этап – самоорганизация населения.

На данном этапе происходит активация инициатив местных жителей. Организуются лекции по стимулированию предпринимательской деятельности в сегменте малого бизнеса, поддерживаются частные инициативы в сфере гостеприимства (гостевые дома, комнаты, хостелы). Проводятся субботники по расчистке общественных пространств, активизация местных жителей для создания точек роста городской среды (малые формы, места для общения, игровые устройства).

Регулирование качества услуг формируется через конкурирование торгово-ремесленных площадок с местной снедью, и уникальными местными производствами. Аренда объектов недвижимости, не имеющих исторической ценности и пустующих в настоящее время. Открытие информационно-туристического центра [5].

Второй этап – внедрение государственно-частного партнерства. Аккумуляция средств.

На этом этапе вводятся новые объекты туристической деятельности такие как ремесленный городок, частные музеи быта, водные маршруты вдоль канала, реконструкция и ввод в эксплуатацию гостиниц разного класса, регулирование качества услуг питания, благоустройство общественных пространств города, расширение торговых рядов. Ремесленный городок позволит увеличить интерес к территории внутри городского вала. Частные музеи «дом купчихи Сераго», литературная кофейня, музей «Русская изба» позволят реализовать программу презентаций и дегустации продукции, основанной на традиционных ручных технологиях.

Третий этап – дифференциация исторического центра Белозерска на территории специализированных туристических кластеров. Аккумуляция средств с частичным вложением. В кластере «Белозерск древний» открытие ресторана национальной кухни, event холла, парка «Душа Белозерья», благоустройство входной зоны в Белозерское городище. В кластере «Белозерск купеческий»: открытие мануфактуры по изготовлению аутентичной продукции, реконструкция здания и территории информационно-туристического центра ревитализация торговых рядов. Приспособление купеческих домов для создания: музея-ресторана, музея-гостиницы музея-театра и театрального двора. В кластере «Белозерск духовный»: реставрация храма Рождества Иоанна Предтечи, построенного по проекту Баженова. Консервация Пятницкой и Покровской церкви, а также руин храма Спаса на горе. В кластере «Белозерск кинематографический»: реконструкция кинотеатра «Балтика».

Четвертый этап.

Строительство причала станет важным элементом для выхода туристической сферы города на международный уровень, за счет аккумулированных средств и государственной поддержки. Белозерск войдет в состав городов в маршруте «серебряное ожерелье России». Одновременно запускается благо-

устройство рекреационных зон: пляж и бечевник, что повысит привлекательность городской среды. Благоустройство общественных пространств центра, которые являются связующими элементами в городской ткани и служат для отдыха, общения, развлечений местных жителей и туристов. В кластере «Белозерск купеческий» открытие дома-музея купца Калинина, Манина, музея «игры и забавы». Расширение мануфактурного производства согласно исторической локации тех или иных видов деятельности в купеческих семьях. В кластере «Белозерск духовный»: реставрация Богоявленской и Успенской церкви, консервация фундамента храма Василия Великого.

Таким образом, регенерацию исторической городской среды необходимо проводить поэтапно, привлекая как можно больше представителей социальных групп: местные жители, муниципалитет, предприниматели. Повышение конкурентной идентичности городской среды реализуется в рамках кластерного подхода. Эффективность реализации программы по развитию туристического брендинга города Белозерска зависит от взаимодействия подразделений туристических кластеров между собой и информационно-туристическим центром, администрацией города, городским сообществом.

1. Кудрякова, С.О. Проблемы развития малых исторических городов России и пути их решения / С.О. Кудрякова // Сервис в России иза рубежом. – 2012. – № 8 (35). – С. 53-60.

2. Анисимова Л.В. Методические основы регенерации исторической городской среды: учебное пособие / Л.В. Анисимова, Л.Ю. Анисимов, Е.Н. Титоренко, В.Ю. Анисимов. – Вологда, ВоГУ, 2017. – 97с.

3. Подсосенная, Д.В. Исторический город в представлении местных жителей. Ментальное картографирование в малом городе /Д.В. Подсосенная, Л.В. Анисимова// Актуальные проблемы архитектуры и дизайна материалы Всерос. науч. конф. с межд. уч., 26-29 сент. 2017г. / УрГАХУ. – Екатеринбург, 2017. – С. 345-350.

4. Подсосенная, Д.В. Исследование туристического потенциала города Белозерска / Д.В. Подсосенная, Л.В. Анисимова // Архитектура и архитектурная среда: вопросы исторического и современного развития: материалы межд. науч.-практ. конф., 22-23 апр. 2017г. / ТИУ. – Тюмень, 2017. – С. 288-295.

5. Богатырь Т.В. Бизнес. Формирование стратегии развития региона в сфере туризма / Т.В.Богатырь, А.А. Бровилова//Наука. Образование: проблемы, перспективы, стратегии: материалы Российс. заоч. науч.-практ. конф., 26мая 2015г. / ВИБ. – Вологда, 2015. – С. 560-565.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕРРИТОРИАЛЬНО-ПРОСТРАНСТВЕННЫХ РЕЗЕРВОВ ЗАСТРОЙКИ Г. ВОЛОГДЫ

М.Е. Серова, Ю.В. Смирнова

Научный руководитель Л. В. Анисимова, канд. архитектуры, профессор

Вологодский государственный университет

г. Вологда

С каждым годом численность населения в современных городах постоянно растет. Отмечается резкий рост урбанизации населения, что в результате ведет к территориальному расползанию городов и использование сельскохозяйственных земель под строительство. Сложившаяся ситуация неблагоприятно сказывается на формировании городской ткани, ведет к социальным, экономическим, транспортным проблемам и влияет на жизнь горожан. Следовательно, необходимо рассматривать новые парадигмы освоения территорий.

В качестве стратегии пространственного развития территории передовые города мира меняют формат стратегического планирования, который существенно отличается от традиционных приемов. Одним из новых форматов перспективного планирования развития города является мастер-план, который в отличие от генерального плана предполагает методологию развития города в долгосрочной перспективе. Разработка мастер-плана предполагает соучастие жителей, координацию власти и регулирующих документов, а также ориентацию на инвестиционную привлекательность в долгосрочной перспективе [1].

Одной из проблем современных городов, в том числе и Вологды является дефицит территориальных ресурсов в центральной части города, и одновременно, неэффективное использование депрессивных участков застройки с неразвитой инфраструктурой, ветхим и аварийным жильем.

Главной целью исследования является анализ сложившейся городской территории для определения её потенциала. Поиск территориальных резервов позволит увеличить плотность, а также создаст условия для мероприятий по дальнейшей регенерации депрессивных участков.

Исследование теоретических источников, описывающих возможные стратегии развития планировочной структуры города и регенерацию исторической ткани, создают базовую основу для определения методики предпроектного анализа[2, 3, 4].

В качестве исследуемой территории был выбран участок в городе Вологде, в границах улиц Ленинградская, Октябрьская и железнодорожных путей окружной железной дороги. Методы исследования: натурное обследование территории, фотофиксация, комплексный графо-аналитический анализ по-слойных схем исследуемого участка застройки.

На первом этапе исследования были составлены аналитические схемы транспортно-коммуникационного каркаса выбранной территории. Выявлен процент свободных от застройки и открытых озелененных территорий. На втором этапе определена плотность существующей жилой застройки, отражающая нынешнюю ситуацию, а также этажность и степень её износа. Выявлены кадастровые границы и стоимость участков земли. Стоимость территории варьируется от 1500 до 14500 рублей за квадратный метр. Причем наиболее дорогие участки находятся не только вдоль магистральной улицы (ул. Ленинградской), но и вдоль улицы местного значения (ул. Кирова). Третий этап анализа посвящен изучению сложившейся социальной инфраструктуры и функциональному использованию территории. Четвертый этап предполагает анализ ПЗЗ города, а также историко-градостроительного плана. Целью этого этапа является анализ ограничений, накладываемых на функциональное использование территории, а также работу с зонами объектов культурного наследия. Поскольку территория не содержит объектов культурного значения, и только примыкает к кварталам исторической застройки, описание этого этапа не приводится.



*Рис. 1. Транспортная инфраструктура.
Открытые пространства общего пользования. Озеленение*

Исследование транспортно-пешеходной системы показало, что территория ограничена с севера и востока магистралями городского значения (Ленинградская, Октябрьская), с запада окружной железной дорогой (рис. 1). Жилые

улицы Кирова, Воровского и Пролетарская разбивают пространство сеткой кварталов, сопоставимой с традиционно-историческим типом Екатерининской планировки. На территории имеются участки свободные от застройки общественного пользования и участки, занятые зелеными насаждениями в виде бульваров и придомовых озелененных пространств (рис. 1). В процентном соотношении площадь застроенных территорий составляет – 43%, свободных благоустроенных – 16%, неблагоустроенных – 41%.

В результате анализа выявлено, что транспортная сеть на исследуемой территории развита достаточно плотно. Однако магистральная улица городского значения Октябрьская имеет тупиковое завершение в месте пересечения с железной дорогой. Следовательно, не имеет выхода на другие общегородские магистрали, и как следствие, на этом участке она превращена в жилую улицу. Во внутриквартальных пространствах плохо развита транспортная система внутридворовых проездов, много тупиковых путей, петель и не рационально запутанных объездов. Открытые пространства общего пользования сосредоточены в районе ул. Ленинградская и ул. Воровского. Детские площадки, расположенные на придомовых территориях находятся в неудовлетворительном состоянии. Территории зеленых насаждения рассредоточены и занимают большую площадь квартала. Неблагоустроенные территории занимают практически такую же площадь, что и благоустроенные, и могут в дальнейшем быть использованы в качестве резервов для формирования будущей застройки.



Рис. 2. Кадастровые границы территорий. Качество и этажность застройки

Анализ транспортно-пешеходной схемы показывает, что обслуживание территории общественным транспортом сосредоточено только в зоне влияния ул. Ленинградской из-за расположения там остановки, остальная часть имеет недостаточную пешеходную доступность.

Анализ этажности существующей застройки и кадастровых границ согласно кадастровой карте г. Вологды показал, что процент не размежеванных земель составляет примерно 48%. Принадлежность этих земель не удалось установить. В квартале преобладает застройка малой и средней этажности, кроме того располагаются здания повышенной этажности и многоэтажные. Ветхая и дисгармоничная застройка составляет 21% от общей площади застройки, которая включает полуразрушенные жилые здания, несанкционированно установленные гаражи и склады. Коэффициент плотности застройки FAR, на исследуемой территории составляет 0,6, BCR-0,2, что ниже нормативных данных. Нормативные данные для городской застройки BCR- 0,4-0,6, FAR- 1,2-1,6. Показатели исследуемой территории занижены в два раза. Таким образом, регенерация исследуемой территории предполагает уплотнение застройки и снос ветхих построек.



Рис. 3. Объекты инфраструктуры

Анализ объектов обслуживающей инфраструктуры, образования и воспитания, торговли и объектов культурного наследия показал, что большая часть объектов инфраструктуры, торговли и образования сосредоточены вдоль улицы Ленинградской (рис. 3). Объекты образования и воспитания

расположены согласно нормативным требованиям и покрывают радиусы доступности. Плотность насыщения объектами обслуживания неравномерна. Внутриквартальные территории, и начало ул. Пролетарской вообще не имеют инфраструктурного обслуживания. На исследуемой территории отсутствуют объекты культуры, зрелищного и развлекательного характера, а также спортивные объекты.

Наложением аналитических схем друг на друга выявлены зоны наиболее остро нуждающие в регенерации городской среды. Среди наиболее приоритетных задач по устранению недостатков исследуемой территории можно назвать следующие: большой процент дисгармоничной и ветхой застройки; низкая плотность застройки; плохо организованные открытые пространства общего пользования на внутриквартальной территории; высокий уровень шума вблизи железнодорожных путей; отсутствие объектов культуры, зрелищного и развлекательного характера; отсутствие спортивных объектов.

Для реализации программы регенерации необходимо поэтапное внесение изменений и выполнение сравнительных вариантов мастер-планов.

Один из вариантов мастер-плана предлагает увеличение плотности за счет застройки малой и средней этажности, что соответствует зоне застройки примыкающей к историческому ядру города. Освоение пустующих территорий за счет уплотнения транспортно-пешеходной структуры, разделяющей территорию на более мелкие кварталы. Размещение новых объектов обслуживания и общественных зданий вдоль железнодорожных путей позволит создать буфер между ж/д дорогой и жилыми зданиями для организации системы шумозащиты. Предполагается вынос гаражей и индивидуальных жилых домов, находящихся в разрушенном состоянии. Сохранение озелененных территорий и наполнение их функциональным содержанием.

1. Рыбчинский В. Городской конструктор. Идеи и города // StrelkaPress. Москва, – 2014. – С. 232.

2. Анисимова Л.В. Методические основы регенерации исторической городской среды: учебное пособие / Л.В. Анисимова, Л.Ю. Анисимов, Е.Н. Титоренко, В.Ю. Анисимов: под ред. Л.В. Анисимовой; Мин-во обр. и науки РФ; Вологод. гос. ун-т. – Вологда: ВоГУ, 2017. – 97 с.

3. Джекобс Д. Смерть и жизнь больших американских городов // Новое издательство. Москва, 2011. – С. 460.

4. Глазычев В.Л. Городская среда. Технология развития: Настольная книга / В.Л. Глазычев. – М.: Издательство Лады, 1995.

СЦЕНАРНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ МОДУЛЬНО-БЛОЧНОГО ЖИЛЬЯ ДЛЯ УДАЛЕННЫХ РАЙОНОВ ЧУКОТКИ

А. Ю. Соловьев

*Научный руководитель К.В. Кияненко, д-р архитектуры, профессор
Вологодский государственный университет
г. Вологда*

Данная статья посвящена методике проектирования жилищ в условиях, когда конкретная территория строительства и будущие обитатели малодоступны, технологические ресурсы территории скудны, а предпроектная информация частична.

Предлагаемая стратегия проектирования и модульно-блочного строительства близка к принятым в типовом домостроении решениям. Однако, главный недостаток типовых решений – это отсутствие адресности по отношению к потребителю. Типовые решения, разработанные в Советском Союзе, могли учитывать климатические особенности региона, однако культурный контекст игнорировался. Современные веяния в архитектуре обязывают учитывать не только бытовые потребности потребителя, но и социокультурные. Недостаток информации, не позволяющий составить подробный портрет обитателя, ввиду удаленности места, компенсируется гибкостью проектных решений, которые могут быть адаптированы под местный культурный контекст.

Цель исследования: создание методики проектирования для удаленных регионов, учитывающей культурные особенности традиционного жилища народов Севера и современные потребности жителей.

Задачи: изучить природный, социальный, культурный, экономический, технологический контекст проектирования; изучить теоретические и методические основы удалённого сценарного проектирования; выработать предложение по проектной системе для условий Чукотки (пос. Лаврентия).

Методы исследования: анализ литературных источников, данных об очередниках муниципалитета, данных маркетингового исследования, фото и видеоматериалов.

Полигоном для апробации авторских исследований был выбран пос. Лаврентия Чукотского АО. Под *сценарным проектированием* подразумевается поэтапное развитие жилья. Автор создает определенный набор стартовых модулей, которые доставляются на место, а варианты дальнейшего развития определяются жильцом при помощи инструментов предложенных автором, или с применением местных строительных технологий. Выбор стратегии сценарного проектирования связан с территориальной удаленностью данного региона и плохой транспортной доступностью. Кроме того регион проектирования обладает экстремальными климатическими условиями. Территория находится за северным полярным кругом, климат морской, высокие ветровые нагрузки. Наибольшая сложность была связана с получением данных об образе жизни.

Попытки анкетирования населения не давали требуемого результата. Определенную сложность представляло составление «портрета обитателя».

Предложена концепция *растущего дома*. Под термином растущий дом автор подразумевает *стартовый модуль*, ориентированный на горожан со средним доходом, предполагающий по этапное расширение в зависимости от конкретных потребностей и материальных возможностей владельца. Расширение позволяет увеличить площадь дома, не затрагивая жилых помещений и не мешая жизни в них. [1], [2]. Модульно-блочная технология позволит решить проблемы строительства в условиях экстремально-низких температур и скудности ресурсной базы региона.

Были выделены основные факторы, влияющие на поэтапное строительство и последующую адаптацию базовой жилой модели:

- 1) социально-демографические;
- 2) социально-культурные;
- 3) индивидуально-психологические.

Матрица уровней проектирования, представленная на рис., демонстрирует предлагаемую автором модель поэтапного формирования жилья.

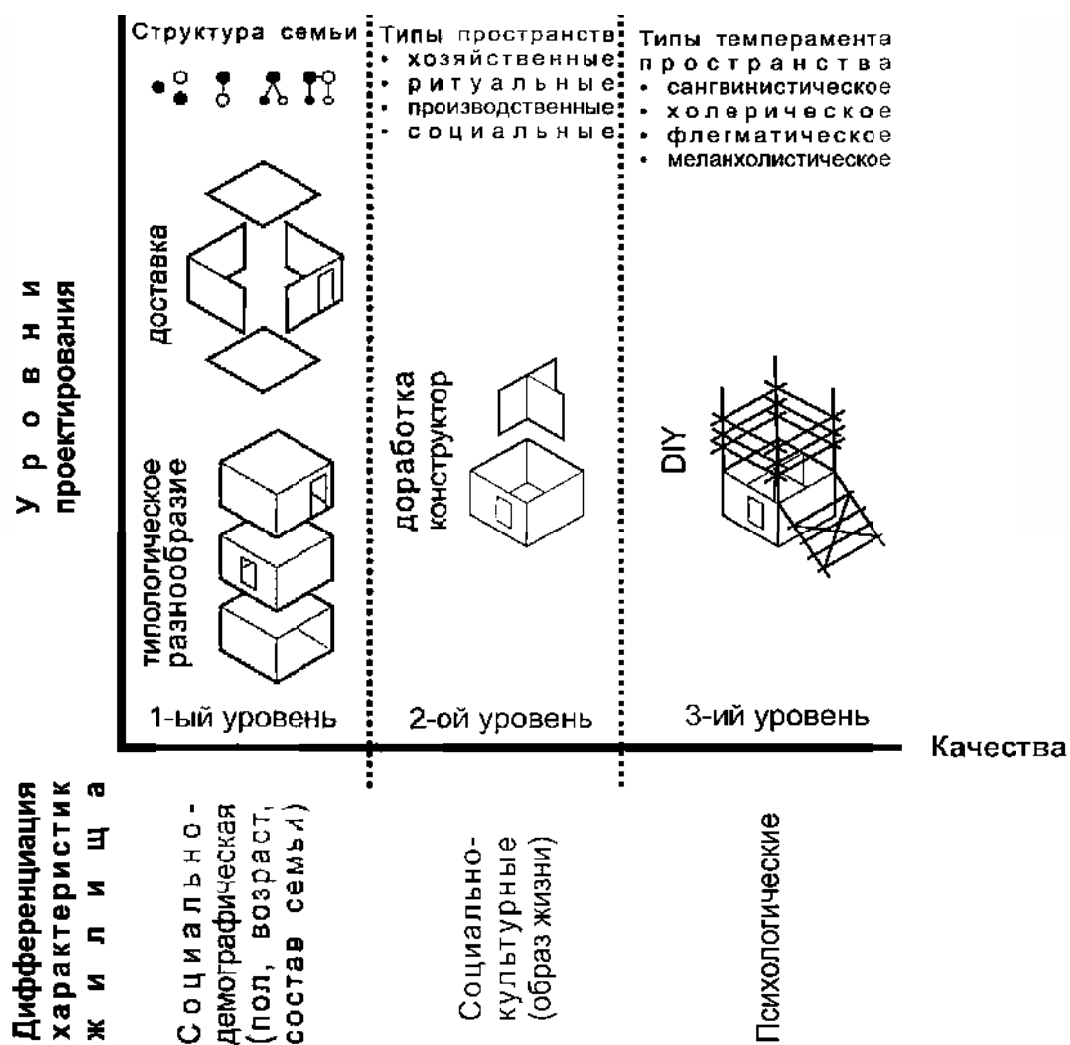


Рис. Матрица уровней проектирования

Первый уровень предполагает проектную разработку, изготовление «на материке» и удаленный заказ требуемых жилых модулей. Заказчик закупает необходимые детали, которые впоследствии собираются на месте в готовые модули. Территория под строительство закрепляется установкой фундамента.

Проектирование на данном этапе опирается на социально-демографические показатели и определяет общую площадь жилищ. В секторе социального жилья площадь определяется как нормативно требуемая, в коммерческом секторе – финансовыми возможностями обитателя. Сравнительный анализ экономических возможностей населения Чукотки и других регионов страны показал, что в социальном секторе находится до 80% процентов домохозяйств.

Был проведен демографический анализ структуры семей, стоящих в очереди на получение социального жилья. Это молодые семьи – участники подпрограммы «Содействие в обеспечении жильем молодых семей» – и многодетные семьи государственной программы «Развитие образования, культуры, спорта, туризма и молодежной политики Чукотского автономного округа на 2016-2020 годы» [3]. Данные о спросе на коммерческое жилье были получены из удалённого анализа рынка.

Второй уровень подразумевает возможность доработки модели на месте при помощи дополнительных конструктивных элементов – конструкторов. Так как типовое строительство носит унифицированный характер, требуется возможность адаптация базового модуля с учётом образа жизни обитателя. Исторический анализ эволюции типологии жилья Чукотки, показал, что массовое капитальное строительство, начавшееся в 50-х годах XX в. изменило привычный образ жизни. Из планировки жилья исчезли важные хозяйственно-бытовые, производственные, коммуникативные процессы, которые объединяли традиционные домохозяйства [4]. Для коренного населения Чукотки традиционными элементами быта являются совместная деятельность по добыче и переработке основных продуктов питания, а также коллективная собственность в суровых климатических условиях. В бытовой и производственной сферах такими объектами являлись зоны подготовки традиционных продуктов питания, мастерские традиционных ремесел, ритуальные пространства. Адаптация типовых модулей позволяет модифицировать и создать необходимые условия обитания.

Третий уровень предполагает возможность достройки основы, возведённой на государственную дотацию, силами жильцов с использованием местных материалов. Жители смогут сами модифицировать, развивать свое жилье, реализуя собственные замыслы, выходящие за пределы сценария, заложенного архитектором, который не может знать всех тонкостей местного культурного контекста [5].

Процессы эволюции среды обитания человека немыслимы без симбиоза приспособляемости людей и приспособляемости объектов архитектуры [6]. Симбиоз достигается путем принципа модульности, вариабельности и роста, средствами служат гибкая планировок и транспортируемость жилья. Автором предлагается специальный инструмент проектирования – *сценарная книга*, которая описывает различные варианты развития жилья для обитателя,

количества и компоновки модулей, разделения помещений перегородками, уточнения оконных и дверных проемов. Все эти процессы могут осуществляться на стадии предзаказа. После доставки модулей и монтажа, обитатель может своими силами с использованием традиционного опыта строительства наделить архитектуру аутентичными чертами. Такой подход позволяет создавать психологически комфортную среду. Данный метод используется автором для проектирования жилья на Чукотке, однако его универсальность позволяет проектировать жилье и в других регионах, где доступ к ресурсам и информации об образе жизни местного населения ограничен.

1. Бударин, Е.Л. Совершенствование архитектурных решений индивидуального жилища в зависимости от социально-демографических условий в Ставропольском крае [Текст] / Е.Л. Бударин // Строительство и реконструкция. – 2013. – №2 (46). – С. 77-85.

2. Поломошнов, А.А. Опыт проектирования «Растущего дома»/ Материалы III Международной научной конференции студентов и молодых ученых [Текст]. – Томск: Изд-во Томский государственный архитектурно-строительный университет.– 2016.– С. 753-758.

3. Чукотский Автономный Округ [Электронный ресурс]: офиц. сайт., 2017. – Режим доступа:<http://чукотка.рф> (дата обращения: 20.10.2017)

4. Батьянова, Е. П. Народы Северо-Востока Сибири/ Е. П. Батьянова, В.А.Тураев – М.: Издательство Наука, 2010. – 808 с.

5. Исина А. З. Психологический фактор – как основа восприятия архитектурного пространства // Режим доступа: http://archvuz.ru/2011_22/55/.

6. Сапрыкина, Н.А. Основы динамического формообразования в архитектуре [Текст]: Учебник для вузов / Н.А. Сапрыкина. – М.: «Архитектура-С», 2005. – 312 с.

КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ ЗАСТРОЙКИ МИКРОРАЙОНА «ЮГО-ЗАПАДНЫЙ» В Г. ВОЛОГДЕ

Е.Г. Тимофеева

*Научный руководитель **Л.В. Анисимова**, канд. архитектуры, профессор
Вологодский государственный университет
г. Вологда*

Развитие города без расширения его границ – является чрезвычайно актуальной задачей при реализации генеральных планов жилых образований по всему миру. Приоритетным направлением является уплотнение уже застроенных территорий, позволяющее оптимизировать распределение и использование имеющихся ресурсов, а также повышение качества городской среды и её гармонизация. Градостроительное зонирование территории является одним из основных инструментов регулирования градостроительной деятельности.

Зачастую, решение жилых территорий сводится к формальному, предписанному нормами, соблюдению санитарных разрывов и размещению минимально необходимого набора площадок. Подобное качество проектных решений не позволяет полноценно реализовать все потребности жизнедеятельности. Однако, «пространственные качества среды жилых территорий во многом зависят от социально-территориальной организации»[1].

Методом наблюдения, графо-аналитической работы, изучением нормативной документации автор исследовал один из микрорайонов в г. Вологде, сделана попытка выявления существующих проблем, влияющих на уровень качества и комфортности жилой среды. Микрорайон находится на юго-западе города и ограничивается улицами: Ленинградская, Псковская, Возрождения, Окружное шоссе. Фрагмент располагается в зоне перспективного развития инфраструктуры периферийных районов. В ближайшие годы планируется масштабное расширение жилой застройки южнее рассматриваемой территории.

Для достижения указанной цели исследования автором поставлены следующие задачи:

- определить плотность застройки территории (коэффициент плотности застройки, соответствие нормативным показателям);
- установить качество и этажность застройки;
- зафиксировать состояние транспортно-пешеходных связей жилого образования;
- выявить кадастровые границы участков и красные линии застройки;
- обозначить объекты инфраструктуры (бытовое обслуживание, образование и воспитание, торговля, спортивные объекты) и озелененные пространства;
- проанализировать совокупность полученных данных, графических схем и дать комплексную оценку существующему состоянию территории по насыщенности функциями, плотности застройки и имеющимся резервам для разработки рекомендаций по ее реновации.

При первичном подсчете технико-экономических показателей выяснилось, что плотность на территории микрорайона находится на достаточно высоком уровне, при норме – 285 чел/га, она составляет 404 чел/га.

Таблица

Результаты анализа застройки микрорайона «Юго-западный»

Показатель	Ед. изм.	
Площадь территории	га	33,4
Тип застройки		строчный, точечный
Максимальная этажность	эт.	12
Плотность застройки (BCR)		1
Коэффициент плотности застройки(FAR)		0,16
Плотность населения	чел/га	404

Анализ градостроительных регламентов позволил выявить, что действующими Правилами землепользования и застройки территория относится к категории Ж – 3 (зона застройки многоэтажными жилыми домами). На данном участке преобладает застройка строчным и точечным типами в 6-10 этажей, выполненная на основании нормативных документов: СП 42.13330.2011 «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений» (актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89*), региональные нормативы градостроительного проектирования, нормативы градостроительного проектирования муниципального образования «Город Вологда». Анализ показал соответствие режимов использования территории и функционального статуса зоны, возможность ликвидации существующей дисгармоничной застройки, способы организации объекта в рамках ограничений, налагаемых на территорию [2].

Анализ этажности показал преимущественное распространение многоэтажной и среднеэтажной застройки с включением точечных домов повышенной этажности. Границы межевания участков жилых домов и детских образовательных учреждений демонстрируют достаточно плотную структуру застройки, и отсутствие свободных и неразмечеванных земель (рис. 1).



Рис. 1. Схема анализа застройки по типу, этажности, и кадастровым границам

Анализ системы транспортно-пешеходных связей показал, что территория находится в хорошей транспортной доступности и имеет непосредственную связь с центром города. Улицы Ленинградская и Окружное шоссе являются магистральными улицами городского значения и предоставляют высокую пропускную способность для разного вида транспорта. Это негативно сказывается в виде частых пробок, а также шума, пыли и грязи. Псковская и Возрождения – улицы местного значения, предоставляющие проезд для легкового и обслуживающего транспорта к магистральным улицам. Район обеспечивают три остановки общественного транспорта, находящиеся на улицах Псковская, Ленинградская, Окружное шоссе в радиусе пешеходной доступности. Система проездов к объектам инфраструктурного наполнения и жилым домам обеспечивает полноценный доступ к ним (рис. 2).

Общественная инфраструктура района представлена в основном встроенными коммерческими помещениями в жилых зданиях, временными розничными магазинами, шиномонтажными сервисами, вкраплениями физкультурно-оздоровительной составляющей. Концентрация торгово-развлекательной функции сосредоточена вдоль магистралей городского и районного значения. Размещение объектов образования и воспитания соответствует нормативным требованиям. К недостаткам общественного обслуживания можно отнести отсутствие здесь развлекательных и зрелищных сооружений (рис. 2).

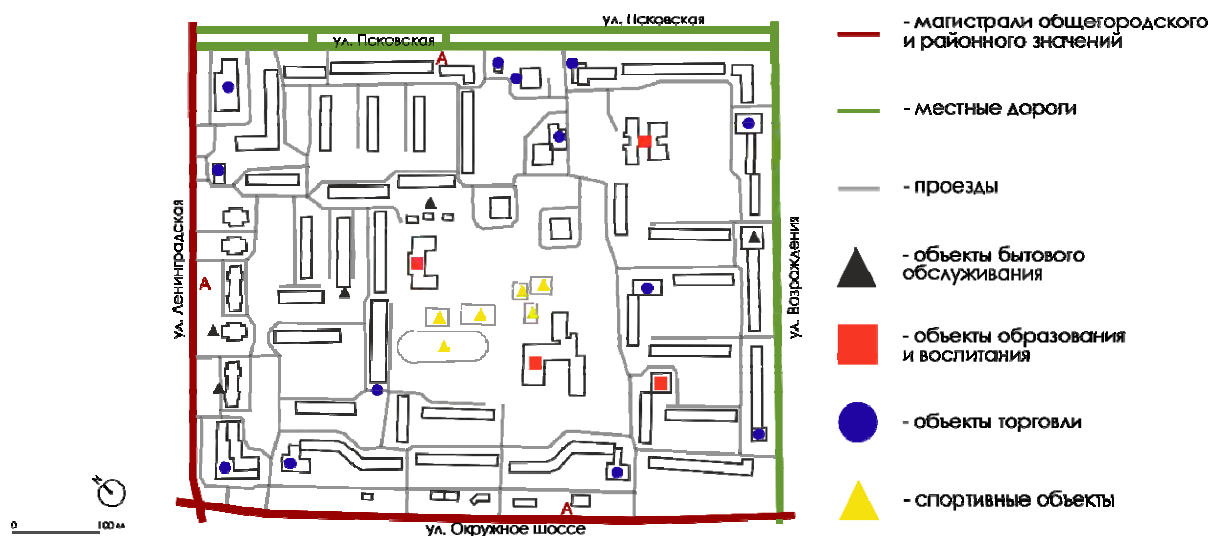


Рис. 2. Схема анализа застройки по объектам инфраструктуры и транспортно-пешеходная ситуация

Участок располагается на сложном рельефе со множеством перепадов. Зелененные пространства представлены в основном полисадниками и лужайками внутри дворов жилых домов, озеленением вокруг детских садов и школы, а также заросшим старым фундаментом на месте строительства жилого здания (рис. 3).

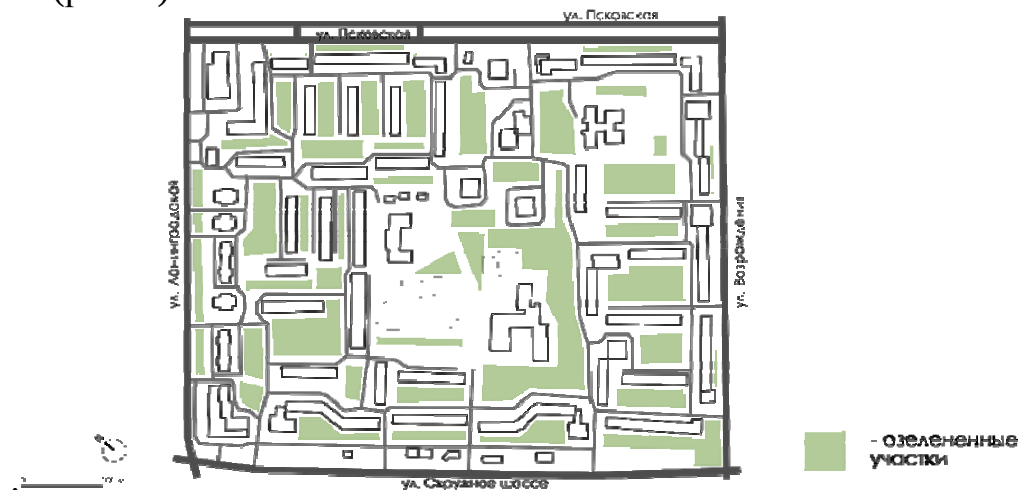


Рис. 3. Схема анализа застройки по озелененным пространствам

В результате наложения карт можно определить преимущества рассматриваемой территории: высокая плотность населения, хорошая транспортная доступность на уровне района, многообразие видов и маршрутов общественного транспорта, богатство зеленых ресурсов. Однако, натурные обследования территории и фотофиксация жилых дворовых зон демонстрируют плохую освоенность территорий, большое количество пустующих, не имеющих функционального назначения территорий, слабую пешеходную связь участков жилой застройки, а также безлюдность и пустынную дворовых пространств.

Жилая среда в районе характеризуется завышенным крупным масштабом застройки, отсутствием ориентиров и архитектурного разнообразия. Нет общественных открытых пространств, являющихся центрами притяжения населения, некачественная пешеходная среда. Жилые дворы не имеют замкнутого контура, позволяющего обеспечить безопасность и контролируемость пространства. Существует потребность в организации мест для социального общения горожанина, открытых территориях общего пользования.

Таким образом, не смотря на соблюдение всех количественных показателей и соответствие застройки градостроительному СНИПу, качественные показатели организации жизни населения не соответствуют современным требованиям. Возникает потребность в регенерации жилой среды и обеспечение пространственно-функционального разнообразия путем формирования различных по степени приватности пространств.

1. Анисимова Л.В. Городской ландшафт. Социально-экологические аспекты проектирования / Л.В. Анисимова: Учеб. пособие. – Вологда: ВоГТУ, 2002, С.75-76.

2. СП 42.13330.2011 Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. – М., 2011.

3. Лимонов Л. Э., Батчаев А. Р., Березин М. П. и др. Т. 1: Региональная экономика. Теория, модели и методы. / Л.Э. Лимонов, А.Р. Батчаев, М.П. Березин, и др. – М.: ЮРАЙТ, 2014.

Секция «МЕХАНИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ»

ПРОБЛЕМА ОЦЕНКИ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ И НАДЕЖНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

М.М. Абашева

Научный руководитель О.В. Ярыгина, канд. техн. наук, доцент

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Вопросы обеспечения безопасности зданий и сооружений являются в настоящее время одними из наиболее актуальных и важнейших задач государственной политики в области безопасности. Перед строителями России и других стран остро стоит проблема по разработке методов и методик расчетов безопасности зданий и сооружений, а также отдельных несущих элементов.

Несущая способность – это свойство конструкции воспринимать, передавать и распределять нагрузку на другие конструкции с гарантированной обеспеченностью безотказной работы или внутреннее сопротивление несущих элементов. Мерой несущей способности является максимальная сила или внешняя нагрузка, которую может выдержать конструкция, не разрушаясь и не приводящая к предельным значениям деформаций или перемещений (по условию жесткости). [1]

Несущая способность конструкций определяется экспериментальными (разрушающими и неразрушающими) и теоретическими методами с использованием информации о свойствах и качествах входных параметров и параметров системы, например о характере и значениях воздействий, физико-механических свойствах материалов, расчетных схемах систем и т.д.

Для эксплуатируемых конструкций большой практический интерес представляют неразрушающие методы. Выявленная несущая способность эксплуатируемых конструкций называется остаточной. Она позволяет установить значение безопасной нагрузки на конструкцию, оценить надежность несущих элементов или выявить резерв прочности и остаточного ресурса.

Теория надежности устанавливает закономерности возникновения отказов элементов в составе конструкций и конструкций в целом как сложных механических систем, а так же разрабатывает методы их прогнозирования; ищет способы повышения надежности механических систем на стадии проектирования, изготовления и эксплуатации, как основных показателей качества строительной продукции.

Понятие «надежность» используется во всех сферах деятельности человека – в науке, технике, медицине, быту и т.д. Под надежностью конструкций

понимается свойство конструкции выполнять заданные функции, сохраняя во времени значения эксплуатационных показателей в пределах, установленных ГОСТ 27751-2014. [2]

В последнее время ряд крушений и аварий строительных объектов, а также наши и зарубежные достижения в науке о надежности, остро поставили перед строителями России проблему по разработке методик и внедрения их в практику для таких важнейших показателей качества строительной конструкции как надежность и живучесть на стадии проектирования, изготовления и эксплуатации конструкций.

Определение надежности является важной и сложной задачей. Сложность анализа надежности конструкций и систем состоит в многочисленности факторов случайной природы, в их индивидуальности и многофункциональности. В расчетах надежности строительных конструкций исходят из того, что все воздействия на конструкцию (входные параметры), все прочностные, геометрические, деформационные и физические характеристики (параметры системы) представляют собой случайные величины, изменяющиеся во времени. В результате их взаимодействия входные параметры (реакции) системы также являются случайными. В связи с этим расчеты конструкций с учетом неопределенностей усложняются по сравнению с расчетами при детерминированных параметрах и ответы во многом зависят не только от точности методов расчета, но и от той изменчивости, которой обладают входные параметры и параметры системы.

Для определения надежности необходима следующая информация:

- математическая модель предельного состояния;
- функции распределения параметров математической модели предельного состояния;
- значения параметров этих функций распределений;
- зависимость/независимость между параметрами модели.

Если перечисленная информация предоставлена, то применяем вероятностные методы расчета надежности.

На практике по разным причинам в результатах обследования и испытания конструкций и зданий в целом эти условия не выполняются. В этом случае предлагается использовать следующие методы, перечисленные ниже

Возможностный подход.

Основой теории возможностей является понятие нечеткой переменной. Как и случайная величина, нечеткая переменная $\tilde{X}$ характеризуется функцией распределения возможностей (ФРВоз) $\pi_x(x)$, которая ограничивает возможные значения $\tilde{X}$. Мерой нечеткой переменной $\tilde{X}$ одновременно служат возможность R и необходимость N реализации того или иного значения. [3]

Комбинированный подход.

Применяется для математических моделей предельных состояний, которые содержат одновременно случайные величины и нечеткие переменные с

целью расширения области использования формул А.Р. Ржаницына и повышения информативности результатов расчета надежности. [3]

Метод расчета надежности несущих конструкций с использованием распределений, полученных на основе неравенства Чебышева.

Основная идея расчета надежности в этом случае заключается в том, что имея выборочные значения математического ожидания и дисперсии параметров конструкции, на основе неравенства Чебышева можно построить границы для всех возможных распределений вероятностей, согласованных с имеющимися статистическими параметрами. Главной особенностью этого метода является отсутствие ограничений на вид функций распределения вероятностей. Предполагая, что «истинное» распределение вероятностей параметра, определяющего надежность любой конструкции, неизвестно, но находится в некоторых границах, на основе выражений для функции предельного состояния можно определить границы для неизвестной надежности всей конструкции. [3]

Метод расчета надежности несущих конструкций с использованием усеченного интервального распределения вероятностей.

Данный метод применяется при ограниченной статистической информации о параметрах математической модели предельного состояния в виде среднего значения и точных границ изменчивости. [3]

Выводы.

1. Вероятностно-статистические методы для оценки надежности строительных конструкций исторически получили наибольшее применение, но для их использования должна иметься полная статистическая информация о базовых параметрах в математической модели предельного состояния;

2. Теория возможностей применяется тогда, когда вероятностная модель труднореализуемая, а возможностная модель дает удовлетворительные результаты.

3. В ситуациях, когда одни базовые параметры в математической модели предельного состояния по имеющейся статистической информации относятся к нечетким переменным, а другие – к случайным величинам, предлагается использовать комбинированный метод расчета надежности. Благодаря этому удастся повысить информативность получаемого результата в расчетах надежности конструкций.

4. Метод расчета надежности несущих конструкций с использованием распределений, полученных на основе неравенства Чебышева применяется при ограниченной информации о параметрах математической модели предельного состояния в виде среднего значения и среднего квадратического отклонения.

5. Методы расчета надежности несущих конструкций на основе усеченного интервального распределения применяются при неполной информации о параметрах модели предельного состояния в виде: среднего значения и точных границ их изменчивости.

6. Выбор метода расчета надежности строительных конструкций зависит от полноты или неполноты статистической информации о параметрах в мат. модели предельного состояния.

1. Уткин, В.С. Неразрушающие методы определения несущей способности строительных конструкций: учеб. пособ. / В.С. Уткин, Л.В. Уткин. – Вологда: ВоГТУ, 1996. – 80 с.

2. ГОСТ 27751-2014. Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения и требования. – Введ. 2015-07-01. – М.: Стандартинформ, 2015. – 13 с.

3. Уткин, В.С. Сборник задач по расчетам надежности строительных конструкций : учебное пособие / В.С.Уткин, О.В. Ярыгина – Вологда: ВоГУ, 2015. – 83 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ФОТОГРАФИЧЕСКОГО СПОСОБА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЫСОТЫ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

А.М. Анущенко

Нижегородский государственный
архитектурно-строительный университет
г. Нижний Новгород

Использование цифровых фотоаппаратов в сочетании с компьютерными программами редактирования графических изображений в настоящее время может стать весьма перспективным способом для осуществления геодезического контроля планово-высотного положения строительных конструкций на этапах строительства и эксплуатации зданий и сооружений. Главное преимущество данного способа – отсутствие необходимости в использовании специальных геодезических приборов (нивелиры, теодолиты, тахеометры, лазерные рулетки, деформометры и т.п.) [1].

Контроль планово-высотного положения конструкций включает в себя большой перечень работ: определение положения и размеров сооружения и его элементов; измерение деформаций; определение соответствия технического состояния элементов сооружения эксплуатационным характеристикам и т.д. [3].

В 2016 году на базе кафедры инженерной геодезии ННГАСУ под руководством профессора Шеховцова Г.А. была разработана методика фотографического способа нивелирования конструкций (рис. 1) [2].

С целью определения возможности использования данной методики и проверки её точности проводилось соответствующее моделирование. Суть методики и результаты моделирования описаны в работах [1] и [2].

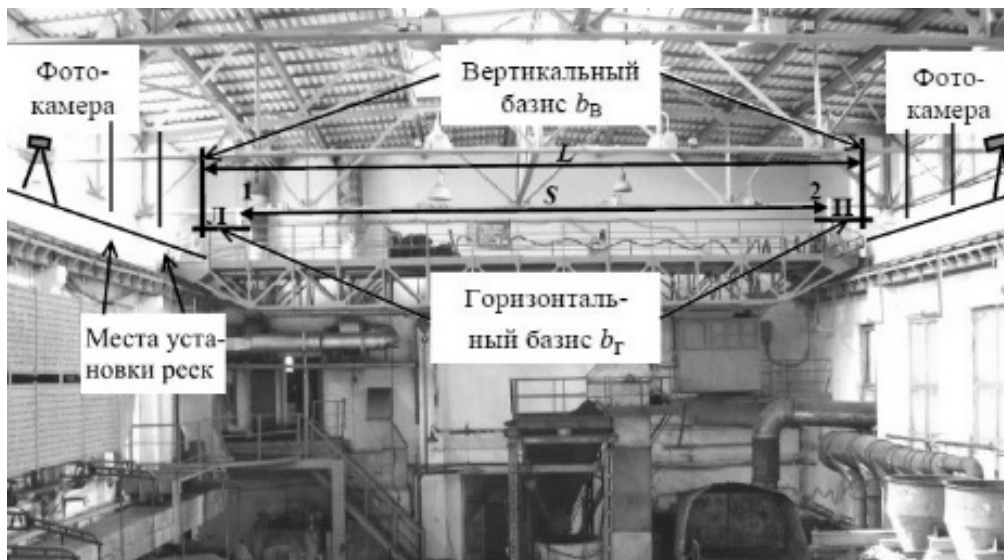


Рис. 1. Схематичное представление методики фотографического нивелирования на примере нивелирования подкрановых рельсов мостового крана

В продолжении начатой работы была поставлена цель разработать и проверить методику определения высоты строительных конструкций, используя фотографический метод.

В основу разрабатываемой методики был положен способ передачи отметки по вертикали с использованием нивелира, рулетки и рейки (рис. 2) [3].

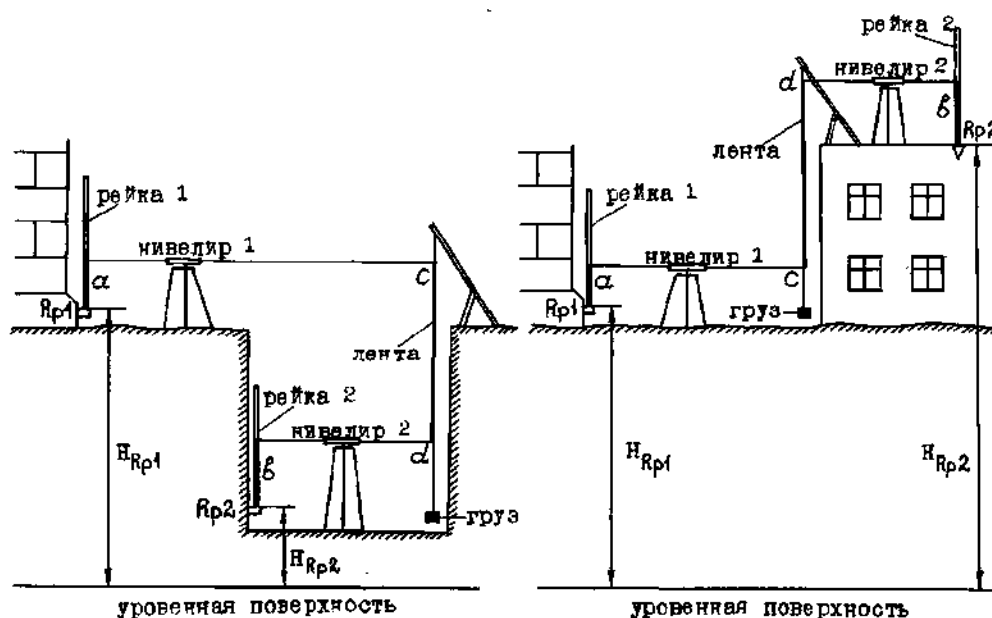


Рис. 2. Схема передачи отметки по вертикали с использованием нивелира, рейки, рулетки

Для проверки гипотезы о возможности применения схемы выполнения способа передачи отметки по вертикали при фотографическом определении

высоты конструкций производилось измерение высоты этажа здания, т.е. расстояния от уровня пола нижележащего этажа до уровня пола вышележащего этажа (рис. 3).

Описание методики моделирования.

Фотоаппарат устанавливается на реперной точке вышележащего этажа ($n+1$), определяется высота инструмента (H_1), т.е. расстояние от точки стояния до центра объектива, - базис. Горизонтировать прибор не требуется

На консольной опоре, неподвижно закрепленной и установленной на ($n+1$) этаже выше уровня высоты инструмента, осуществляется подвешивание измерительной ленты или рулетки с пригрузом.

Расстояние между точкой стояния фотоаппарата и подвешенной рулеткой разделяется пополам на два отрезка длиной X (целесообразно принять X в промежутке 5-10 метров, когда одновременно обеспечиваются высокая точность измерений и удобство проводимых операций).

Рейка устанавливается в точке на расстоянии X от точки стояния фотоаппарата, производится фотографирование. Полученный снимок обрабатывается на персональном компьютере в программе Paint.NET.

На снимке отмечается уровень базиса (H_1), от которого измеряется в пксл величина Δ_1 - расстояние до отсчета, через который проходит визирная ось фотоаппарата R_1 (т.е. центр снимка). Затем полученное число пксл переводится в мм (в соответствии с данными о масштабировании снимков). Более подробно данные операции описаны в [1] и [2]. Данное значение Δ может быть зафиксировано путем использования функции «Сетка» цифрового фотоаппарата во время съемки, тогда обработка фотографий не потребуется.

Далее производится фотографирование подвешенной рулетки. Определяется отсчет, через который проходит визирная ось фотоаппарата O_1 .

Из подобия треугольников, которые образуют горизонтальная и наклонная визирные оси, а также рулетка и рейка, разница отсчета по рулетке и отсчета на уровне горизонтальной визирной оси равна $2\Delta_1$.

Полученные данные позволяют определить отметку уровня пола $УП_{(n+1)}$ (уровень пола по рулетке), как разность значений O_1 , $2\Delta_1$, H_1 .

Все выше описанные операции выполняются на уровне n -го этажа, в результате чего определяется отметка уровня пола $УП_{(n)}$ (учитываются значения O_2 , $2\Delta_2$, H_2 .)

Разность отсчетов $УП_{(n+1)}$ и $УП_{(n)}$ дает значение высоты этажа $H_{\text{этажа}}$.

Разработанная методика была смоделирована в реальных условиях (производилось 4 независимых измерения), результаты моделирования показали сходимость получаемых значений с значениями, полученными геодезическими методами (таблица).

Результаты моделирования фотографического способа определения высоты этажа

	I	II	III	IV
Фотографический способ, м	2,835	2,805	2,810	2,824
Проверка геодезическими приборами, м	2,823	2,798	2,804	2,815

В ходе работы был выявлен фактор, ограничивающий применение методики, – величина уклона поверхности пола должна стремиться к нулю, чего при реальном строительстве достичь достаточно сложно. Поиск решения данной проблемы позволил предложить 2 варианта усовершенствования методики:

1) При установке фотоаппарата производить его горизонтирование посредством использования простейших строительных уровней (горизантируется площадка штатива, проверка осуществляется установкой уровня в 2 взаимно перпендикулярных направлениях). При этом необходимость использования рейки между точкой стояния фотоаппарата и рулеткой исчезает, т.к. можно фиксировать значение отсчетов непосредственно по рулетке. Однако это лишает фотографический способ одного из его достоинств – отсутствие необходимости в горизонтировании фотоаппарата при проведении измерений.

2) Перед определением высоты строительных конструкций производить нивелирование участка, на котором будет устанавливаться фотоаппарат и рейка, чтобы определить значение превышения между точками установки, которое потом учитывается в формулах, приведенных выше. Нивелирование производится по методике, описанной в [1] и [2]. Данное усовершенствование не требует дополнительного использования строительных уровней и прочих средств, но существенно увеличивает число операций, которые необходимо произвести.

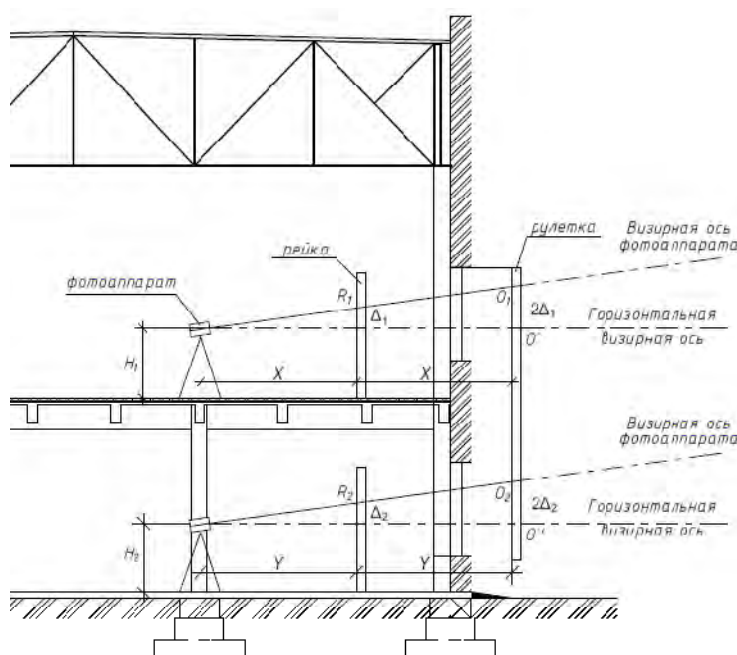


Рис. 3. Схема к определению высоты строительных конструкций фотографическим способом

В заключение следует отметить, что фотографический способ является весьма простым, доступным и информативным. Высокая сходимость его результатов с результатами точных геодезических исследований подтверждает необходимость продолжения его дальнейшего развития и нахождения способов решения проблем ограниченности применения.

1. Анущенко, А.М. Результаты моделирования фотографического способа геодезического контроля планово-высотного положения путей мостового крана [текст] / А.М. Анущенко, С.А. Терешанцев, Е.Д. Ярошук // Сборник трудов аспирантов и магистрантов. Технические науки. Науки о земле. Экология / Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Нижний Новгород, 2016. – С. 173-182.

2. Шеховцов, Г.А. О фотографическом способе нивелирования строительных конструкций [текст] / Г.А. Шеховцов, Р.П. Шеховцова, О.В. Раскаткина, А.М. Анущенко // Приволжский научный журнал / Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Нижний Новгород, 2016. – №3 – С. 24-32.

3. Шеховцов, Г.А. Современные геодезические методы определения деформаций инженерных сооружений: монография / Г.А. Шеховцов, Р.П. Шеховцова – Нижний Новгород, 2014. – 255 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОЙ БАЛКИ С ТРЕЩИНОЙ ПО ДЕМПСТЕРУ-ШЕФЕРУ

К.А. Карпушова

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

Федеральный закон №384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений», вступивший в силу с 1 июля 2010 г. 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.

Надежность – свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения. Надежность является одной из мер безопасности зданий и сооружений.

Существующими нормативными документами: СП 63.13330.2012 «Бетонные и железобетонные конструкции», ГОСТ 31937-2011 «Здания и сооружения», ГОСТ 27751-2014 «Надежность строительных конструкций и оснований» и т.д. не регламентируется несущая способность и надежность железобетонных балок по критерию длины трещины в растянутой зоне бетона балки. Однако с развитием сравнительно новой науки – «механики разрушения» [1-3] такая постановка вопроса является важным условием для контроля уровня безопасности эксплуатации железобетонной балки с трещиной [1-7]. Примеры таких балок приведены на рисунке 1.

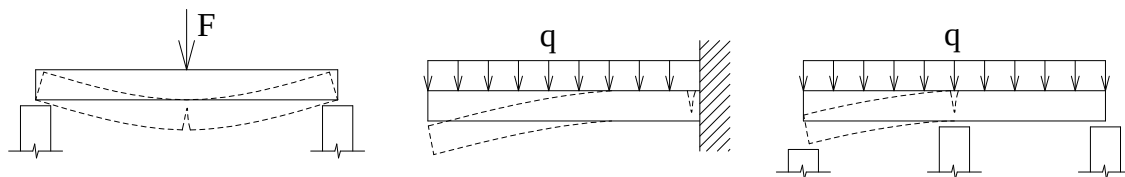


Рис. 1. Примеры балок с раскрытием одиночной трещины

В настоящее время методы безопасности на основе линейной и нелинейной механики разрушения развиваются и начинают внедряться в практику расчетов железобетонных конструкций.

Рассмотрим проблему оценки безопасности железобетонной балки по критерию длины трещины.

В [8] был рассмотрен метод расчета надежности железобетонной балки с трещиной в растянутой зоне бетона балки по критерию длины трещины возможным методом по модели вида:

$$\tilde{l}_{crc} \leq l_{кр} \quad (1)$$

Данный способ имеет ряд недостатков. В их числе использование функций распределения возможностей вида $\pi_x(x) = \exp\left[-\left(\frac{x-a_x}{b_x}\right)^2\right]$ и других видов без математического обоснования в отличие от вероятностно-статистических методов. В силу ограниченности объема статистической информации в возможных методах нет критериев для обоснования, а в качестве функций распределения возможностей используются треугольные, трапецеидальные и другие виды функций. Вторым недостатком возможного метода при любых видах функций распределения возможностей является волевое (субъективное) назначение уровня среза (уровня риска) α . Рассмотренный метод расчета надежности несущего элемента удобен при сравнении вариантов несущих элементов по критерию надежности, при выборе вариантов методов усиления, ремонта и т.д. В связи с этим предлагается для оценки надежности железобетонной балки при наличии нормальной трещины в растянутой зоне бетона использовать метод расчета на основе теории случайных множеств (метод Демпстера-Шефера) [9, 10]. Покажем методику его исполь-

зования для критерия (1). В этом методе случайная величина, представляемая некоторым интервалом (подмножеством) A значений из Ω (универсального множества), характеризуется по [9,10] функцией доверия $bel(A)$ и функций правдоподобия $pl(A)$ события $A \leq P_0(\Omega)$, где Ω - универсальное множество, например, множество измерений длины трещины, $P_0(\Omega)$ - множество всех подмножеств Ω .

Рассмотрим применение данного метода на примере. Имеются исходные данные, полученные независимыми экспертами в виде множества интервалов результатов измерений длины трещины [7,00;7,13]; [7,02;7,15]; [7,01;7,14]; [7,00;7,15]; [7,03;7,13] см. Изобразим эти интервалы на оси X на рисунке 2 в виде дуг I, II, III, IV и V.

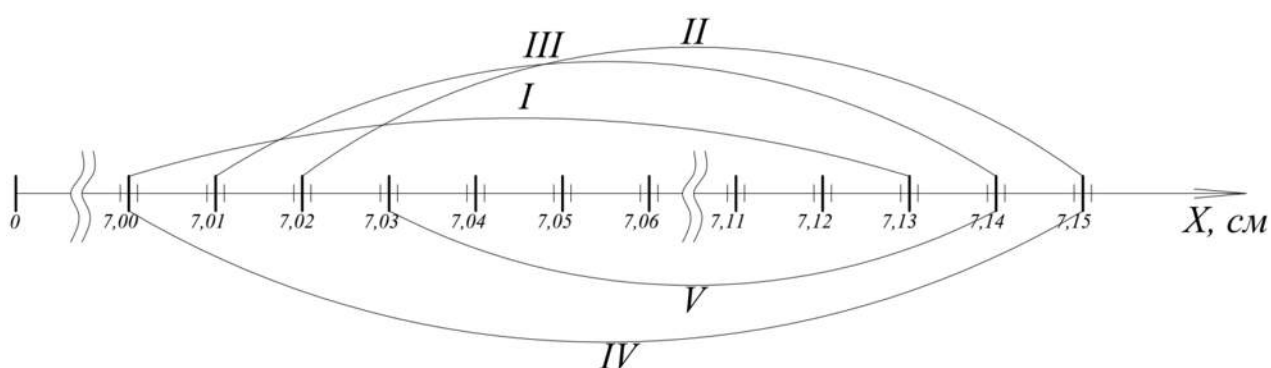


Рис. 2. Результаты независимых измерений длины трещины

По этим измерениям (рис. 2) построим график $bel(X)$ и $pl(X)$, представленный на рисунке 3. Значения $bel(X)$ на границе интервалов равно числу интервалов по рисунку 2 чуть левее границы отдельного интервала, деленному на полное число интервалов. По рисунку 2 имеем $bel([0;7,00])=0$, $bel([0;7,01])=0$, $bel([0;7,02])=0$, $bel([0;7,03])=0$... $bel([0;7,13])=1/5$, $bel([0;7,14])=3/5$, $bel([0;7,15])=1$. Значения $pl(X)$ на границе интервалов равно числу интервалов по рисунку 2 чуть правее границы отдельного интервала, деленному на полное число интервалов. По рисунку 2 имеем $pl([0;7,00])=2/5$, $pl([0;7,01])=3/5$, $pl([0;7,02])=4/5$, $pl([0;7,03])=1$... $pl([0;7,15])=1$ Найдем нижнее и верхнее значения вероятностей $\underline{P}$ и $\bar{P}$ события $\tilde{l}_{cpc} \leq l_{kp}$ при $l_{kp}=7,02$ см. Из рисунке 3 видно, что $\underline{P}=bel(7,02)=4/5$ и $\bar{P}=pl(7,02)=1$. Надежность железобетонной балки по критерию длины трещины характеризуется интервалом $[4/5;1]$. Истинное значение надежности находится внутри интервала.

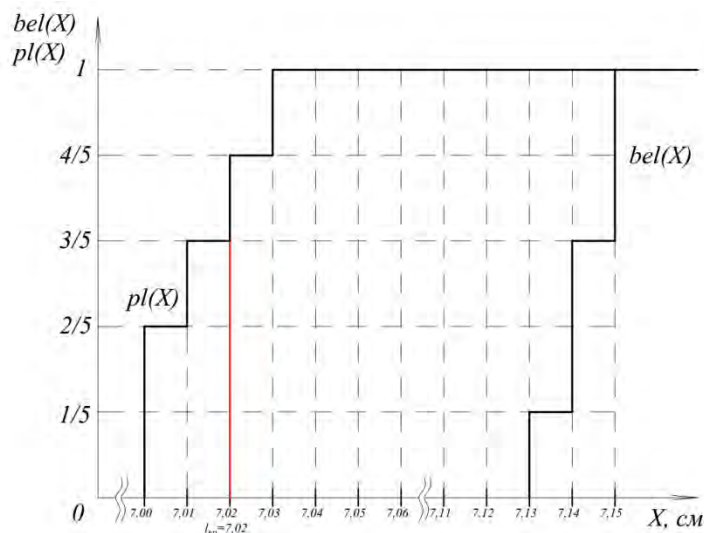


Рис. 3. График функции доверия $bel(X)$ и функции правдоподобия $pl(X)$

Рассмотренный метод расчета надежности менее информативный, но он не содержит каких-либо предположений и субъективных (волевых) решений. Недостатком его является то, что на участке от нуля до первого (наименьшего значения, в нашем примере до 7,00 см) bel и pl равно нулю. Этого не может быть. Малое значение вероятности, но обязательно должно быть.

Выводы:

1. Предложено использовать теорию свидетельств Демпстера-Шефера для расчета надежности железобетонной балки с трещиной в растянутой зоне бетона по критерию длины трещины.

2. На примере рассмотрен алгоритм расчета надежности железобетонной балки с трещиной по исходным интервалам измерений длины трещины независимыми экспертами.

3. Предложенная методика расчета надежности железобетонной балки с трещиной может быть использована для других критериев работоспособности железобетонной балки при интервальной исходной информации о контролируемых параметрах.

1. Пирадов К.А. Теоретические и экспериментальные основы механики разрушения бетона и железобетона / Изд-во «Энергия», 1998. – 355 с.

2. Пирадов К.А., Савицкий Н.В. Механика разрушения и теория железобетона // Бетон и железобетон. 2014. – №2. – С. 23-25.

3. Зайцев Ю.В. Механика разрушения для строителей / Учеб. пособие для строит. вузов. М.: Высш. шк., 1991. – 288 с.

4. Уткин В.С., Карпушова К.А. Расчет надежности железобетонной балки по критерию прочности рабочей арматуры при образовании нормальной трещины в растянутой зоне бетона // Экология и строительство, 2016. – №2. – С. 4-8.

5. Уткин В.С., Карпушова К.А. Расчет надежности железобетонных балок по критерию прочности бетона в сечении с нормальной трещиной // Экология и строительство, 2016. – №4. С. 4-8.

6. Уткин В.С., Карпушова К.А. Расчет надежности несущих железобетонных элементов по критерию прочности рабочей арматуры в сечении с нормальной трещиной // Строительная механика и расчет сооружений, 2017. – №2 (271). – С. 28-29.

7. Уткин В.С., Карпушова К.А. Расчет надежности железобетонной балки с нормальной трещиной по прогибу на стадии эксплуатации // Экология и строительство, 2017. – №1. – С. 4-9.

8. Уткин В.С., Карпушова К.А. Расчет надежности железобетонной балки с нормальной трещиной в растянутой зоне бетона по критерию ее длины // Строительство: наука и образование. 2017. Т. 7. Вып. 2 (23). Ст. 2. Режим доступа: <http://nsojournal.ru>.

9. Dempster A.P. Upper and lower probabilities induced by a multivalued mapping // Annals of Mathematical Statistics, 1967. Vol. 38, p. 325-339.

10. Shafer G.A. Mathematical Theory of Evidence / Princeton University Press, 1976. – 279 p.

РАЗРАБОТКА МЕТОДА РАСЧЕТА ЩЕЛЕВЫХ ФУНДАМЕНТОВ

И.А. Корепина

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

Щелевые фундаменты в последнее время находят широкое применение в строительстве.

Щелевым называют монолитный бетонный или железобетонный фундамент прямоугольного сечения, особенностью которого является укладка бетона непосредственно в выкопанную в грунте траншею. Глубина заложения щелевых фундаментов колеблется в большом интервале и зависит от множества факторов: вида и значения эксплуатационной нагрузки, глубины промерзания грунта, наличия грунтовых вод, вида и назначения здания, его этажности и т.д.

Щелевые фундаменты в определенных геологических условиях оснований имеют существенные экономические преимущества по сравнению, например, с ленточными фундаментами [1-3]. Благодаря этому щелевые фундаменты приобретают признание и практическое применение в мало- и многоэтажном домостроении, а также в качестве фундаментов для различных сооружений.

На рис. 1 представлены примеры конструкций этого типа фундаментов.

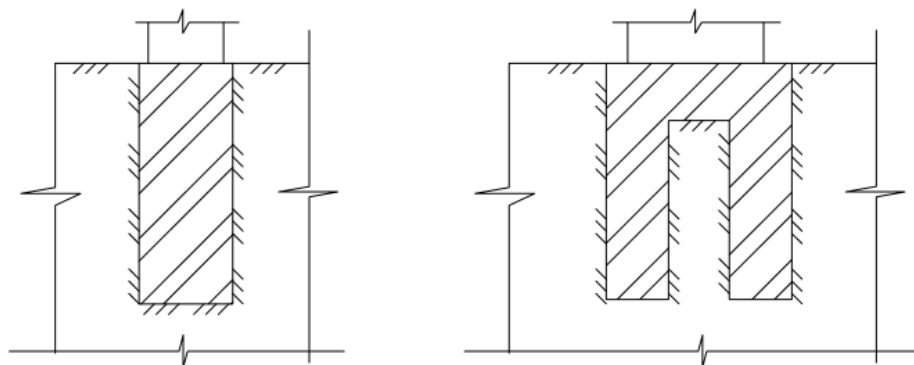


Рис. 1. Схемы одно- и двухщелевых фундаментов

Расчет несущей способности щелевых фундаментов проводится по существующим нормам [4] на прочность материала фундамента и на несущую способность грунта основания. Методы расчетов таких фундаментов во многом заимствованы из работы и расчетов висячих свай в основаниях фундаментов [5]. Работа щелевого фундамента по прочности материала ничем не отличается от расчетов фундаментов других типов [6-7], поэтому в дальнейшем в статье не рассматривается.

Расчет щелевого фундамента по несущей способности грунта производится по значениям напряжений под подошвой фундамента и силами трения-сцепления по боковой поверхности стен фундамента. Расчетная схема щелевого фундамента в грунте основания представлена на рис. 2.

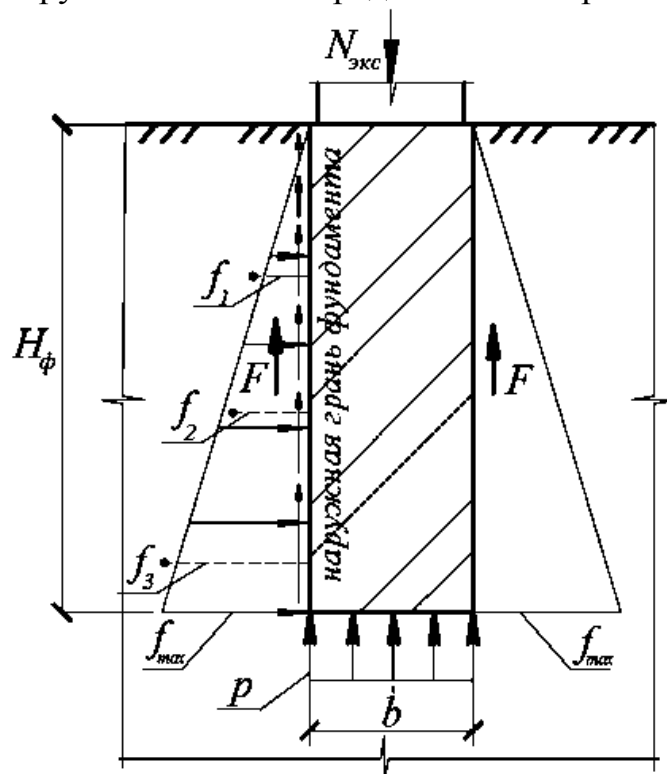


Рис. 2. Расчетная схема однощелевого фундамента

Рассмотрим расчет однощелевого фундамента по критерию несущей способности грунта основания, предусмотренный рекомендациями [4]. Расчет фундамента (для участка длиной 1м) осуществляется по условию:

$$N_{экл} \leq N_A + 2 \cdot F, \quad (1)$$

где: $N_{экл}$ - расчетная нагрузка, передаваемая на щелевой фундамент и определяемая при проектировании);

N_A - сила предельного сопротивления грунта основания под подошвой фундамента длиной $l = 1$ м и площадью $A = l \cdot b$, b - ширина фундамента;

F - суммарная сила трения-сцепления на одной боковой поверхности щелевого фундамента (см. рис.2).

По СП 22.13330.2011 «Основания зданий и сооружений» для фундамента с плоской подошвой и для однородного грунта до глубины не менее ширины фундамента N_A определяется по формуле:

$$N_A = b \cdot l \cdot (N_\gamma \cdot \xi_\gamma \cdot b \cdot \gamma_1 + N_c \cdot \xi_c \cdot c_1), \quad (2)$$

где значения параметров можно найти в СП 22.13330.2011 (в дальнейшем в статье они использоваться не будут).

Расчетная математическая модель предельного состояния фундамента по несущей способности грунта основания имеет вид:

$$N_{экс} \leq b \cdot (N_\gamma \cdot \xi_\gamma \cdot b \cdot \gamma_1 + N_c \cdot \xi_c \cdot c_1) + 2F, \quad (3)$$

где F - суммарная сила трения-сцепления на одной боковой поверхности одностенчатого щелевого фундамента, представленного на рис.2. С ростом глубины значение сопротивления грунта по боковой поверхности возрастает. Так при показателе текучести 0,1 и при глубине $h=1$ м, $f_i=40$ кПа, а при $h=3$ м, $f_i=62$ кПа, т.е. видим существенное увеличение, что связано с ростом бокового давления грунта основания на боковую поверхность фундамента. Щелевые фундаменты стали применяться до глубины 20 м и даже 40м [8]. Можно представить какие силы трения-сцепления развиваются на этой глубине, и в то же время вызывает сомнение, что силы трения будут возникать на любой по значению глубине на поверхности фундамента. Анализ работы висячих свай в подобных условиях можно найти в работах [9-10].

В определении сил трения-сцепления исходим из коэффициента трения между грунтом и поверхностью фундамента, определяемого опытным путем [11], т.е. при смещении (движении) фундамента относительно грунта. Однако смещений фундамента в грунте на стадии эксплуатации допустить нельзя, следовательно, силы трения-сцепления на поверхности фундамента, находящегося в покое, определить невозможно.

Дело в том, что силы трения возникают в фундаменте не вследствие его движения, а в результате деформаций материала фундамента (микросмещений поверхностных слоев фундамента относительно грунта). Чем больше деформации материала фундамента при одном и том же нормальном давлении грунта на поверхность фундамента, тем больше будут силы трения-сцепления.

Формул для их определения не существует, однако выявить существование деформаций и их значение в фундаменте на стадии эксплуатации здания или сооружения возможно, например, методом близким к описанному в патенте на изобретение [12]. Сущность этого метода заключается в следующем: на поверхности фундамента в шурфе подготавливается поверхность бетона для наклеивания рабочего и компенсационного тензорезисторов с базой 50мм и измерения омического сопротивления рабочего тензорезистора R_0 . Затем выше и ниже каждого тензорезистора в фундаменте высверливают отверстия диаметром равным 2-3 ширины тензорезистора и на глубину 5 см, и вновь измеряется сопротивление R_t . Относительную деформацию фундамента ε определяют по формуле:

$$\varepsilon = \frac{|R_t - R_0|}{\mu \cdot R_0}, \quad (4)$$

где μ - коэффициент тензочувствительности тензорезисторов.

На поверхности фундамента по его высоте наклеивается несколько тензорезисторов и по результатам измерений ε_i в отдельных точках фундамента строят кривую $\varepsilon(x)$ по высоте фундамента в нижней ее половине, т.к. на уровне поверхности грунта его боковое давление на фундамент равно нулю, $q_0=0$ и сила трения-сцепления $f_0=0$. В нижней половине фундамента могут иметь место два варианта, представленных на рис. 3.

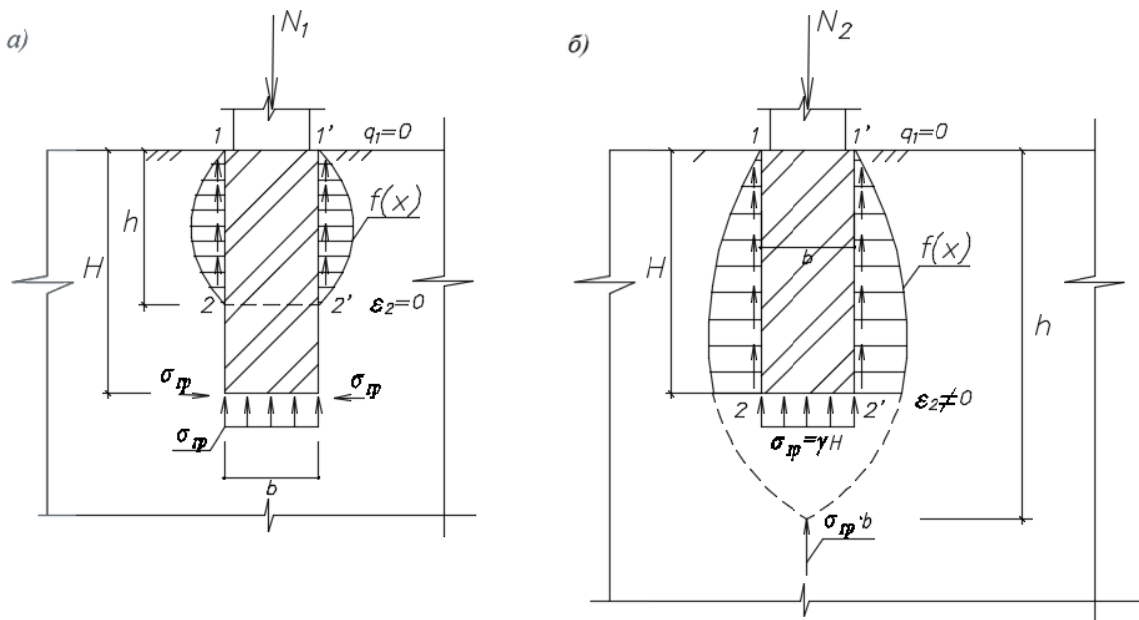


Рис. 3. Работа фундамента в грунте: а-глубина заложения фундамента H ниже его рабочей части h , б- глубина заложения фундамента меньше условного значения h , τ -сила трения сцепления

В варианте работы фундамента по рис.3а нижняя часть фундамента не работает, давление на подошву фундамента отсутствует (отрицательными си-

лами трения в нижней части фундамента пренебрегаем в силу их малости). Такое решение с размерами фундамента экономически неэффективно. В варианте работы фундамента по рис.3б на подошву фундамента передается давление грунта, равное $\sigma_{zp} \cdot b \cdot l$, которое не должно быть больше значения $R_{zp} \cdot b \cdot l$, где R_{zp} - расчетное сопротивление грунта.

Используем результаты анализа работы висячих свай в анализе работы щелевых фундаментов. Так в варианте работы фундамента на рис.3б на длине 1 м должно выполняться условие:

$$\tilde{N}_2 \leq \tilde{\sigma}_{zp} \cdot A + \int_0^H f(x) \cdot 1 dx, \quad (5)$$

при этом обязательно соблюдение условия $\sigma_{zp} \leq R_{zp}$.

Экономически оптимальная работа фундамента будет при условии:

$$N_2 \leq R_{zp} \cdot A + \int_0^H f(x) dx, \quad (6)$$

где $f(x)$ - некоторая функция от функций $\varepsilon(x)$ и $q(x)$.

С учетом влияния на значение f неизвестных детерминированных факторов учитываемых коэффициентом φ примем $f(x) = \varphi \cdot \varepsilon(x) \cdot q(x)$. По значениям $\varepsilon_i(x)$ и $q_i(x)$ в точках i по высоте фундамента с аргументами x_i можно подобрать функции $\varepsilon(x)$ и $q(x)$. По [13] можно принять $q(x) = \gamma \cdot x$. В месте пересечения фундамента с поверхностью грунта имеем $x=0$ и $q=0$, следовательно $f=0$. Функцию $\varepsilon(x)$ можно подобрать по результатам измерений деформации ε_i методами математической статистики [14]. Например, по методу наименьших квадратов при расчетном значении нагрузки N для определения коэффициента φ необходимо провести эксперимент над образцом фундамента по схеме рис.3а с известным значением N и h при известных функциях $q(x) = \gamma \cdot x$ и $\varepsilon(x)$.

При работе фундамента по схеме рис.3,а из уравнения (5) при $\sigma_{zp}=0$ имеем $N = \int_0^h \varphi \cdot \gamma \cdot x \cdot \varepsilon(x) dx$. Отсюда $\varphi = \frac{N}{\int_0^h \gamma \cdot x \cdot \varepsilon(x) dx}$.

Расчетная формула для фундамента на схеме рис.3,б примет вид:

$$N_2 = \sigma_{zp} \cdot A + \int_0^H \varphi \cdot \gamma \cdot x \cdot \varepsilon(x) dx \quad (7)$$

Из (7) имеем условие предельного состояния фундамента на стадии эксплуатации по несущей способности грунта основания:

$$\sigma_{ep} = \frac{N_2 - \int_0^H \varphi \cdot \gamma \cdot x \cdot \varepsilon(x) dx}{A} \leq R_{ep} \quad (8)$$

При невыполнении условия (8) фундамент необходимо усиливать или уменьшать на него нагрузку.

На стадии проектирования предварительно производят испытания образца фундамента длиной 1м по схеме рис.3,б с постепенным возрастанием нагрузки и проверкой условия (8) при расчетном значении нагрузки N_2 .

Выводы:

1. Предложен новый более достоверный подход к работе щелевых фундаментов в грунте основания в нагруженном состоянии в отличие от существующего по нормам подхода с определением силы трения-сцепления при «срыве» (движении) образцов материала фундамента;
2. Рассмотрены 2 варианта работы фундамента в грунте основания в зависимости от глубины его заложения и значения сжимающей фундамент нагрузки, адекватно отражающих расчетные схемы фундаментов и их работу;
3. Разработан метод расчета щелевых фундаментов по критерию несущей способности грунта основания, который приводит к повышению надежности (безопасности эксплуатации) фундаментов и всей надфундаментной конструкции в силу его адекватности.

1. Павлов В.В., Аверьянова Л.А., Алексеев Б.Г. Щелевые фундаменты зданий. Стройиздат, Красноярский отдел, 1992. – 141 с.

2. Иванов А.А. Оценка несущей способности оснований щелевых фундаментов на основе анализа напряженного состояния грунтового массива и экспериментальных данных: автореф. дис. к.т.н. Волгоград, 2013. – 28 с.

3. Sorochan E.A., Shishkin V.Y., Kovalev V.A. Use of shallow slotted foundations // Soil Mechanics and Foundation Engineering. 2011. Vol. 48. Pp. 1.

4. ГОСТ 31937-2011. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния. – Введ.2014-01-01. – М.: Нац. стандарты, 2011. – IV, 59 с.

5. Уткин В.С. Расчет винтовых висячих свай по несущей способности грунта основания фундамента // Гидротехника, 2017. – №3. – С. 90-94.

6. Уткин, В.С., Борисова О.Л. Расчет надежности ленточного фундамента под продольной стеной здания на стадии эксплуатации // Строительная механика и расчет сооружений. 2016. №5. С. 50-58.

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

8. Проект компании «Гидроспецпроект» для здания циркуляционной насосной станции Минской ТЭЦ-5, 1991 год.

9. Уткин В.С. Расчет несущей способности буронабивных висячих свай и подбор длины сваи по коэффициенту запаса// Транспортные сооружения. Интернет-журнал, 2017. – Т.4. – №2. – С.1-7.

10. Метелюк Н.С., Шишко Г.Ф., Соловьева А.Б., Грузинцев В.В. Сваи и свайные фундаменты: справочное пособие. Киев: «Будивельник», 1977. – 256 с.

11. Устройство для определения суммарной силы трения и сцепления по боковой поверхности подземной части монолитного фундамента: пат. 126332, Рос. Федерация: МПК Е 02, D 1/00 Богомолов А. Н., Богомолова О. А., Иванов А.А.; заявитель и патентообладатель «Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет»; опубл. 27.03.2013.

12. Способ измерения и мониторинга давления на бетонные и кирпичные несущие стены и фундаменты зданий и сооружений на заданном уровне на стадии их эксплуатации: пат. 2582495 Рос. Федерация: МПК СО1L1/18, СО1N3/08 Уткин В.С., Тропина Д.А., Горева Н.В.; заявитель и патентообладатель «Вологодский государственный университет»; опубл. 27.04.2016.

13. Цытович Н.А. Механика грунтов. Москва: Высшая школа, 1983. – 282 с.

14. Джонсон Н., Лион Ф. Статистика и планирование эксперимента в технике и науке. Методы обработки данных. Пер. с англ. Изд. «Мир», М.: 1980. – 610 с.

НОВЫЕ МЕТОДЫ РАСЧЕТА И ТЕХНОЛОГИИ ВИСЯЧИХ СВАЙ

Е.В. Соболева

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

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Закон РФ №384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений», принятый в декабре 2009 года, устанавливает требования механической безопасности строительных конструкций и оснований зданий и сооружений, с целью обеспечения их безопасной эксплуатации. Надежность любого здания или сооружения в первую очередь зависит от безопасной работы оснований и фундаментов, которые требуют постоянного мониторинга, дальнейших исследований, совершенствований расчетов, новых конструктивных решений и разработки технологий устройства фундаментов.

Расчет свай по прочности материала проводится в соответствии с ГОСТ 27751-2014 по формуле $N < F_d$, где N – расчетное значение нагрузки на сваю; F_d – несущая способность сваи по прочности материала. В соответствии с СП 24.13330.2011 «Свайные фундаменты» (в дальнейшем СП), исходя из прочности бетона и арматуры, значение F_d сваи при центральном сжатии определяют по формуле:

$$F_d = \gamma_c \cdot (\gamma_{c,b} R_b A_b + \gamma_{c,s} R_s A_s), \quad (1)$$

где значения параметров можно найти в СП. Отметим, что по гипотезе плоских сечений деформации бетона ε_b и стальной арматуры ε_s в свае одинаковы, то есть $\varepsilon_b = \varepsilon_s$, поэтому в формуле (1) расчетные сопротивления в бетоне и в арматуре сваи не достигаются одновременно.

Несущая способность висячих свай по грунту определяется прежде всего значением сил трения - сцепления на боковой поверхности сваи, которые зависят от нормального давления q на сваю и вида грунта и определяются по СП при «срыве», т.е. движении сваи. Поэтому значение силы F_d , не может быть предельным в расчетах. Свая в основании не должна находиться в движении, фундамент и здание должны быть неподвижными, поэтому требуется поиск иных критериев для расчета висячих свай по несущей способности грунта основания, что и будет рассмотрено ниже.

Исходя из приведенного, несущую способность сваи по прочности ее материала следует определять по формуле:

$$F_d = \gamma_c \varepsilon_{s,пр} (\gamma_b E_b A_b + \gamma_s E_s A_s), \quad (2)$$

при продолжительном действии нагрузки на сваю и при условии $\varepsilon_{s,пр} < \varepsilon_{b,пр}$. Условие предельного состояния сваи по прочности материала сваи приобретает вид:

$$N \leq F_d = \gamma_c \varepsilon_{s,пр} (\gamma_b E_b A_b + \gamma_s E_s A_s). \quad (3)$$

Предлагается рассмотреть новое представление о работе висячей сваи в грунте, в отличие от существующего. В [1-3] возникновение сил трения-сцепления на поверхности сваи в состоянии покоя объясняется микроперемещениями поверхностных слоев сваи вследствие деформаций материала сваи. По мере передачи нагрузки на грунт основания по боковой поверхности сваи и уменьшения силы сжатия сваи к нижней ее части, деформации ε материала сваи убывают, и на некоторой глубине, равной h , становятся равными нулю. Ниже этой глубины материал сваи не воспринимает нагрузку, как показано на рис. 1. По условию работы сваи ниже уровня h должна заканчиваться ее длина H . Также рассматривается вариант работы сваи в котором длина сваи H меньше условного значения h , и в котором возникает реакция на конце сваи от грунта основания, как показано на рис. 2. Этот вариант работы сваи более эффективный и экономичный. Влиянием отрицательных сил трения в обоих случаях пренебрегаем в силу их малости. Определение значения рабочей длины сваи h по рис.1 осуществляется при испытаниях пробных свай, по методике, описанной в работе [3] и частично приведенной в конце данной статьи.

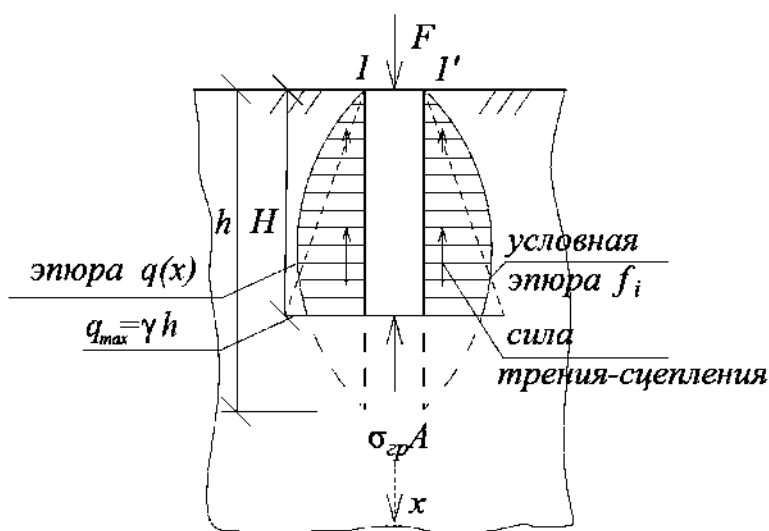


Рис. 2. Расчетная схема работы висячей буронабивной сваи в грунте основания при $H < h$, h - условная рабочая длина сваи

должно выполняться условие $\sigma_{zp} \cdot A \leq R \cdot A$, откуда необходима выполнение условия $\sigma_{zp} \leq R$, где R – расчетное сопротивление грунта основания.

Предлагается вариант технологии изготовления пробной железобетонной буронабивной висячей сваи с измерением деформаций материала сваи.

Для измерения деформаций бетона сваи предлагается изготавливать из того же бетона образцы в форме кубика размером 6х6х6 см³ со штырем длиной 10-15 см и диаметром 6-8 мм в его нижней грани для фиксации положения образца в укладываемом бетоне сваи.

Укладку бетона в скважину осуществляют по известной технологии для буронабивных свай. Для измерения деформаций, на образцы вдоль и поперек скважины приклеивают рабочие и компенсационные тензорезисторы, с подсоединенными проводами для измерения омического сопротивления тензорезисторов. Образцы укладывают через (0,5 - 1) м, по мере заполнения скважины бетоном. После набора бетоном сваи проектной прочности, до приложения на сваю нагрузки, измеряют сопротивление всех установленных рабочих тензорезисторов $R_{0,i}$. Затем сваю нагружают расчетной нагрузкой и вновь измеряют сопротивления тензорезисторов $R_{t,i}$. По формуле $\varepsilon_i = \frac{R_{0,i} - R_{t,i}}{R_{0,i} \cdot \mu}$ определяют деформации бетона сваи на ее длине не менее чем в трех сечениях сваи и не менее трех раз в каждом сечении. По средним значениям деформаций $\bar{\varepsilon}_i$ строят кривую вдоль сваи. В точке ее пересечения с осью сваи устанавливают место с $\varepsilon = 0$, ниже которого свая не работает на нагрузку F . На рис.3 представлена новая условная схема распределения нагрузки F по длине сваи, воспринимаемая бетоном и арматурой сваи при $\varepsilon_{s,np} < \varepsilon_{b,np}$.

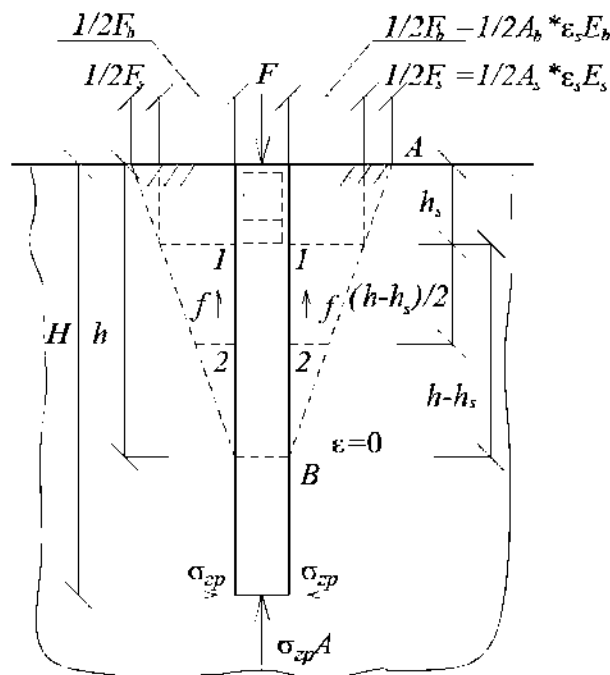


Рис. 3. Распределение нагрузки F на материалы сваи и грунт основания фундамента

Распределение нагрузки по длине сваи условно изображено по прямой *A-B* в запас надежности, т.к. фактическая нагрузка на боковую поверхность распределена по вогнутой кривой в сторону сваи. В верхней части сваи нагрузка *F* воспринимается бетоном и арматурой. Ниже сечения 1-1 достаточно для этого только прочности бетона, а ниже сечения 2-2 можно использовать бетон меньшего класса прочности. Такое устройство сваи приведет к снижению стоимости свайного основания. Более эффективный вариант устройства сваи по схеме рис.2 и ее расчет требуют дальнейших исследований.

Выводы:

1. Предложено новое представление о работе буронабивной железобетонной висячей сваи в грунте основания фундамента.
2. Метод расчета буронабивных свай оснований фундаментов по несущей способности грунта основания соответствует действительной работе сваи в грунте и позволит в некоторых случаях уменьшить стоимость свай и производство свайных работ.
3. Результаты испытаний пробных железобетонных буронабивных свай по предлагаемому методу позволят определить оптимальное конструктивное решение свайного основания и снизить его стоимость.

1. Уткин В.С. Работа висячих свай в грунте основания фундамента и определения длины сваи // Строительная механика и расчет сооружений, 2017. – №4. – С. 23-26.

2. Уткин В.С. Работа и расчет висячих буроинъекционных свай в грунте основания и оптимизация устройства уширения// Строительная механика и расчет сооружений, 2017. – №5. – С. 63-66.

3. Уткин В.С. Расчет несущей способности буронабивных висячих свай и подбор длины сваи по коэффициенту запаса. Интернет-журнал «Транспортные сооружения», 2017. – Т.4. – № 2. С. 1-7.

ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ БАЛКИ ПЕРЕКРЫТИЯ (ПРОИЗВОДСТВО АО «СКДМ»)

А.А. Соловьева
АО «СКДМ»
г. Вологда

В 2010 г. вступил в силу Закон РФ №384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений». Требованиями законами предусмотрено обеспечение механической безопасности несущих элементов зданий и сооружений, мерой которой может выступать надежность в виде вероятности безотказной работы. Согласно Межгосударственному стандарту ГОСТ 27751-2014, вступившему в силу с 1 июня 2015 г., надежность – это способность не-

сущего элемента конструкции выполнять требуемые функции в течение расчетного срока эксплуатации.

Вологодская компания АО «СКДМ», основанная в 1947 году, занимается проектированием и строительством мобильных зданий контейнерного типа и является крупнейшим в России предприятием по производству блок-контейнеров и строительству быстровозводимого доступного жилья. В качестве одного из несущих элементов в конструкциях производства АО «СКДМ» используется балка перекрытия (рис. 1).

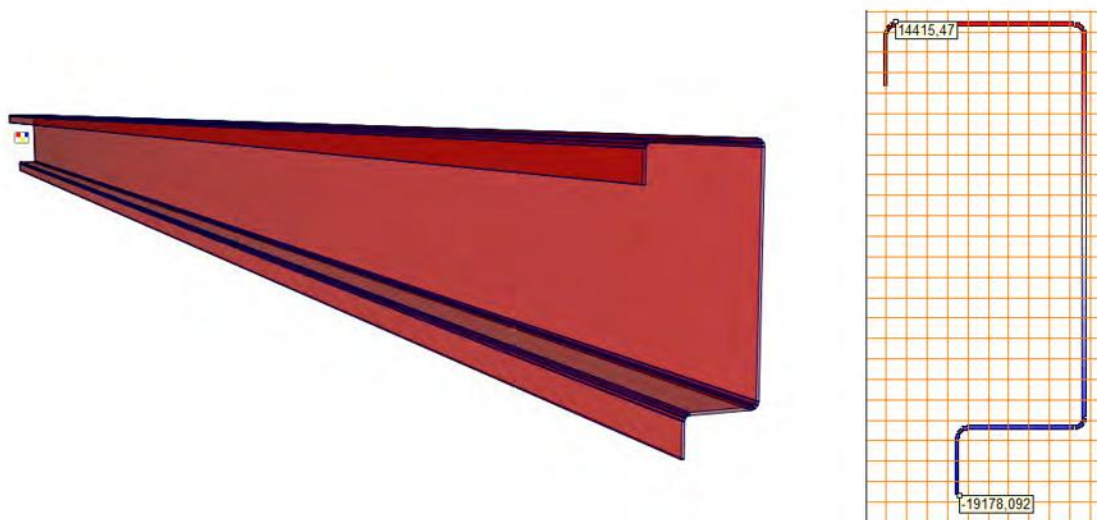


Рис. 1. Общий вид и поперечное сечение балки перекрытия 200-2,5 производства АО «СКДМ»

Таблица

Характеристики сечения балки

$A_s, \text{см}^2$	$W_x, \text{см}^3$	$I_x, \text{см}^4$	$i_x, \text{см}^4$	$P, \text{см}$
10,31	69,37	641,15	8,19	82,51

Целью исследования является разработка метода определения надежности (вероятности безотказной работы) балки перекрытия при ее производстве для оценки качества продукции и безопасности эксплуатации.

Расчет надежности стальной балки перекрытия по критерию прочности выполняется на основе математической модели предельного состояния вида:

$$\frac{M}{W} \leq \tilde{\sigma}_{s,np}, \quad (1)$$

где M – расчетный изгибающий момент, определяемый путем сбора нагрузок на стадии проектирования; W – момент сопротивления сечения балки перекрытия; $\tilde{\sigma}_{s,np}$ – предел прочности стали, в качестве которого можно принять предел пропорциональности, определяемый по испытаниям образцов произведенных профилей.

По результатам испытаний образцов стали из произведенных профилей методами математической статистики [1] определяются закон распределения случайной величины и его параметры. Для описания прочности стали зачастую используют нормальный закон распределения [2].

Межгосударственный стандарт ГОСТ 27751-2014 рекомендует использовать вероятностно-статистические методы при расчетах надежности несущих элементов строительных конструкций. В вероятностной формулировке при нормальном законе распределения надежность балки перекрытия по критерию прочности (1) можно рассчитать по формуле:

$$P = \Phi \left(\frac{m_{\sigma} - \frac{M}{W}}{S_{\sigma}} \right), \quad (2)$$

где m_{σ} – математическое ожидание предела прочности стали (оценкой которого может служить среднее значение предела прочности стали); S_{σ} – средне-квадратическое отклонение предела прочности стали.

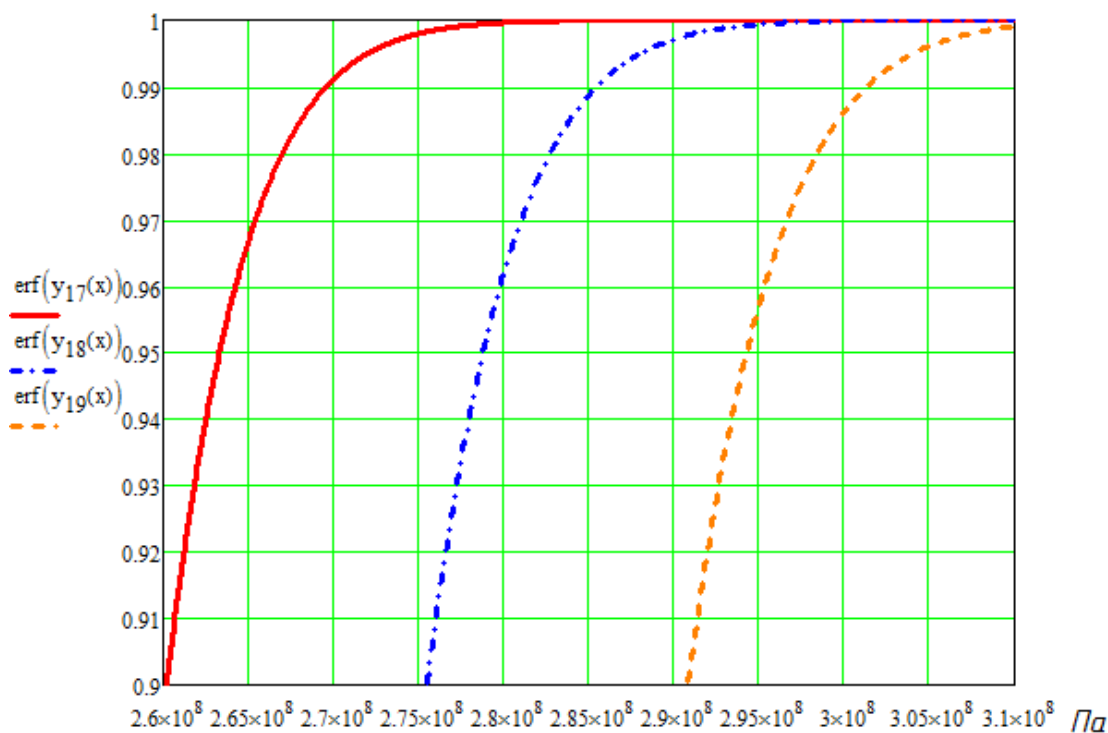


Рис. 2. Графики зависимости вероятностей безотказной работы (при изгибающих моментах 17, 18 и 19 кН·м) от предела прочности стали (с коэффициентом вариации 0,05)

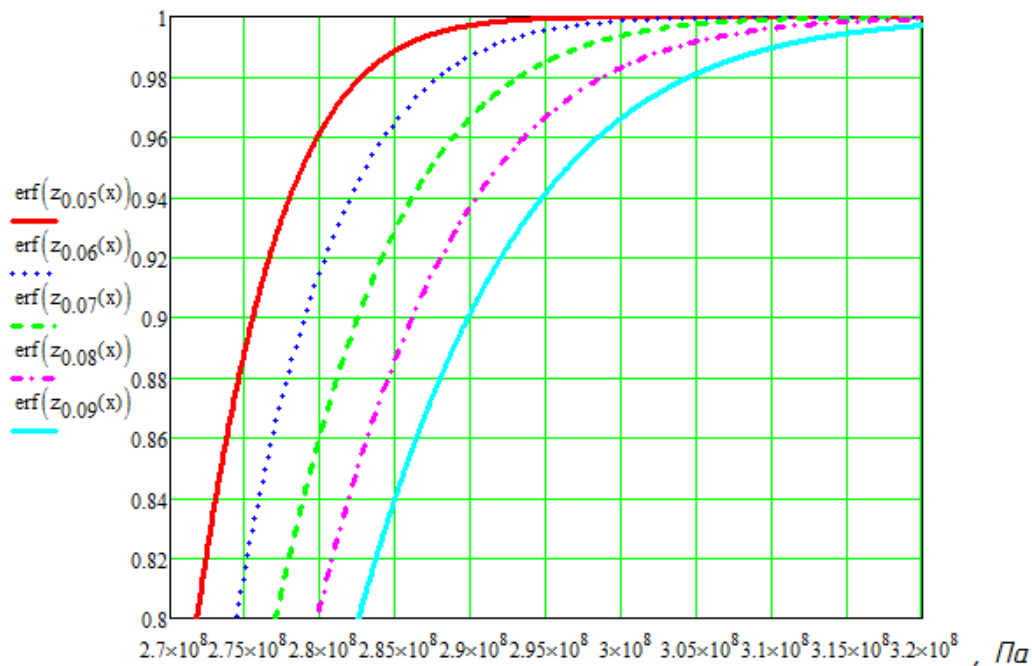


Рис. 3. Графики зависимости вероятности безотказной работы (при изгибающем моменте 18 кН·м) от предела прочности стали при различных коэффициентах вариации

При ограниченном количестве статистической информации о пределе прочности стали можно использовать подходы к расчету надежности возможностными методами расчета надежности [3, 4, 5 и др.].

Построение графиков аналогичных по рисункам 2 и 3 для конкретных объектов при фактических расчетных усилиях в виде изгибающего момента M позволит оперативно оценивать надежность произведенной продукции и принимать последующие проектные решения до начала возведения конструкции.

1. Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика. М.: Высшая школа, 2003. – 479 с.

2. Беленя Е.И., Балдин В.А., Ведеников Г.С. и др. Металлические конструкции. Общий курс: Учебник для вузов. Под общ. ред. Е. И. Беленя. 6-е изд. перераб. и доп. М.: Стройиздат, 1986. – 560 с.

3. Уткин В.С., Соловьев С.А. Расчет надежности железобетонной балки на стадии эксплуатации по критерию длины трещины в бетоне // Вестник МГСУ, 2016. – №1. – С. 68-79.

4. Уткин В.С., Каберова А.А., Соловьев С.А. Расчет надежности основания фундамента, сложенного просадочными грунтами, по критерию деформаций // Геотехника. 2016. – №3. – С. 18-25.

5. Уткин В.С., Каберова А.А., Соловьев С.А. Расчет надежности грунтовых оснований зданий и сооружений по несущей способности при реконструкции // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. 2016. – № 3. – С. 51-58.

КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ

И.Г. Хуснутдинова, Р.Д. Биткулов

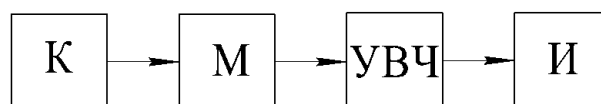
*Научный руководитель М.Г. Баширов, д-р техн. наук, профессор
Уфимский государственный нефтяной технический университет
г. Салават*

Металлические элементы энергетического оборудования в процессе эксплуатации испытывают нагрузки температурных режимов, нагрузки собственного веса, нагрузки, вызванные обледенением и налипанием снега, что способствует возникновению аварийных ситуаций.

Обеспечение безопасности, эксплуатационной надежности, возможность раннего обнаружения дефектов определяют задачу контроля напряженного состояния конструктивных элементов энергетического оборудования [1], [2].

Электромагнитно-акустический (ЭМА) метод является одним из наиболее перспективных бесконтактных методов для количественной оценки степени напряженно-деформированного состояния и уровня поврежденности металлических конструкций. В работе описываются конструктивные элементы устройства для формирования сигнала возбуждения, подаваемого на вход электромагнитно-акустического преобразователя [3].

Генераторная часть электромагнитно-акустического преобразователя (ЭМАП) состоит из следующих частей (рис. 1): К – персональный компьютер, М – микроконтроллер, УВЧ – усилитель высоких частот, И – индуктор.



*Рис. 1. Структурная схема генератора
для формирования сигнала возбуждения ЭМАП*

Компьютер. С помощью персонального компьютера написан код для прошивки микроконтроллера. В данном случае используется приложение ArduinoIDE, которое позволяет написать несложные программные коды с поддержкой множества встроенных библиотек и компилировать их в машинный код. Прошивка микропроцессора осуществляется также этой же программой.

Микропроцессор. В качестве исходного была использована плата Arduino Uno (рис. 2). Платформа имеет 14 цифровых вход/выходов (6 из которых могут использоваться как выходы ШИМ), 6 аналоговых входов, кварцевый генератор 16 МГц, разъем USB, силовой разъем, разъем ICSP и кнопку переза-

грузки. Для работы необходимо подключить платформу к компьютеру посредством кабеля USB, либо подать питание при помощи адаптера AC/DC или батареи. ArduinoUno использует микроконтроллер ATmega328P. Микроконтроллер ATmega328P располагает 32 кБ флэш-памяти, из которых 0,5 кБ используется для хранения, а также 2 кБ ОЗУ (SRAM) и 1 Кб EEPROM [4].



Рис. 2. Плата ArduinoUno

Платформа может работать при внешнем питании от 6 В до 20 В. При напряжении питания ниже 7 В, вывод 5V может выдавать менее 5 В, при этом платформа может работать нестабильно. При использовании напряжения выше 12 В регулятор напряжения может перегреться и повредить плату. Рекомендуемый диапазон от 7 В до 12 В.

Усилитель высоких частот (УВЧ). Усиливает сигнал с выхода микроконтроллера в 10^3 раз.

Индуктор. Катушка ЭМАП в форме двух симметричных эллипсов имеет следующие конструктивные параметры: $6 < L < 30$ (мкГн); $1,5 < R < 100$ (Ом); $5 < C < 25$ (мм); $3 < D < 35$ (мм); $0,15 < t < 1,8$ (мм); $10 < W < 130$. Где C – ширина рабочей зоны; D – длина рабочей зоны; W – количество витков; t – шаг проводников в рабочей зоне катушки.

Индуктор выполнен (рис. 3) из фольгированного стеклотекстолита способом травления. Параметры индуктора приведены в таблице [5], [6].

Таблица

Параметры индуктора

Параметр	Значение
Число витков, шт	20
Ширина витка, мм	1
Межвитковое расстояние, мм	0,5
Область рабочей зоны, мм ²	706,5

В качестве сигнала возбуждения ЭМАП было принято решение использовать прямоугольный импульс, являющийся одним из лучших в плане помехоустойчивости и простоты формирования.

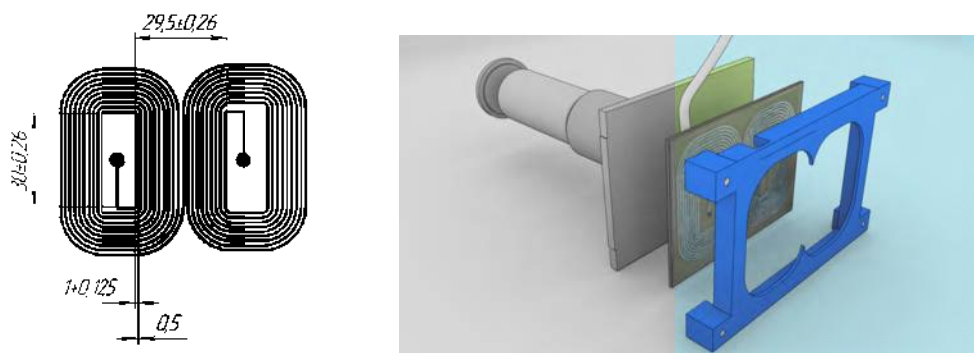


Рис. 3. Индуктор ЭМАП в виде двух симметрично расположенных эллипсов

В коде программы можно задать необходимую частоту, количество импульсов и задержку, необходимую для принятия отраженного сигнала. Сигнал поступает на УВЧ, схема которого представлена на рис. 4. После усиления сигнал поступает на индуктор, подключенный в схему в качестве нагрузки. Код программы представлен на рис. 5.

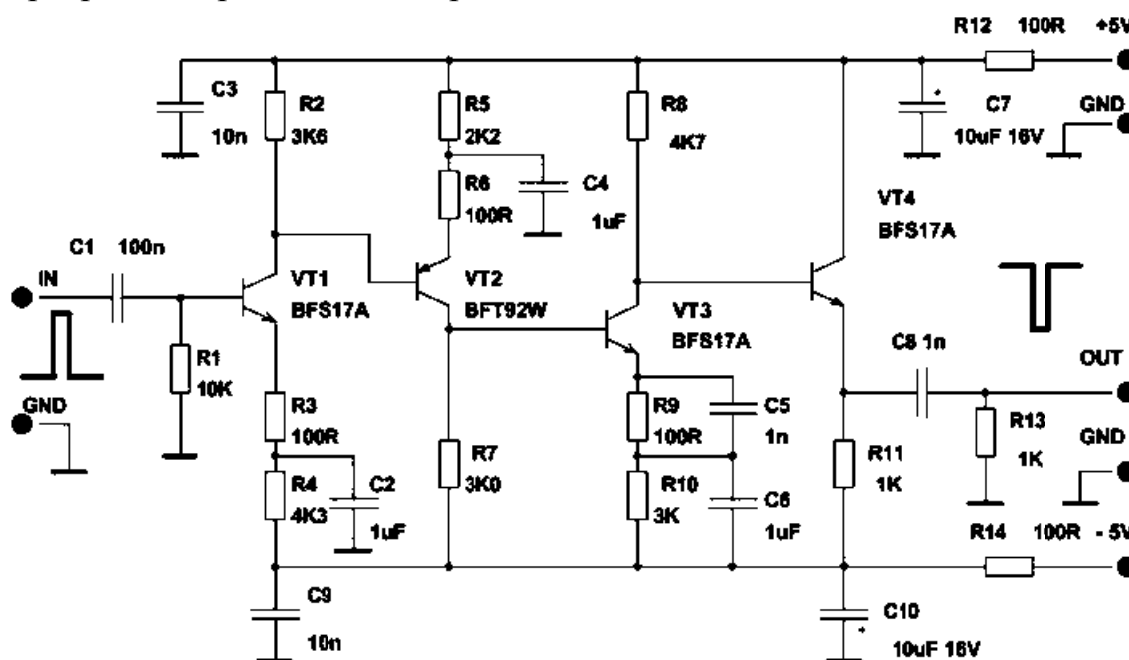


Рис. 4. Схема УВЧ

Дальнейшая работа в этом направлении предусматривает формирование необходимых параметров сигнала для реализации прямого электромагнитно-акустического преобразования, что позволит разработать программно-аппаратный комплекс.

```

long d = 100000; // Частота
long b = 10; // Количество импульсов
float c;
long e = 5000; // Задержка до отправки следующей группы импульсов
void setup()
{
  pinMode(3, OUTPUT);
  c = 1000000*1/d;
}
void loop()
{
  for ( int a = 0; a < b ; a++ )
  {
    digitalWrite(3, HIGH);
    delayMicroseconds(c);
    digitalWrite(3, LOW);
    delayMicroseconds(c);
  }
  delay(e);
}

```

Рис. 5. Код программы

1. Баширов, М.Г. Разработка электромагнитно-акустического метода диагностики электроэнергетического оборудования / М.Г. Баширов, И.Г. Хуснутдинова // Наука. Технология. Производство-2014: тезисы докладов Международной научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 2014. – С. 68-70.

2. Баширова, Э.М. Ранжирование нефтегазового оборудования при переходе на систему обслуживания и ремонта по техническому состоянию / Э.М. Баширова, У.Ф. Юмагузин, Р.Т. Юлбердин // Транспорт и хранение нефтепродуктов и углеводородного сырья. 2014. – № 1. – С. 18-22.

3. Хуснутдинова, И.Г. Анализ аварийных ситуаций в нефтегазовой отрасли при возникновении дефектов в металлических элементах оболочковых конструкций / И.Г. Хуснутдинова, М.Г. Баширов, И.К. Бакиров // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. 2017. – № 2 (108). – С. 155-164.

4. Arduino Uno. Общие сведения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://arduino.ru/Hardware/ArduinoBoardUno>.

5. Баширов, М.Г. Актуальность и перспективы развития электромагнитно-акустического метода диагностики металлических конструктивных элементов энергетического и технологического оборудования / М.Г. Баширов, И.Г. Хуснутдинова, Д.Р. Усманов, А.А. Баймурзина // Наука и образование в жизни современного общества: сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции. 2015. – С. 28-30.

6. Баширов, М.Г. Оценка напряженно-деформированного состояния и уровня поврежденности металла нефтегазового оборудования / М.Г. Баширов, Д.Р. Усманов, И.Г. Хуснутдинова // Теоретические и прикладные аспекты современной науки: сборник научных трудов по материалам VI Международной научно-практической конференции. Под общей редакцией М.Г. Петровой. 2015. – С. 27-29.

Секция «СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ И МАТЕРИАЛЫ»

ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУИРОВАНИЯ И РАСЧЕТА УЗЛОВ СОЕДИНЕНИЯ ЛСТК

Е. И. Белкина

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

При проектировании строительных конструкций особое внимание следует уделять узлам их соединения. Через узловые соединения происходит передача нагрузки от одного конструктивного элемента к другому, поэтому они являются очень ответственной частью конструкции, от которой напрямую зависит её прочность и надежность.

В данной работе рассматриваются особенности конструирования и расчета узлов болтовых соединений ЛСТК (лёгкие стальные тонкостенные конструкции) в соответствии с методиками, представленными в Еврокоде-3: «Проектирование стальных конструкций» [1] и СП 260.1325800.2016 «Конструкции стальные тонкостенные из холодногнутого оцинкованных профилей и гофрированных листов. Правила проектирования» [2].

Целью данной работы является сравнение методик конструирования и расчета узлов соединения в соответствии с методиками, описанными в СП 260.1325800.2016 и Еврокоде-3. Для достижения данной цели были поставлены следующие задачи: изучение конструктивного решения узлов соединения ЛСТК; изучение методик расчета узлов соединения ЛСТК; сравнительный анализ данных методик; конструирование и расчет узлов на примере несущей рамы надстраиваемого мансардного этажа; исследование полученных результатов; выводы по работе.

Технология строительства с применением стального тонкостенного оцинкованного профиля подразумевает несколько вариантов крепежа. Соединения ЛСТК бывают: сварными, клеевыми и на метизах (заклепки, самонарезающие винты, дюбели, болты). Наиболее часто используются соединения на самонарезающих винтах или болтах.

Болтовые соединения по характеру их работы классифицируются следующим образом:

- работающие на сдвиг;
- работающие на растяжение;
- работающие одновременно на сдвиг и растяжение.

Основным видом работы болтового соединения является работа на сдвиг. Болты в таких соединениях воспринимают нагрузки, которые перпендикуляр-

ны их продольной оси, и работают на срез, а стенки отверстий соединяемых элементов – на смятие.

Когда на узел действует внешняя сила, направленная параллельно продольной оси болта, происходит их работа на растяжение (вырывание, выдергивание).

При сравнительном анализе методик расчета узлов болтовых соединений на сдвиг и растяжение, приведенных в [1] и [2], было выявлено, что они имеют одинаковую структуру. Однако расчетные формулы в данных нормативных документах имеют различия, состоящие в следующем:

- 1) прочностные характеристики метизов;
- 2) прочностные характеристики стали, соединяемых элементов;
- 3) значения коэффициентов надежности, безопасности, условий работы метизов и соединяемых элементов.

При расчете в соответствии с [1] следует также соблюдать требования, приведенные в СП 16.13330.2017 «Стальные конструкции» [3].

Также были рассмотрены условия по конструированию узлов болтовых соединений. Размеры расположения метизов в соединениях в соответствии с условиями [1] и [2] имеют различные значения, представленные в таблице в соответствии с рис. 1.

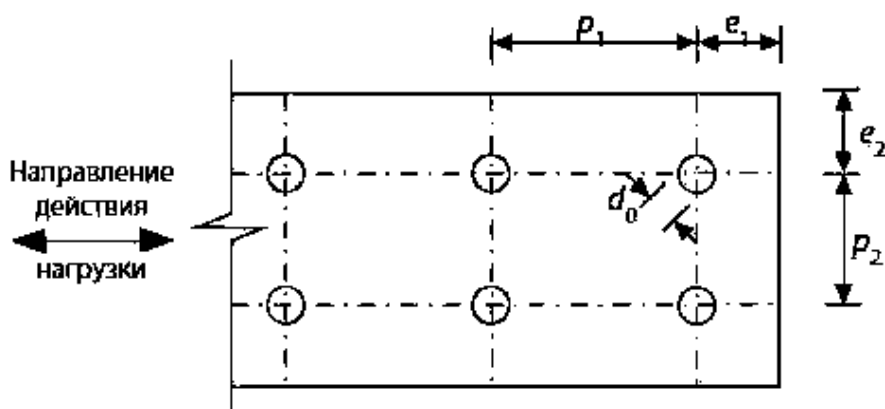


Рис. 1. Расположение метизов в соединениях

Таблица

**Минимальные допустимые расстояния между ботами и от их осей
до краев соединяемых элементов**

	СП 260.1325800.2016	Еврокод-3
e_1	$\geq 2,0 \cdot d_0$	$\geq 1,0 \cdot d_0$
e_2	$\geq 1,5 \cdot d_0$	$\geq 1,5 \cdot d_0$
p_1	$\geq 2,5 \cdot d_0$	$\geq 3,0 \cdot d_0$
p_2	$\geq 2,5 \cdot d_0$	$\geq 3,0 \cdot d_0$
Минимальный размер болта	M6	M6

Были произведены конструирование и расчет узлов болтового соединения конструктивных элементов несущей поперечной рамы для надстраиваемого мансардного этажа. Рассчитываемые узлы, изображены на рис. 2.

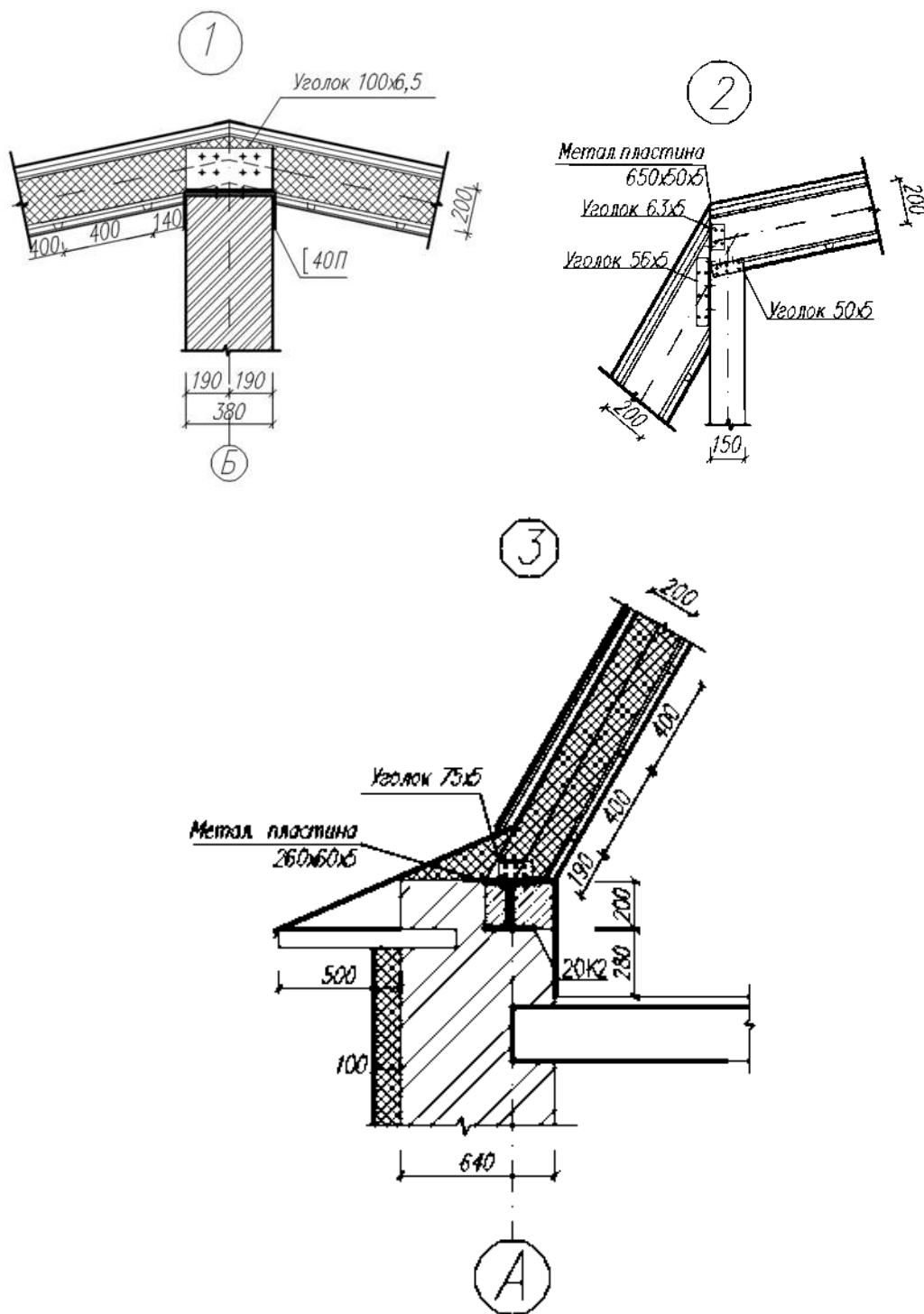


Рис. 2. Узлы соединения элементов несущей рамы:

- 1 – коньковый узел;
- 2 – узел изменения угла наклона кровли;
- 3 – карнизный узел

Расчеты показали, что несущая способность болтов, рассчитанная в соответствии с требованиями СП 260.1325800.2016 на 15-17% ниже несущей способности, полученной по расчетам согласно Еврокоду-3.

1. СП 260.1325800.2016. Свод правил. Конструкции стальные тонкостенные из холодногнутых оцинкованных профилей и гофрированных листов. Правила проектирования: утв. приказом Министерства строительства и ЖКХ РФ от 03.12.2016 №881- Введ. 04.06.2017. – М. – 116 с.

2. Уэй, Э. Руководство по расчету элементов из стальных холодноформованных профилей в соответствии с Еврокодом 3 / Э. Уэй, М. Хэйвуд, Н.А. Беляев, С.И. Билык, А.С. Билык. – Киев : Украинский Центр Стального Строительства, 2015. – 223 с.

3. СП 16.13330.2017. Свод правил. Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81*. – Введ. 28.08.2017. – М.: Национальные стандарты, 2017. – 143 с.

ЭКСПЕРТИЗА ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ «ПРОЕКТ ЗДАНИЯ АВТОМОЙКИ ПО УЛ. ЛЕНИНГРАДСКОЙ»

Н.А. Борисова

Научный руководитель М.Ю. Белозор, канд. техн. наук, доцент

Череповецкий государственный университет

г. Череповец

Экспертиза проектной документации "Проект здания автомойки по ул. Ленинградской" выполнена с целью определения соответствия заложенных в проекте технических и технологических решений действующим стандартам, нормам и правилам промышленной безопасности [1,3].

Здание автомойки по ул. Ленинградской запроектировано двух пролётным, одноэтажным. Размерами в плане 9,0х28,0 м. Высота здания до балок покрытия 4,0 м. За относительную отметку 0.000 принята отметка уровня чистого пола.

Класс ответственности здания автомойки - нормальный.

Класс функциональной пожарной опасности: Ф5.1 (производственные здания и сооружения).

Среда эксплуатации строительных конструкций здания автомойки - среднеагрессивная.

Фундамент под объект – железобетонная монолитная плита $\delta=300$ мм на естественном основании.

Материал конструкций – бетон В20 по прочности на сжатие, по водонепроницаемости – W6, по морозостойкости – F150, арматура – сталь горячекатаная класса А-400с по СТО АСЧМ 7-93.

Железобетонные конструкции фундаментов выполнены в соответствии с требованиями СП 52-103-2007 "Железобетонные монолитные конструкции зданий" и СП 63.13330.2012 Свод правил. Актуализированная редакция "СНиП 52-01-2003 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения".

Под фундаментную плиту проектом предусмотрено устройство подсыпки из ПГС $\delta=500$ мм, поверх которой предусмотрена гидроизоляция - профилированная мембрана PLANTER standard.

Конструкции фундаментов запроектированы в соответствии с требованиями СП 22.13330. 2011 Свод правил. Актуализированная редакция "СНиП 2.02.01-83* Основания зданий и сооружений"; СП 45.13330.2012 Свод правил. Актуализированная редакция "СНиП 3.02.01-87 Земляные сооружения, основания и фундаменты"; СП 50-101-2004 "Проектирование и устройство оснований и фундаментов зданий и сооружений"; СП 20.13330.2011 Свод правил. Актуализированная редакция "СНиП 2.01.07-85*. Нагрузки и воздействия".

Каркас здания запроектирован из металлических конструкций.

Балки запроектированы из двутавров по СТО АСЧМ 20-93. Колонны и связи - из замкнутых гнутосварных профилей по ГОСТ 30245-2003. Элементы несущих металлоконструкций - из стали марки С245.

Металлические конструкции запроектированы в соответствии с требованиями СП 16.13330.2011 Свод правил. Актуализированная редакция "СНиП II-23-81* Стальные конструкции".

Устойчивость каркаса в поперечном направлении обеспечивается жёсткостью рам и системой связей.

Геометрическая неизменяемость каркаса в продольном направлении обеспечивается системой распорок и вертикальных связей по колоннам и горизонтальным диком покрытия.

Конструкции рассчитаны на действие нагрузок от собственного веса и конструкций, которые на них опираются, снеговых и ветровых нагрузок в соответствии с СП 20.13330.2011.

Стеновое ограждение – сэндвич-панели с утеплителем из пенополиизоцианурата. Кровля запроектирована утеплённой односкатной.

Конструкции стен и покрытий выполнены в соответствии с требованиями СП 70.13330.2012 Свод правил. Актуализированная редакция "СНиП 3.03.01-87 Несущие и ограждающие конструкции".

Полы – бетонная стяжка. Конструкция полов соответствует требованиям СП 29.13330.2011 Свод правил. Актуализированная редакция "СНиП 2.03.13-88 Полы".

Надёжность запроектированных конструктивных элементов здания автомойки обеспечивает эксплуатационную надёжность всей системы конструкций и не угрожает жизни и здоровью людей.

Проведённой экспертизой установлено, что отступлений и нарушений градостроительных норм, требований технических регламентов [2] в части соблюдения санитарно-эпидемиологических требований, требований промышленной и пожарной безопасности не выявлено.

1. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности "Правила проведения экспертизы промышленной безопасности". Зарегистрированы в Минюсте РФ 26 декабря 2013 г. Регистрационный N 30855.

2. Федеральный закон № 384-ФЗ от 30.12.2009 г. "Технический регламент о безопасности зданий и сооружений". Принят Государственной Думой 23 декабря 2009 года. Одобрен Советом Федерации 25 декабря 2009 года.

3. Федеральный закон от 21.07.1997 N 116-ФЗ (с изм. и доп., вступ. в силу с 25.03.2017) "О промышленной безопасности опасных производственных объектов". Принят Государственной Думой 20 июня 1997 года.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕСЪЕМНОЙ ОПАЛУБКИ ПРИ ЗИМНЕМ БЕТОНИРОВАНИИ

А.И. Васильева

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

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Актуальность работы обусловлена возможностью бетонирования стен зданий из монолитного железобетона в несъемной опалубке из щепоцементных плит Velox при более низких температурах наружного воздуха, а также, в дальнейшем, уменьшении теплотерь на этапе эксплуатации.

Цель работы:

- использование несъемной опалубки Velox при зимнем бетонировании;
- сокращение энергопотребления здания из монолитного железобетона с несъемной опалубкой из щепоцементных плит Velox.

Высокая температура ускоряет большинство химических процессов, участвующих в гидратации и твердении цемента. Низкая положительная температура замедляет процесс схватывания и нарастания прочностных характеристик бетона, то отрицательная полностью его прекращает. И основная причина этого в том, что происходит вымерзание воды в молодом бетоне, которая является основным компонентом для образования цементного камня.

Замораживание бетона в раннем возрасте негативно влияет на его свойства после оттаивания, при последующем твердении и необратимым воздействием мороза на структуру бетона. Поэтому в соответствии с нормами [3]: для бетонных и железобетонных конструкций с ненапрягаемой арматурой для бе-

тона класса В15 (М200) минимальная прочность не менее 50%. В работе задаемся временем твердения бетона 2 суток и необходимой марочной прочностью 50%. По рис. 1 видно, что необходимая средняя температура твердения бетона не менее 28 °С.

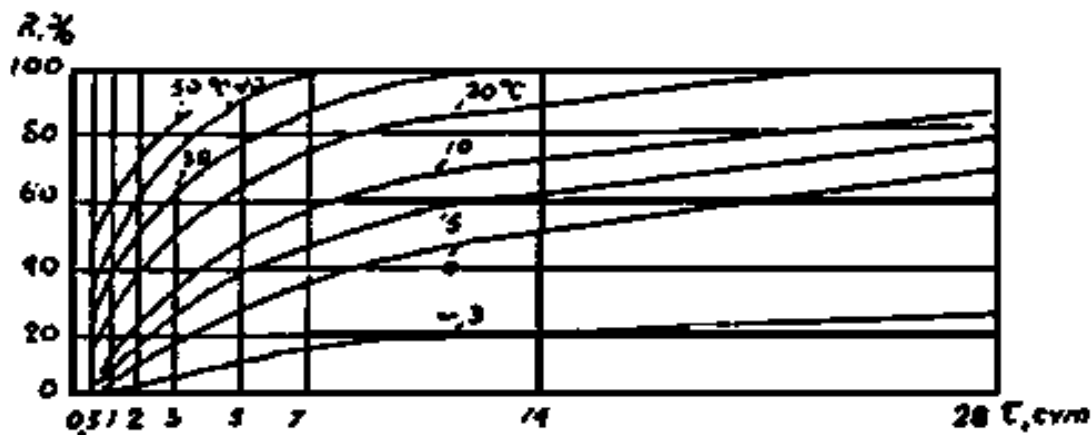


Рис. 1. Нарастание прочности бетона марок 200-300 на портландцементе марки 400 (в % от R28 при температурах от -3 до +50 °С).

При бетонировании в условиях отрицательных температур принят следующий порядок работ:

- монтаж опалубки стен и перекрытий;
- установка тепловой пушки внутри помещения;
- заливка бетонной смеси (после заливки открытые участки утепляются матами).

Расчет опалубки при бетонировании в условиях отрицательных температур производился согласно [2]. Для данной конструкции опалубки коэффициент ее теплопередачи определяется по формуле:

$$K = \frac{C \cdot \gamma}{M_n} \left[1,5 - \sqrt{\frac{6 \cdot (t_{\text{бср.}} - t_{\text{в}})}{t'_{\text{бн}} - t_{\text{в}}}} - 3,75 \right], \quad (1)$$

где K – коэффициент теплопередачи опалубки, $\text{Вт}/\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С}$;

C – удельная теплоемкость бетона, $\text{кДж}/\text{кг} \cdot ^\circ\text{С}$;

γ – объемная масса бетона, $\text{кг}/\text{м}^3$;

M_n – модуль поверхности остываемой конструкции, м^{-1} ;

$t_{\text{бср.}}$ – среднее значение температуры бетона за время остывания, $^\circ\text{С}$;

$t_{\text{в}}$ – температура наружного воздуха, $^\circ\text{С}$;

$t'_{\text{бн}}$ – начальная температура бетонной смеси перед укладкой.

Толщина теплоизоляционного слоя опалубки определена по формуле:

$$\delta_{\text{из}} = \lambda_{\text{из}} \left[\frac{1}{K} - \left(\frac{1}{\alpha_{\text{л}} + \alpha_{\text{к}}} \right) + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} \right], \quad (2)$$

$\delta_{\text{из}}$ – толщина теплоизоляции слоя, мм;

$\lambda_{\text{из}}$ и λ_i – коэффициент теплопроводности соответственно теплоизоляции и составляющих материалов опалубки, $\text{Вт}/\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С}$;

– коэффициенты теплоотдачи излучением и конвективной теплоотдачи опалубки.

Результат расчета показан на рис. 2.

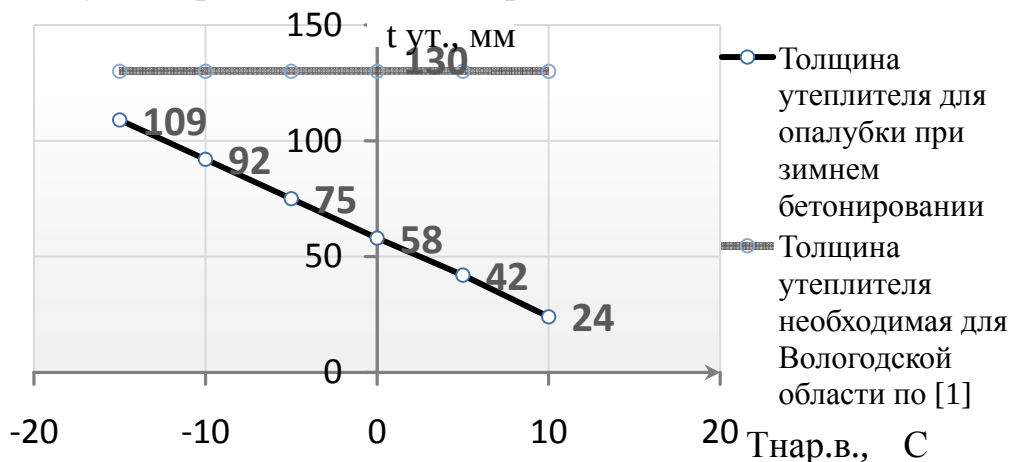


Рис. 2. Зависимость температуры толщины требуемого утепления и температуры наружного воздуха.

Таким образом, благодаря использованию в Вологодской области несъемной опалубки из щепоцементных плит Velox и утеплителя, входящего в их состав, можно выполнять бетонные работы при температуре наружного воздуха до $-15^\circ C$ без затрат на дополнительное утепление опалубки.

1. 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.

2. ТР 80-98. Технические рекомендации по технологии бетонирования безобогревным способом монолитных конструкций с применением термоса и ускоренного термоса.: утв. комплексом перспективного развития г. Москвы от 25.12.1998. – М.: Мосоргстрой, 1998. – 231 с.

3. СП 70.13330.2012. Свод правил. Несущие и ограждающие конструкции. Актуализированная редакция.: СНиП 3.03.01-87.: утв. приказом Федерального агентства по строительству и жилищно-коммунальному хозяйству (Госстрой) от 25 декабря 2012 г. N 109/ГС.:введ. 01.07.2013 г.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНОГО РАСПОЛОЖЕНИЯ СВЕТОВЫХ ПРОЕМОВ В ГИПАРАХ

Д.В. Воробьева

Научный руководитель Н.С. Новожилова, канд. техн. наук, доцент
Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет
г. Санкт-Петербург

Основной задачей статьи является исследование поведения гиперболической оболочки на прямоугольном контуре при организации в ней световых проемов.

В современном строительстве распространены пространственные конструкции покрытий для большепролетных зданий, таких как спортивные сооружения, производственные здания, торгово-выставочные павильоны и т.п., и для создания интересных архитектурных форм. Среди многочисленных современных систем наиболее примечательными по праву считаются оболочки двоякой кривизны, которые являются выражением кардинальной идеи архитектурной конструкции [1].

На данный момент не разработано нормативной документации по расчету оболочек отрицательной Гауссовой кривизны при наличии в них проемов. В существующих нормах [2] п.9 и п.11 прописаны требования к конструированию длинных цилиндрических оболочек и пологих оболочек положительной Гауссовой кривизны со световыми проемами. Для последних в 2016 г «НИЦ «Строительство» начал разработку расчетно-обоснованной базы по назначению нормативных конструктивных параметров сборно-сталежелезобетонных большепролетных сводчатых покрытий с большими световыми проемами.

Первоначальной задачей было определение наиболее рационального расположения отверстий в гиперболических оболочках. Для этого был проведен сравнительный анализ напряженного состояния оболочек положительной и отрицательной Гауссовых кривизн при помощи расчетного комплекса SCAD. В программе были заданы оболочки на одинаковых прямоугольных планах загруженных равномерной нагрузкой (собственный вес оболочки).

Для задания оболочек в расчетном комплексе были использованы формулы плоскостей двойной кривизны, приведенные в [2]:

$$z = -f_1 \left(\frac{x}{a}\right)^2 - f_2 \left(\frac{y}{b}\right)^2$$
 – для оболочки положительной Гауссовой кривизны (где a, b – полупролеты оболочки);

$$z = C_0xy + C_1x + C_2y + C_3$$
 – для оболочки отрицательной Гауссовой кривизны (где C_i – константы);

Схематическое изображение оболочек и заданный центр начала координат с направлением осей указаны на рис. 1.

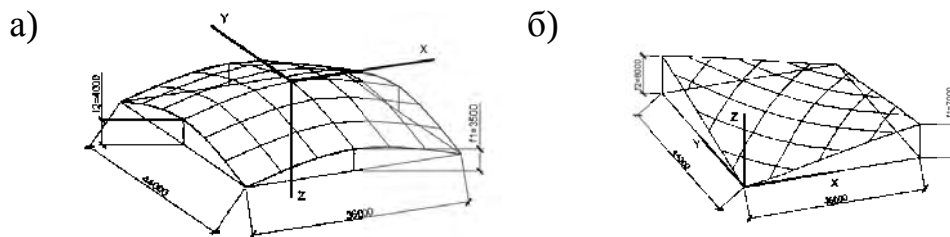


Рис 1. Схемы оболочек:

а – оболочка положительной Гауссовой кривизны;
б – оболочка отрицательной Гауссовой кривизны.

Таблица

Геометрические характеристики оболочек

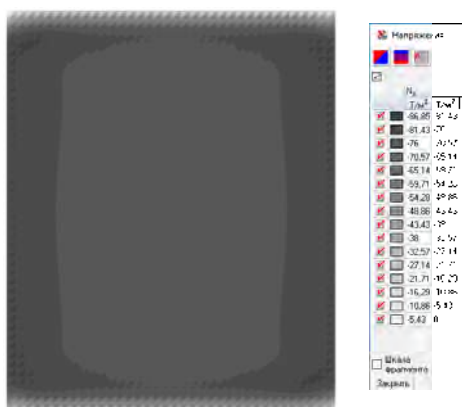
Параметры	Оболочка «+» Гауссовой кривизны	Оболочка «-» Гауссовой кривизны
Геометрия плана (м)	36x44	36x44
Стрела подъема f_1 (м)	3,5	7
Стрела подъема f_2 (м)	4,0	8
Функция плоскости оболочки[2]	— —	— — —
Толщина оболочки (мм)	60	60

Поскольку оболочки опираются на диафрагмы жесткости по контуру, для более правильного задания расчетной схемы рассмотрим два варианта опирания оболочек: шарнирное и жесткое. Данный вид закрепления аналогичен жестким диафрагмам, но существуют и гибкие в своей плоскости диафрагмы (например, арки с затяжками). В п.11.20 [2] приведен сравнительный анализ расчета одной и той же оболочки без учета податливости и с учетом действительной жесткости диафрагмы.

По результатам линейного расчета оболочек, характеристики которых указаны в таблице, методом МКЭ в SCAD получены следующие результаты:

1) Для оболочки положительной Гауссовой кривизны с шарнирным опиранием:

а)



б)

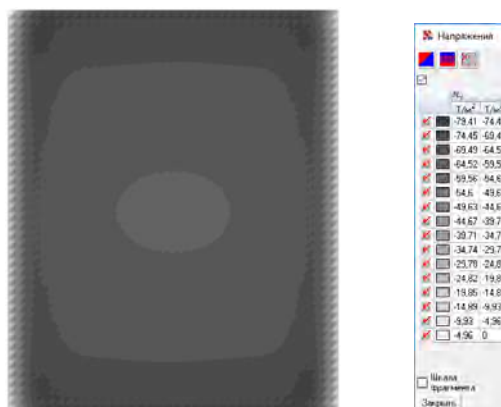


Рис 2. Поля напряжений оболочки положительной Гауссовой кривизны:

а – напряжения N_x ; б – напряжения N_y

2) Для оболочки положительной Гауссовой кривизны с жестким опиранием:

а)



	N_x	
	T/M^2	T/M^2
☒	-80,15	-75,14
☒	-75,14	-70,13
☒	-70,13	-65,12
☒	-65,12	-60,11
☒	-60,11	-55,1
☒	-55,1	-50,09
☒	-50,09	-45,08
☒	-45,08	-40,07
☒	-40,07	-35,06
☒	-35,06	-30,06
☒	-30,06	-25,05
☒	-25,05	-20,04
☒	-20,04	-15,03
☒	-15,03	-10,02
☒	-10,02	-5,01
☒	-5,01	0

б)



	N_y	
	T/M^2	T/M^2
☒	-99,2	-93
☒	-93	-86,8
☒	-86,8	-80,6
☒	-80,6	-74,4
☒	-74,4	-68,2
☒	-68,2	-62
☒	-62	-55,8
☒	-55,8	-49,6
☒	-49,6	-43,4
☒	-43,4	-37,2
☒	-37,2	-31
☒	-31	-24,8
☒	-24,8	-18,6
☒	-18,6	-12,4
☒	-12,4	-6,2
☒	-6,2	0

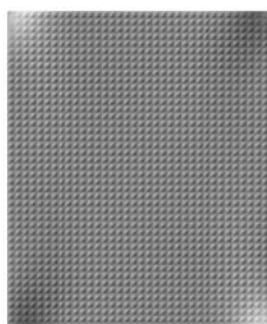
Рис 3. Поля напряжений оболочки положительной Гауссовой кривизны:

а – напряжения N_x ; б – напряжения N_y

Значение напряжений отрицательное, следовательно, оболочка испытывает сжатие по всей плоскости в двух направлениях при любых закреплениях.

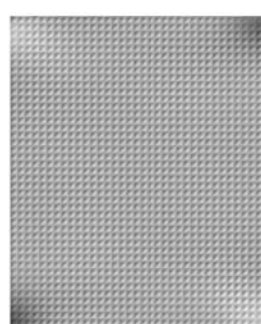
3) Для оболочки отрицательной Гауссовой кривизны с шарнирным опиранием:

а)



Напряжения		
	N_x	
	T/M^2	T/M^2
☒	-97,88	-77,8
☒	-77,8	-57,72
☒	-57,72	-37,65
☒	-37,65	-17,57
☒	-17,57	2,51
☒	2,51	22,59
☒	22,59	42,66
☒	42,66	62,74
☒	62,74	82,82
☒	82,82	102,89
☐	Шкала фрагмента	
☐	Заккрыть	

б)



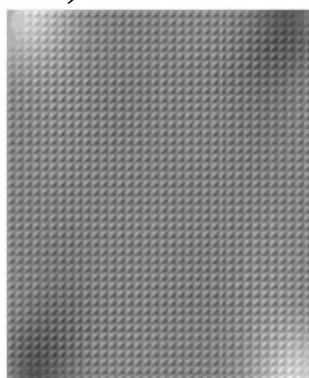
Напряжения		
	N_y	
	T/M^2	T/M^2
☒	-102,38	-81,38
☒	-81,38	-60,39
☒	-60,39	-39,4
☒	-39,4	-18,41
☒	-18,41	2,58
☒	2,58	23,58
☒	23,58	44,57
☒	44,57	65,56
☒	65,56	86,55
☒	86,55	107,55
☐	Шкала фрагмента	
☐	Заккрыть	

Рис 4. Поля напряжений оболочки отрицательной Гауссовой кривизны:

а – напряжения N_x ; б – напряжения N_y

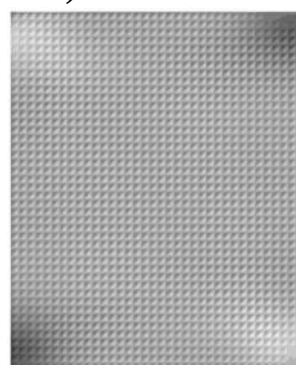
4) Для оболочки отрицательной Гауссовой кривизны с жестким опиранием:

а)



	N_x	
	T/M^2	T/M^2
☒	-195,87	-163,9
☒	-163,9	-131,93
☒	-131,93	-99,96
☒	-99,96	-67,99
☒	-67,99	-36,02
☒	-36,02	-4,06
☒	-4,06	27,91
☒	27,91	59,88
☒	59,88	91,85
☒	91,85	123,82

б)



	N_y	
	T/M^2	T/M^2
☒	-117,61	-85,71
☒	-85,71	-53,81
☒	-53,81	-21,91
☒	-21,91	9,99
☒	9,99	41,89
☒	41,89	73,79
☒	73,79	105,69
☒	105,69	137,59
☒	137,59	169,49
☒	169,49	201,39

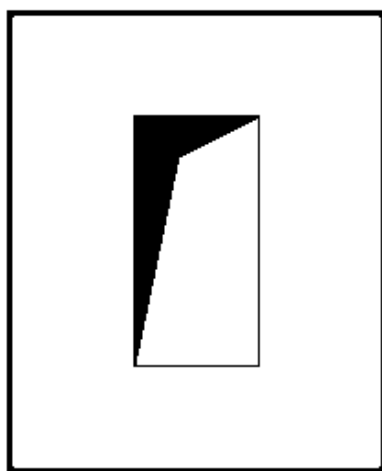
Рис 5. Поля напряжений оболочки отрицательной Гауссовой кривизны:

а – напряжения N_x ; б – напряжения N_y

Исходя из результатов расчета видно, что большая часть оболочки (средняя область и опущенные угловые зоны) испытывают сжатие, а у поднятых углов возникает напряжение растяжения при любых закреплениях.

Согласно существующим наработкам в оболочках положительной Гауссовой кривизны проемы располагаются в центральной зоне (Рис.6), где оболочка испытывает усредненные значения сжимающих напряжений (Рис.2,3). Проводя аналогию с оболочкой отрицательной Гауссовой кривизны, усредненные значения сжимающих напряжений находятся между опущенными краями гипара (рис. 4, 5). Следовательно, проемы в таких оболочках предположительно рациональнее располагать по линии усредненных напряжений сжатия (рис. 6).

а)



б)

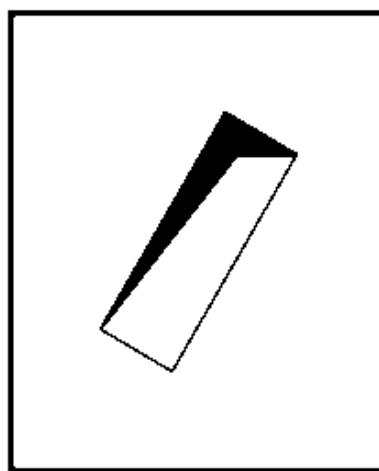


Рис 6. Условное расположение проемов в оболочках:
а – оболочка «+» Гауссовой кривизны; б – оболочка «-» Гауссовой кривизны

Таким образом, исходя из первоначальных наработок, можно сделать вывод, что наиболее рациональное расположение проемов в гиперболических оболочках находится по диагонали между опущенными углами. Дальнейшее исследование будет направлено на уточнение этих результатов и разработку расчетного и конструктивного обоснования создания световых или технических проемов различных размеров и конфигурации в оболочках отрицательной Гауссовой кривизны.

1. Гипары. Расчет и проектирование пологих оболочек покрытий в форме гиперболических параболоид[Текст]: учеб. для вузов / И.Е. Милейковский, А.К. Купар. – М.: Стройиздат. – 1978. – 264 с.: ил.

2. Железобетонные пространственные конструкции покрытий и перекрытий[Текст]: СП 52-117-2008. –Введ.2008-08-15. -М.: ОАО "НИЦ "Строительство", с измен., 2010. – 27 с.: ил.

3. Железобетонные конструкции. Общий курс[Текст]: учеб. для вузов / Байков В.Н., Сигалов Э.Е. – М.: Стройиздат, – 1991. – 767с.: ил.

ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ УСИЛИЙ В АРОЧНОЙ И ПЕРЕКРЕСТНО-АРОЧНОЙ СИСТЕМАХ

О.Н. Гимазова

Научный руководитель Н.С. Новожилова, канд. техн. наук, доцент
Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет
г. Санкт-Петербург

Вопрос реконструкции промышленных и гражданских зданий в настоящее время является актуальным. Это связано, во-первых, с существующей экономической обстановкой, во-вторых, в условиях плотной застройки больших городов реконструкция выступает и в качестве решения проблемы с нехваткой земель. Именно поэтому в последнее время многие существующие здания адаптируются под современные нормы, требования и необходимые функции.

В одном из проектов рассматривается реконструкция существующего промышленного здания с целью создания гостинично-торгового комплекса. Имеющееся здание представляет собой одноэтажное сложное в плане сооружение каркасного типа с перекрестным расположением ригелей с шагом колонн 6 м в поперечном направлении и 12 м в продольном направлении. Требуется значительно увеличить пролеты здания до 43-60 м, чтобы освободить центральную часть помещения первого этажа для расположения в ней выставочного зала. Также проектом предусматривается надстройка центральной части, в которой будет располагаться гостиница.

Возникает вопрос: какую использовать конструкцию, чтобы удовлетворить все необходимые требования, при этом соблюдая экономическую целесообразность?

При больших пролетах (свыше 30 м) применяются арочные конструкции, т.к. в отличие от балок, они являются более эффективными, способными воспринимать значительные нагрузки. Под вертикальной нагрузкой арка работает в большей степени на сжатие.

Рассмотрим особенности работы арочной (рис. 1 и 2) и перекрестно-арочной (рис. 3 и 4) систем под воздействием единичной равномерно-распределенной нагрузки на примере квадратного плана размером 45х45 м.

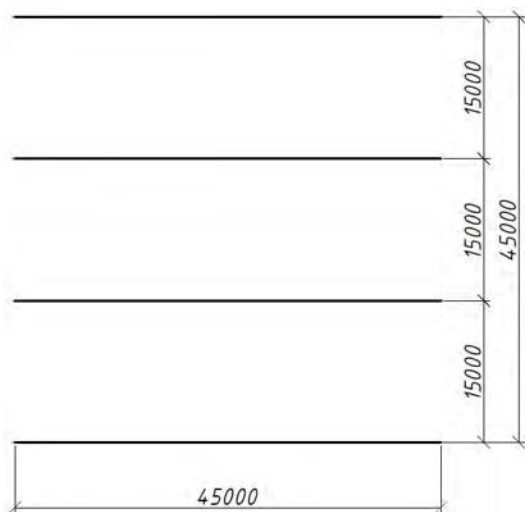


Рис. 1. План расположения одиночных арок

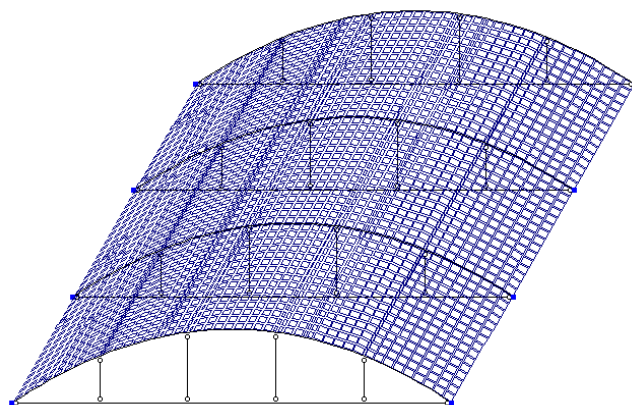


Рис. 2. Расчетная схема

Что представляет собой перекрестно-арочная система?

Перекрестные системы покрытия состоят из несущих линейных элементов, пересекающихся в плане под углом 90° , при этом если конструкция состоит из несущих элементов, расположенных параллельно сторонам квадрата или прямоугольника, и составляет сетку из квадратных ячеек, то такая конструкция называется ортогональной. Если та же квадратная сетка расположена к контурам покрытия под углом 45° , то такая конструкция называется диагональной. [1]. В нашем случае рассмотрим ортогональную конструкцию (рис. 3 и 4).

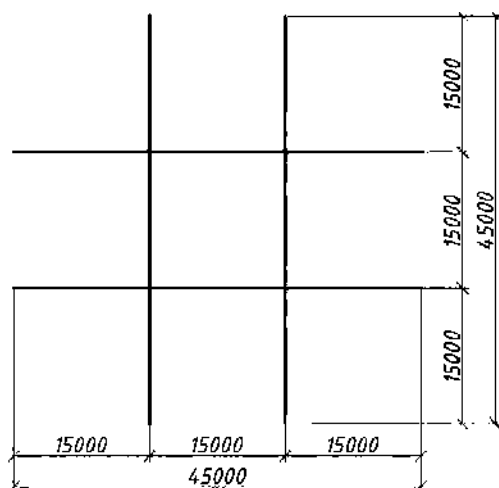


Рис. 3. План расположения арок в перекрестно-арочной системе

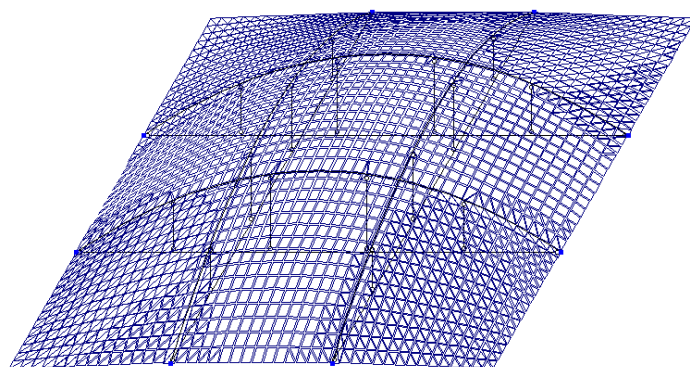


Рис. 4. Расчетная схема перекрестно-арочной системы

Нагружаем систему из единичных арок (рис. 2) единичной равномерно-распределенной нагрузкой величиной 1 т/м^2 . Усилия, возникающие в арке, представлены на рис. 6.

Теперь рассмотрим работу перекрестно-арочной системы (рис. 4) под действием аналогичной распределенной единичной нагрузки.

Значения сжимающих усилий уменьшились до величины -558 т; растягивающие усилия в затяжке и подвесках изменились незначительно (8,63 т).

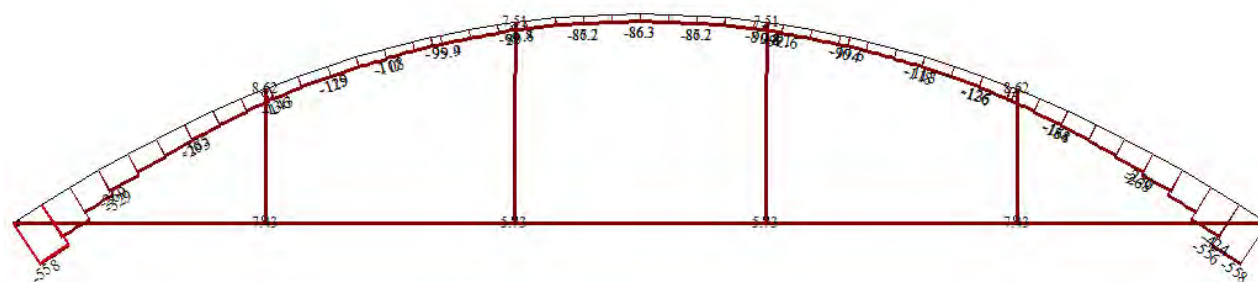


Рис. 7. Эпюры продольных сил N, t

Исходя из данных исследований, прослеживается положительная тенденция использования перекрестно-арочных систем по сравнению с арочными. Наблюдается уменьшение внутренних усилий в поперечных сечениях, что приводит к уменьшению их размеров, собственного веса и, следовательно, к экономии материала и снижению нагрузок. Однако для оценки степени рациональности перекрестно-арочной системы необходимо исследовать ее работу под действием различных нагрузок (неравномерная, сосредоточенная нагрузки; нагрузка на половину пролета арки).

1. Архитектурные конструкции [Текст]: учебник для студентов высших учебных заведений / З. А. Казбек-Казиев [и др.]. – М.: Высшая школа, 1989. – 413 с.

2. Байков, В.Н. Железобетонные конструкции [Текст]: учебник для студентов высших учебных заведений / В.Н. Байков, Э.Е. Сигалов. – М.: Стройиздат, 1991. – 767 с.

3. Железобетонные пространственные конструкции покрытий и перекрытий [Текст]: СП 52-117-2008*. – Введ. 2008-08-15.

ТЕХНОЛОГИЯ УСТРОЙСТВА ФУНДАМЕНТА ДЛЯ МАЛОЭТАЖНОГО ДОМОСТРОЕНИЯ СИСТЕМЫ «ВОЛОГДА»

А.П. Городишенина

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

Целью представленной работы является исследование возможности использования рассматриваемой технологии строительства мелкозаглубленного фундамента типа «шведская плита» для зданий системы «Вологда». В процессе работы выяснено, что представляет собой данная технология, её достоинства и недостатки. Проведен сравнительный анализ двух фундаментов.

Каркасные дома стали очень востребованы в наше время. Эти дома имеют легковесную конструкцию, которая применима на фундаментах любых видов. Данные дома имеют низкую стоимость и высокую скорость строительства, они экологически безопасны, высокотеплоэффективны, устойчивы к агрессивной среде.

Чтобы поддерживать комфортную температуру воздуха в каркасном доме, эксперты советуют устроить теплый водяной пол. В отличие от электрического он более экологичный, более практичный и обходится дешевле во время эксплуатации, так как может использоваться котёл на газу или на твёрдом топливе.

Для устройства теплого пола в каркасном доме применим фундамент технологии «шведская плита». Данная конструкция является современным, экономичным, теплоэффективным, высокотехнологичным решением.

Объектом исследования является фундамент индивидуального жилого каркасного дома. Его конструкция представлена на рисунке.

Данная технология уникальна, так как объединяет в себе возможность устройства фундамента, цоколя, теплого пола и поверхность пола первого этажа, уже готового к чистовой отделке.

При исследовании использовались методы анализа и обобщения литературных источников, научных публикаций, интернет-ресурса [1], нормативных документов и стандартов, анализ сравнительной технико-экономической оценки фундаментов разных типов.

Целью исследования является разработка внедрения технологии устройства фундамента «шведская плита» в Вологде и Вологодской области с применением местных строительных материалов и сокращение затрат организационными, техническими и экономическими методами, направленными на экономию ресурсов.

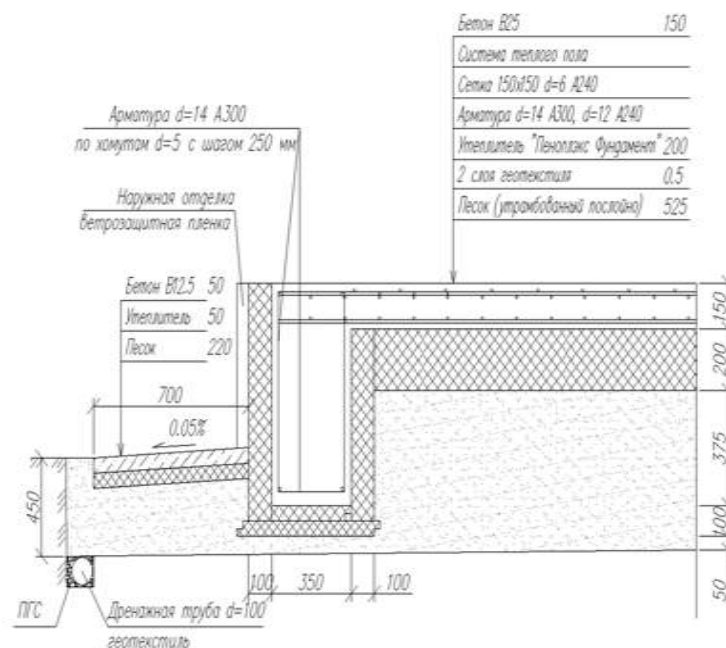


Рис. Конструкция УШП

Для достижения цели нужно решить следующие задачи:

1. Изучить данный материал в существующих источниках;
2. Выявить выполнимость использования фундамента УШП (утепленная шведская плита) как основание для малоэтажного строительства;
3. Провести сравнение технико-экономических показателей буронабивного свайного фундамента и фундамента УШП;
4. Снизить затраты на обеспечение людей комфортным жильем.

Строительство фундаментов трудоемкий и долгосрочный процесс. Стоимость его устройства лежит в пределах от 15% до 20% от общей стоимости здания. Фундамент – это основа здания, поэтому нужно ответственно к вопросу о выборе его типа.

Технология «шведской плиты» соединяет в себе устройство утепленной монолитной плиты фундамента и проведение коммуникаций, включая водяной подогрев пола.

Преимущества данной конструкции:

1. Строительство фундамента и прокладку коммуникаций выполняют в ходе одной технологической операции, что минимизирует сроки строительства.
2. Шлифованная поверхность плиты готова к укладке напольного покрытия.
3. Тонкий слой теплоизоляции предотвращает потерю тепла, а это означает снижение расходов на отопление дома.
4. Земля под утеплителем не промерзает, что сводит к минимуму проблемы на пучинистых грунтах.
5. Закладка фундамента не требует тяжелой техники.

Но конечно есть и недостатки. Все самые важные и нужные инженерные коммуникации находятся непосредственно внутри фундамента, поэтому доступ к ним затруднён. Невозможность устроить подвал. Требуется профессиональная бригада для выполнения строительно-монтажных работ.

Как и другие виды плитного фундамента, УШП плита представляет собой монолитное бетонное основание, укрепленное арматурой. При возведении небольших объектов рыть котлован не требуется, достаточно снять плодородный слой грунта. В специальную траншею кладут трубы отопления и канализации. Для предотвращения смешивания будущей подушки фундамента с грунтом, на поверхность укладывается слой геотекстиля расчетных характеристик. Все составляющие подушки должны быть сухими, это достигается путем установки дренажных колодцев. Укладывается двухслойная подушка. Из листов экструдированного пенополистирола укладывается подготовка под участок заливки бетона. После укладки тепловой сети, заливки и выдержки бетона, фундамент можно эксплуатировать. По периметру фундамента устраивается отмостка.

Этот тип фундамента рекомендуется к использованию в малоэтажном строительстве без организации подавала. Он обширно используется при строительстве каркасных домов, домов из газобетона и любых других видов теплых домов. Он наиболее подходит для участков застройки следующих грунтов: песок, супесь, суглинок, глина, слабонесущие и водонасыщенные грунты.

Таким образом, в ходе исследования технологии «шведская плита» и технико-экономического сравнения УШП и буронабивного фундаментов, выявлено, что данную технологию выгодно использовать в строительстве.

1. Черешнев И.В. Журнал «Технологии строительства» 1-2, 2014 [Электронный ресурс]. – Условия доступа: <http://ardexpert.ru/article/147>
2. Механиков В.М. Экономическое сравнение конструктивных решений индивидуальных жилых домов Вологодской области./ В.М. Механиков
3. Ермолова Е.В. Ресурсосбережение в проектировании фундаментов. Ресурсосберегающие технологии, материалы и конструкции: материалы научно-практической конференции (17 апреля 2013г.) /ПетрГУ./ Петрозаводск : ИздвоПетрГУ, 2013. 168 с.

ДЕФОРМАЦИИ ВОДОИЗОЛЯЦИОННОГО КОВРА ИЗ РУЛОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА РАЗЛИЧНЫХ ОСНОВАНИЯХ ПОКРЫТИЯ

А.П. Евсеева

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

Одной из основных задач дальнейшего развития и улучшения кровель из битумно-полимерных и полимерных рулонных материалов является задача оценки работоспособности рулонного кровельного материала в условиях эксплуатации на различных основаниях покрытия в Вологодской области.

Важнейшими факторами старения кровельных рулонных материалов являются различные климатические условия, вследствие чего материалы теряют свою эксплуатационную надежность. В процессе эксплуатации в весенне-летний период года поверхность кровли подвергается значительному нагреву, а в зимний период значительному охлаждению. Величина нагрева кровельного ковра зависит от температуры наружного воздуха, степени воздействия солнечной радиации и теплоотражающей способности поверхности кровли. Одним из самых важных факторов старения рулонных материалов является термонапряженное состояние и растрескивание поверхностного слоя под влиянием усилий, возникающих в покрытии из-за разности коэффициентов линейного температурного расширения (КЛТР) рулонного материала и материала основания покрытия при изменении температуры.

В качестве основания покрытия могут служить такие материалы, как цементная или асфальтобетонная стяжка, бетонные плиты покрытия, плиты ЦСП, древесно-стружечные плиты, жесткий утеплитель, металлическое основание.

При известных характеристиках материалов в результате сезонных изменений температуры прогнозирование долговечности сводится к определению температурных напряжений. В том случае, если они не превышают предела

длительной прочности материала покрытия при расчетной температуре, условие сплошности покрытия не нарушается.

В данной работе приводятся результаты расчетных исследований изменения линейных размеров рулонных материалов, выполненных из разных битумно-полимерных и полимерных материалов с различными КТЛР (таблица 1).

Изменения температуры кровельного ковра в процессе эксплуатации вызывают в нем растягивающие напряжения, обусловленные разными по величине коэффициентами линейного изменения (α , град⁻¹) ковра и основания под кровлю.

Таблица 1

Коэффициенты КТЛР рулонных материалов

Вид рулонного материала	Наименование материала	КТЛР
Битумно-полимерные рулонные материалы	Линокрот	$21,2 \cdot 10^{-6}$
	Техно-эласт С ЭКС	$28 \cdot 10^{-6}$
	Эластокрон	$17 \cdot 10^{-6}$
Полимерные рулонные материалы	Logicroof V-GR	$62,5 \cdot 10^{-6}$
	Logicroof V-RP	$75 \cdot 10^{-6}$
	ECOPLAST V-RP Siberia	$75 \cdot 10^{-6}$

Таблица 2

Коэффициенты КТЛР оснований под рулонные материалы

Наименование материала	КТЛР
Металлическое основание	$16,6 \cdot 10^{-6}$
Плиты ЦСП	$7,8 \cdot 10^{-6}$
Древесно-стружечные плиты	$2,98 \cdot 10^{-6}$
Цементно-песчаная стяжка	$9,9 \cdot 10^{-6}$

При изменении температуры на величину Δt степень сокращения элементов кровли длиной 1 зависит от их коэффициентов линейного изменения. Степень сокращения элементов кровли длиной l при изменении температуры:

$$\Delta l = \alpha \cdot l \cdot \Delta t, \quad (1)$$

где α – коэффициент линейного температурного изменения материала;

l – длина элемента кровли;

Δt – степень изменения температуры.

Так же линейные размеры и напряженное состояние рулонного материала зависит от способа прикрепления материала к основанию. Существуют различные способы, рассмотрим основные из них.

Если кровельный ковер из полимерного рулонного материала приклеен к основанию по всей поверхности, то при изменении температуры деформации ковра будут сдерживаться связью его со стяжкой и влияние этой связи необходимо учитывать путем введения в формулу (1) коэффициента заделки (связи) $k_{св}$. В [1] установлено, что $k_{св}=0,1$. Температурные деформации водоизоля-

ционного ковра из рулонного материала, приклеенного к стяжке, складываются из деформаций стяжки и водоизоляционного ковра и могут быть представлены формулой:

$$\Delta l = (\alpha_{cm} + \alpha_{\epsilon} \cdot \kappa_{ce}) \cdot l_{cm} \cdot \Delta t \quad (2)$$

где l_{cm} – шаг деформационных швов в стяжке, принимаемый равным 6 м.

Если водоизоляционный ковер из полимерного рулонного материала механически прикреплен к основанию крепежными элементами, размещенными с шагом $l_{кр}$ или свободно уложен при шаге деформационных швов здания $l_{ш}$ и, таким образом, связь ковра с основанием отсутствует, его температурные деформации могут быть вычислены соответственно по формулам:

$$\Delta l = \alpha_{\epsilon} \cdot l_{кр} \cdot \Delta t; \quad (3)$$

$$\Delta l = \alpha_{\epsilon} \cdot l_{ш} \cdot \Delta t. \quad (4)$$

Рассчитано в [2], что в Вологодской области темная поверхность рулонной кровли нагревается до 75 градусов при температуре наружного воздуха в 20 градусов. Следовательно, изменение температуры рулонного материала составляет 55 град.

В таблице 3 приведены расчетные значения изменения элементов кровли при изменении температуры.

Таблица 3

Степень сокращения элементов кровли при изменении температуры

Вид покрытия	Деформации покрытия, см	Вид рулонного материала	Деформации покрытия при сплошной приклейке, см	Деформации покрытия при свободной укладке, см,	Деформации покрытия при механическом креплении (шаг 500 мм), см,
Цементно-песчаная стяжка	0,326	Линокрот (битумно-полимерный)	0,396	0,699	0,058
		Техноэласт С ЭКС (битумно-полимерный)	0,419	0,924	0,077
		Эластокрон (битумно-полимерный)	0,383	0,561	0,046
		Logicroof V-GR (полимерный)	0,533	2,06	0,171
		Logicroof V-RP (полимерный)	0,574	2,47	0,206
		ECOPLAST V-RP Siberia (полимерный)	0,574	2,47	0,206

Вид покрытия	Деформации покрытия, см	Вид рулонного материала	Деформации покрытия при сплошной приклейке, см	Деформации покрытия при свободной укладке, см,	Деформации покрытия при механическом креплении (шаг 500 мм), см,
Металлическое основание	0,743	Линокрот	0,617	0,699	0,058
		Техноэласт С ЭКС	0,64	0,924	0,077
		Эластокрон	0,604	0,561	0,046
		Logicroof V-GR	0,754	2,06	0,171
		Logicroof V-RP	0,795	2,47	0,206
		ECOPLAST V-RP Siberia	0,795	2,47	0,206
Цементно-стружечные плиты	0,257	Линокрот	0,327	0,699	0,058
		Техноэласт С ЭКС	0,35	0,924	0,077
		Эластокрон	0,314	0,561	0,046
		Logicroof V-GR	0,463	2,06	0,171
		Logicroof V-RP	0,505	2,47	0,206
		ECOPLAST V-RP Siberia	0,505	2,47	0,206
Древесно-стружечные плиты	0,098	Линокрот	0,168	0,699	0,058
		Техноэласт С ЭКС	0,19	0,924	0,077
		Эластокрон	0,154	0,561	0,046
		Logicroof V-GR	0,305	2,06	0,171
		Logicroof V-RP	0,346	2,47	0,206
		ECOPLAST V-RP Siberia	0,346	2,47	0,206

Из полученных результатов можно сделать вывод о том, что на основании покрытия кровли из профнастила или сэндвич панелей следует использовать более эластичные полимерные материалы, наиболее подходящий способ крепления – сплошная приклейка к основанию. При механическом креплении удлинение материала будет сдерживаться связями. Свободная укладка для такого материала недопустима на любом основании покрытия.

При устройстве на отличные от металлического основания покрытия можно использовать и битумно-полимерные материалы, которые намного экономичней полимерных.

Перед тем как выбирать рулонный материал для покрытия кровли необходимо рассчитать, как будет деформироваться этот материал при заданной температуре и закреплении материала на поверхности.

1. Воронин А.М., Кровли, армированные стекломатериалами (исследование условий работы при низких температурах) // Диссертация на соискание ученой степени канд. техн. наук., М., 1968. – с. 1853.

2. Евсеева А.П. Исследование возможности использования рулонных кровельных материалов по стальным кровлям зданий / А. П. Евсеева // Материалы межрегиональной научной конференции X ежегодной научной сессии аспирантов и молодых ученых: в 4 т: сб. тр. науч.-практич. конф. – Вологда: ВоГУ, 2016. – Т. 2. – С. 21-24.

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКТИВНОГО РЕШЕНИЯ СТАЛЬНОЙ БАЛКИ ИЗ ТОНКОСТЕННЫХ ПРОФИЛЕЙ

Д.А. Каберов

Вологодский государственный университет

С.В. Быков

Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет

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

Вологодский государственный университет

г. Вологда

В современных экономических условиях востребованы легкие металлические конструкции, имеющие высокую скорость монтажа, наименьшую трудоемкость изготовления и минимально возможный расход стали. Этим требованиям отвечают легкие стальные тонкостенные конструкции (ЛСТК). Они имеют широкий спектр применения в развитых странах, таких как США и Канада. С введением в действие 4 июня 2017 года СП 260.1325800.2016 «Конструкции стальные тонкостенные из холодногнутых оцинкованных профилей и гофрированных листов» [1] в России стало возможным применение ЛСТК в качестве несущих конструкций в гражданских и промышленных зданиях, тогда как ранее их использование было ограничено строениями малой этажности с пролетами менее 6 метров.

Целью работы является разработка новой конструкции легкой стальной тонкостенной балки покрытия составного сечения, перекрывающей пролет 6 м.

Задачи исследований:

- изучение конструктивных решений балок в существующих зарубежных и отечественных источниках;
- разработка вариантов сечений составных балок из ЛСТК;
- сравнительный анализ полученных результатов расчета;
- разработка рекомендаций по использованию.

Крупнейшим предприятием, выпускающим и применяющим в своей продукции легкий стальной тонкостенный профиль в Вологодской области, является АО «СКДМ». Основой для выбора материала и профилей послужил сортамент данного предприятия.

Для выполнения расчета выполнен сбор нагрузок. Определена нормативная и расчетная погонные нагрузки на балку покрытия пролетом 6 метров.

В качестве сечений для конструирования, расчета и сравнения выбраны составные сечения из легких стальных тонкостенных профилей из оцинкованной рулонной стали 08пс холодной группы штамповки, изготавливаемых и реализуемых АО «СКДМ», а также составное коробчатое сечение, в котором стенки выполнены из тонколистовых оцинкованных профилированных листов, а полки – из ЛСТК профилей.

Научной новизной является конструирование и расчет сечений балок, представленных на рисунке, по новой нормативной литературе [1]. Для сравнительного анализа с балками из ЛСТК рассматривается расчет и конструирование составного сечения перфорированной балки из двутавров по [2], распущенных по ломаной линии.

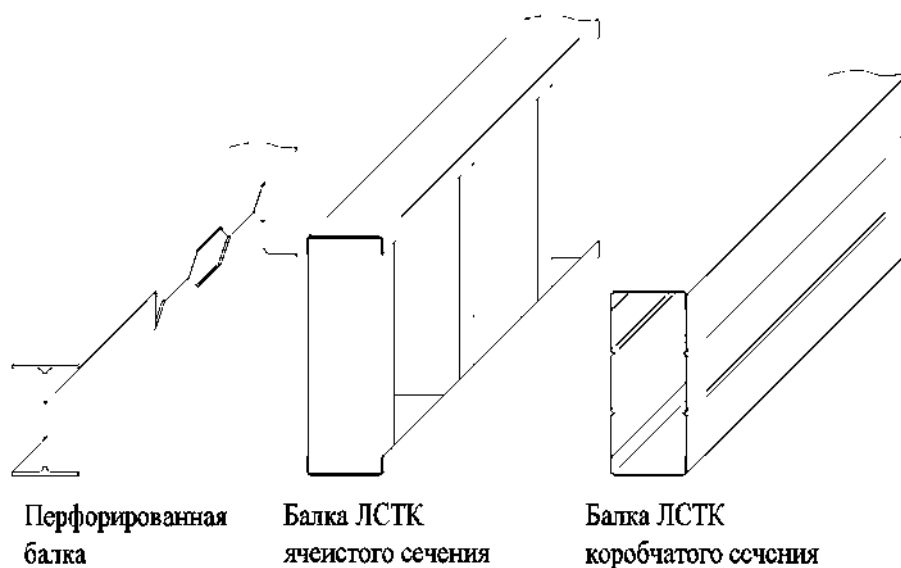


Рис. Сечения балок

Подбор высоты сечения определялся из условия жесткости.

Составная балка ячеистого сечения закомпонована из следующих элементов:

- профиль ПН 204х2– верхний и нижний пояс;
- профиль ПС 200х2 – стойки (аналогично фермам).

Составная балка коробчатого сечения закомпонована из следующих элементов:

- профиль ПН 204х2– верхний и нижний пояс;
- 2 тонкостенных гофрированных листа толщиной 2 мм с 2 продольными рёбрами жёсткости каждый, сечением 480х4 мм.

Перфорированная балка получена роспуском двутавра 26Ш1.

Геометрические характеристики сечений определялись с помощью программного комплекса SCAD«Конструктор сечений».

В ходе расчета составных балок из ЛСТК пролетом 6 м применялись редуцированные геометрические характеристики поперечного сечения. Основа редуцирования сечения – отбрасывание части сечения профиля ЛСТК[1].

Эффективная площадь элементов жёсткости профлиста определена по формулам п. 7.5.2 [1]

Согласно п. 7.7.3 [1] выполнена проверка расчетной несущей способности поперечного сечения по изгибающему моменту.

Выполнен расчет по второй группе предельных состояний (по прогибам), согласно [2]. Произведена проверка прогибов в SCAD.

На основании расчетов выполнен сравнительный анализ балок коробчатого, ячеистого сечения и перфорированной балки по трем показателям – эффективность использования материала, металлоемкость и стоимость. Результаты сравнительного анализа представлены в таблице.

Таблица

Вид балки Параметры	Балка ЛСТК коробчатого сечения	Балка ЛСТК ячеистого сечения	Перфорированная балка
Эффективность использования материала	0,75	0,97	0,28
Металлоемкость, кг	149,1	121,52	256,2
Расход стали на м ² перекрытия, кг	8,28	6,75	14,23
Стоимость материалов, тыс. руб	9,000	7,366	6,118
Стоимость изготовления, тыс. руб	2,400	1,120	15,116
Строительная высота балки покрытия, м	0,5	0,65	0,3

Выводы:

- в балке ЛСТК ячеистого сечения эффективнее используется материал, при меньшем его расходе;
- перфорированная балка, выполненная из прокатного двутавра по стоимости материалов выгоднее балки коробчатого сечения, однако имеет ограни-

чения в изменении размеров, которые зависят от сортамента разрезаемых двутавров;

- в легких стальных тонкостенных балках можно изменять толщину профиля и профильного листа, что позволяет достигать наименьшего расхода стали и большей эффективности ее использования.

Расчеты и выполненное сравнение сечений балок благодаря появлению новой нормативной литературы [1] послужат внедрению ЛСТК в строительство.

1. СП 260.1325800.2016. Свод правил. Конструкции стальные тонкостенные из холодногнутых оцинкованных профилей и гофрированных листов. Правила проектирования: утв. приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ 03.12.2016 – Введ. 04.06.2017 – Москва: ЦНИИПСК им. Мельникова, 2016 – 116 с.

2. СП 16.13330.2017. Свод правил. Стальные конструкции: актуализированная редакция СНиП II-23-81*: утв. приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ 27.02.2017 №126/пр. – Введ. 28.08.2017. – Москва: Стандартинформ, 2017. – 148 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЕТРОВЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА КОМПЛЕКС ЖИЛЫХ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ

Н.А. Кузнецова

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

Современными задачами градостроительной политики являются грамотное планирование использования городских территорий и модернизация качества городской среды. Высотные здания позволяют повышать эффективность использования территории и обеспечивают высокую экономическую результативность. 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 [1] не содержат достаточных рекомендаций по проектированию оригинальных по форме и крупногабаритных сооружений, а также, рекомендаций по проектированию комплекса высотных зданий. Также имеются отличия в расчетах ветровой нагрузки по сравнению с документами [2], [3]. Для каждого высотного сооружения требуется разработка специальных технических условий, что обуславливает удорожание строительства.

В данной работе рассмотрена проблема оценки ветровой нагрузки для комплекса высотных зданий. Грамотное компьютерное моделирование комплекса зданий позволит уменьшить расходы, благодаря снижению затрат при проектировании (испытание макетов в аэродинамических трубах весьма трудоемко и требует больших вложений денежных средств).

Актуальность данного вопроса обусловлена не совершенством норм, действующих на территории Российской Федерации. В существующих нормах не учитывается неоднородность воздушного потока по влажности, запыленности, температуре, нет рекомендаций по назначению аэродинамических коэффициентов для сложных по форме зданий и изменяющейся близлежащей застройки.

Ветровая нагрузка для многоэтажных зданий является наиболее существенной из временных нагрузок. Таким образом, моделирование и расчет ветровой нагрузки для комплекса зданий является целью исследования. При ветровых нагрузках возникают ускорения, вызванные ветровыми колебаниями, которые в свою очередь могут создавать неблагоприятные условия для длительного пребывания человека на верхних этажах здания. Для исключения этих условий на стадии разработки проекта необходимо выявить наличие таких зон. Задачи данной работы включают: мониторинг существующих отечественных и зарубежных методов расчета, изучение влияния ветровой нагрузки как на одиночное высотное здание, так и на комплекс зданий, в соответствии со стратегией научно-технологического развития Российской Федерации, утвержденной указом Президента Российской Федерации от 1 декабря 2016 года № 642.

При исследовании форм зданий установлено, что здание с цилиндрической формой имеет преимущества перед восьмигранной формой [6]. В соответствии с [7] расстояния между жилыми зданиями, жилыми и общественными зданиями следует принимать в соответствии с градостроительными нормами Российской Федерации на основе расчетов инсоляции и освещенности, учета противопожарных требований и бытовых разрывов. Между длинными сторонами жилых зданий следует принимать расстояния (бытовые разрывы): для жилых зданий не менее 20 м; между длинными сторонами и торцами этих же зданий с окнами из жилых комнат не менее 10 м. Расположение зданий на местности представлено на рис. 1 и 2.

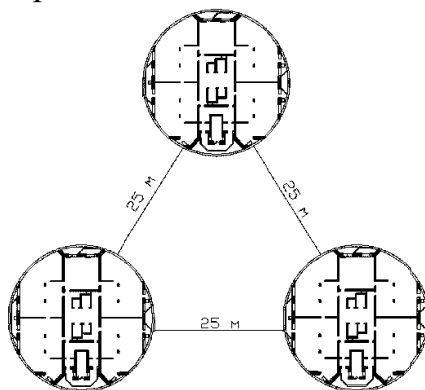


Рис. 1. Расположение зданий относительно друг друга (расстояние 25 м)

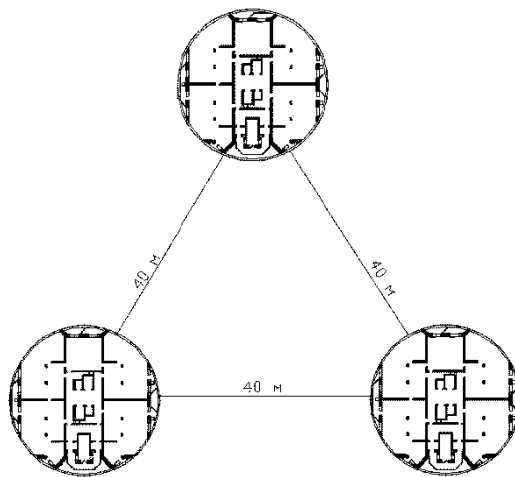


Рис. 2. Расположение зданий относительно друг друга (расстояние 40 м)

Здания имеют цилиндрическую форму в плане с размерами в осях 30х30м. Высота типовых 28 этажей принимается 3,5 м. Высота каждого здания 100м. Здания запроектированы в монолитном исполнении с продольными и поперечными несущими стенами из бетона класса В25, железобетонными колоннами из бетона класса В25 с шагом 5 м. Высокая пространственная жесткость многоячейковой системы, образованной перекрытиями, поперечными и продольными стенами, способствует перераспределению в ней усилий и уменьшению напряжений в отдельных элементах. Перекрытия монолитные толщиной 160 мм. Тип местности – городские территории. Нормативное давление ветра для г. Москва 0,23 кПа.

Задача решается с помощью метода конечных элементов. Перемещения узлов принимаются в качестве обобщенных координат. Через эти координаты выражаются перемещения внутренних точек КЭ с помощью интерполяционных функций. В зависимости от граничных условий КЭ в узлах определяются функции формы, связывающие перемещения внутренних точек с узловыми перемещениями. В итоге характеристики всего сооружения определяются через характеристики отдельных конечных элементов (матрица жесткости, масс). Для преобразования нагрузки в массы определяются направления, в которых массы активны, число статических нагрузок и направления нагрузок, которые учитываются во время преобразования. Характер нагрузки автоматически преобразуются в фиктивные массы с помощью программного комплекса.

Выполнен модальный расчет, определяющий собственные значения и производные значения (собственные пульсации, собственные частоты или собственные периоды), точность, собственные вектора, коэффициенты согласования и согласованные массы для задач собственных колебаний конструкции. Для расчета поведения конструкции во времени, позволяющего определить реакцию конструкции на определенное воздействие нагрузки в заданные моменты времени необходимо найти решение уравнения относительно переменных, зависящих от времени t .

Анализ колебаний ведется для первых двух форм, так как у последующих форм частота выше предельной 0,85 Гц и их влияние в соответствии с [1] допускается не учитывать. Наибольшие горизонтальные перемещения возникают в отдельно стоящем здании и составляют 14,64 см. Для здания в застройке перемещения составляют 9,28 см с расстоянием относительно друг друга 25 м и 12,80 см с расстоянием 40 м. По нормам [1] максимальное горизонтальное перемещение не должно превышать 20 см, соответственно перемещения являются удовлетворительными. Частоты колебаний и ускорения сведены в таблицу.

Таблица

Частоты, максимальные ускорения отдельно стоящего здания и комплекса зданий

Частоты колебаний, Гц						Ускорения, м/с ²					
Отдельно стоящее здание		Комплекс зданий (расстояние 25 м)		Комплекс зданий (расстояние 40 м)		Отдельно стоящее здание		Комплекс зданий (расстояние 25 м)		Комплекс зданий (расстояние 40 м)	
1 форма колебаний	2 форма колебаний	1 форма колебаний	2 форма колебаний	1 форма колебаний	2 форма колебаний	1 форма колебаний	2 форма колебаний	1 форма колебаний	2 форма колебаний	1 форма колебаний	2 форма колебаний
0,27	0,30	0,31	0,33	0,28	0,31	0,075	0,057	0,059	0,053	0,070	0,055

В результате исследования установлено, что ветровая нагрузка уменьшается для комплекса зданий, по сравнению с отдельно стоящим зданием и зависит от расположения зданий относительно друг друга. Это выражается в частотах, максимальных перемещениях и ускорениях. Перемещения отдельно стоящего здания выше на 36,1% (расстояние между зданиями 25 м) и на 12,6% (расстояние между зданиями 40 м), по сравнению со зданием в застройке, ускорения на 21,3% (расстояние между зданиями 25 м) и на 6,7% (расстояние между зданиями 40 м).

1. Нагрузки и воздействия: СП 20-13330-2016. Свод правил. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85* [Электронный ресурс]: введ. 04.06.2017 //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. MinimumDesignLoadsforBuildingsandOtherStructures [Текст]. American Society of Civil Engineers, ASCE Standard 7-98.

4. Здания и комплексы высотные. Правила проектирования: СП 267.1325800.2016. Свод правил. [Электронный ресурс]: приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 30 декабря 2016 г. N 1032/пр и введен в действие с 1 июля 2017 г.: введ. 01.07.2017 //Техэксперт: инф.-справ. Система / Консорциум «Кодекс».

5. Э. Симиу, Р. Сканлан., Воздействие ветра на здания и сооружения Перевод с английского Б. Е. Маслова, А. В. Швецов; Под редакцией канд. техн. наук Б. Е. Маслова. – Москва :Стройиздат, 1984. – 360 с., ил. – Перевод изд.: WindEffectsonStructures / E. Simiu, R. Scanlan (1978).

6. И.С. Казакова, Н.А. Сверчкова., Сборник трудов Всероссийской научно-технической конференции «Актуальные проблемы городского строительства», «К исследованию расчета высотных зданий». 27-28 января 2017 г., г. Пенза. Издательство ПГУАС – 476 с.

7. СП 42.13330.2011 Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89* (с Поправкой) [Электронный ресурс]: утв. Мин-вом регионального развития РФ 28.12.2010; введ. 20.05.2011 // Техэксперт: инф.-справ. Система / Консорциум «Кодекс».

МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ 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 запрессовкой, в которых главную работу на сдвиг выполняет клей, а гвозди, как нагели, работающие на изгиб при сдвиге в соединении, включаются 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 50x150 (100, 175);

Цель работы: исследование современных клеев для применения в клеємеханических соединениях в малопролетных балках построечного изготовления и разработка технологии сушки древесины.

Задачи работы:

- выбор пиломатериалов, вопрос сушки древесины;
- выбор клея, сравнение основных параметров клеев;
- систематизация и анализ полученной информации.

Для изготовления двутавра применяются пиломатериалы 2 сорта хвойных пород (ель или сосна). Основные сечения двутавровых балок приведены на рисунке.

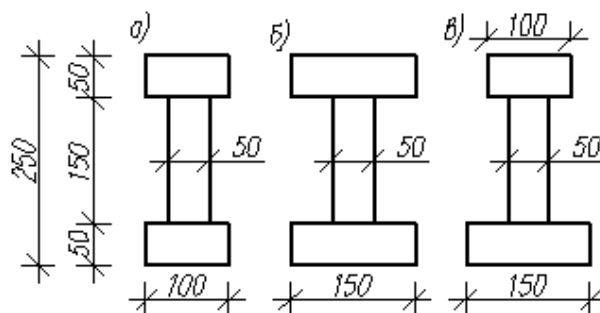


Рис. Сечения двутавровых балок построечного изготовления (а, б, в)

Влажность древесины должна достигать 8-12%, поэтому применяется сушка пиломатериалов. Сушка пиломатериалов является одной из основных операций технологического процесса изготовления клееных конструкций, и в значительной мере определяет их эксплуатационную прочность. Основными способами сушки пиломатериалов являются атмосферная и камерная [3].

Атмосферная сушка осуществляется на открытом воздухе. Доски укладывают в штабели на подкладки, предохраняющие от замачивания грунтовой влагой. Прокладки между рядами досок создают зазоры, обеспечивающие проветривание штабеля. Для предохранения от атмосферной влаги сверху устраивают навес. Для равномерного высушивания всех слоев доски в штабеле периодически перекладывают.

При атмосферной сушке древесина достигает влажности около 20% в зависимости от месяца укладки (весенний период: 43-51 день; июнь, июль: 25-43 дня; август, сентябрь: 43-51 день при толщине пиломатериалов 32-50 мм) пиломатериалов для сушки, тогда как рекомендуется сушить до 8...12% [1].

Таким образом, пиломатериалы, предназначенные для изготовления несущих конструкций, рекомендуется сушить комбинированным способом, включающим предварительную атмосферную сушку до влажности около 20% и камерную сушку до влажности 8...12%.

Выбор клея для деревянной двутавровой балки, которая будет воспринимать значительные нагрузки, являясь несущим элементом, ответственная задача.

По водостойкости клеи выделяют несколько классов: D3 – для применения внутри помещения, D4 – для применения в подвальных перекрытиях, обладает повышенной водостойкостью. По экологической безопасности международный стандарт устанавливает три группы: E1, E2, E3[2].

При склеивании составных деревянных балок применяются следующие основные виды клеев:

- 1) полиуретановый;
- 2) меламин-карбид-формальдегидный;
- 3) эмульсионный полимеризоцианатный;
- 4) резорциновый;
- 5) поливинилацетатный клей.

Каждый из них имеет свои достоинства и недостатки. Сравним по основным параметрам каждый вид клея. Результаты представлены в таблице.

Таблица

Некоторые виды клеев для клеємеханических соединений

Параметры	Вид клея					
	Полиуретановый (ПУ)		Меламин-карбамид-формальдегидный (МКФ)	Эмульсионный полимеризоцианатный (ЭПИ)	Поливинилацетатный (ПВА)	
Внешний вид	Светло-коричневая жидкость		Молочно-белая жидкость		Белая жидкость	
Отвердитель	без отвердителя	+	+	+	без отвердителя	+
Класс водостойкости	D3	D4	D4	D4	D3	D4
Расход, г/м ²	150÷450	150-450	300÷450	250÷400	150÷300	150-300
Мин. темп-ра испол-я, °С	5	5	10	5 или 10	10	10
Средняя стоимость, г/м ²	72-216	108-324	141-212	197-316	54-108	102-204
Влажность древесины	8-15%	8-15%	8-12%	8-15%	8-15%	8-15%

По клеящим способностям особых различий нет. По экологичности первое место занимает ЭПИ клей, но его цена на 20% выше, чем у остальных. Меламин-карбамид-формальдегидный и резорциновый клеи не проходят по условиям экологичности, их не рекомендуется применять в жилых зданиях из-за содержания формальдегида.

Из таблицы следует, что наиболее подходящими являются клеи ПВА и полиуретановые клеи.

Выводы:

1. Пиломатериалы, предназначенные для изготовления несущих конструкций, рекомендуется сушить комбинированным способом, включающим предварительную атмосферную сушку до влажности около 20% и камерную сушку до влажности 8...12%.

2. Наиболее подходящими с точки зрения безопасности и экономичности являются ПВА и полиуретановые клеи.

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

2. Европейский стандарт: EN 204. Классификация термопластичных клеев для древесины для применения не в производстве конструкционного силового бруса. Брюссель. 2001. – 14 с.

3. В.А. Иванов, В. З. Клименко. Конструкции из дерева и пластмасс / Иванов В. А., Клименко В.З. – Киев: Вища школа, 1983. – 279 с.

К ВОПРОСУ ИССЛЕДОВАНИЙ НЕСУЩЕЙ И ДЕФОРМАТИВНОЙ СПОСОБНОСТИ ПУСТОТНЫХ ПЛИТ

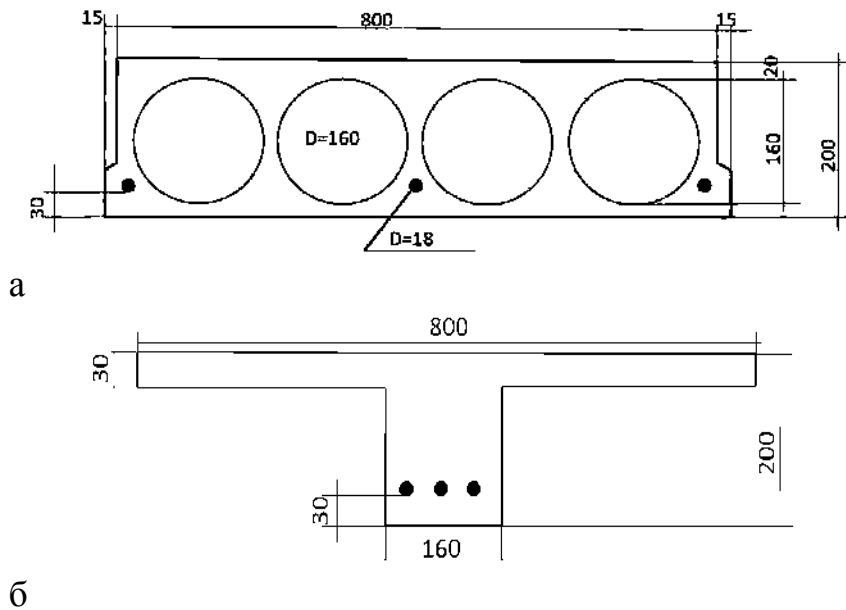
А.Ю. Резниченко, А.С. Васильев

*Научный руководитель А.С. Васильев, канд. техн. наук,
старший преподаватель*

Приамурский государственный университет им. Шолом-Алейхема
г. Биробиджан

Сопоставление численных и аналитических результатов расчета прогибов для плиты не усиленной, а также плиты усиленной наращением сечения 50 мм, приведенной к форме тавра.

Аналитически и численно рассчитана пустотная плита в плане имеющая следующие геометрические характеристики: номинальные размеры плиты в плане $b' \times L$, $b'f$ – ширина плиты, L – длина плиты, 0,8х4 м; высота $h=200$ мм; бетон тяжелый, подвергнутый тепловой обработке, класса В25 ($R_b = 14,5 \text{ МПа}$); рабочая продольная арматура стержневая 3 диаметром 18 мм А-400 ($R_s = 365 \text{ МПа}$). Геометрические характеристики показаны на рис. 1. В расчетах плита всегда представляется в форме тавра, как это показано на рис. 1б.



б

Рис. 1. Сечения пустотной железобетонной плиты без усиления
представленные: в естественной форме;
а - в естественной форме; б - в форме тавра

Рассматриваемая балка опертая на шарнирных опорах показана на рисунке 2. Распределенная нагрузка находится по формуле 6.

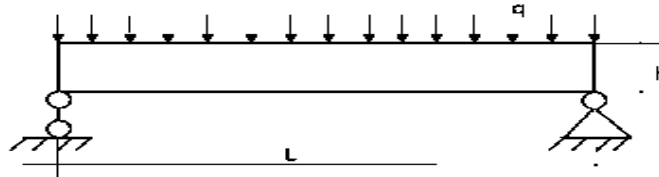


Рис. 2. Балка опертая на шарниры

Аналитический метод расчета [3]:

Определяем несущую способность нормального сечения плиты. Рабочая высота сечения плиты определяется по (формуле 1) h_0 , мм :

$$h_0 = h - a = 200 - 39 = 161, \quad (1)$$

где a – защитный слой бетона.

Находим положение нейтральной оси из условия (1), кНм:

$$R_s \cdot A_s \leq R_b \cdot h'_f, \quad (1)$$

где A_s – площадь поперечного сечения арматуры;

R_s – расчетное сопротивление стали;

R_b – расчетное сопротивление бетона;

h'_f – высота полки, показана на рисунке 1б.

$$365 \cdot 10^3 \cdot 763 \cdot 10^{-6} = 278,49 \leq 14,5 \cdot 10^3 \cdot 0,80 \cdot 0,030 = 348.$$

Условие (1) выполняется, нейтральная ось находится в полке.

Определяем высоту сжатой зоны сечения используя (формулу 2) x , мм:

$$x = \frac{R_s \cdot A_s}{R_b \cdot b_f} = \frac{365 \cdot 763}{14,5 \cdot 800} = 24,0. \quad (2)$$

Относительная высота сжатой зоны сечения определяется (по формуле 3):

$$\xi = \frac{24}{161} = 0,149. \quad (3)$$

Коэффициент ξ_R определяется (по формуле 4):

$$\xi_R = \frac{0,8}{1 + \frac{365}{700}} = 0,525. \quad (4)$$

Выполняется условие (2):

$$\xi = 0,154 < \xi_R = 0,525. \quad (2)$$

Изгибающий момент, показывающий несущую способность нормального сечения, определяется (по формуле 5) M , кНм:

$$M = 0,138 \cdot 14,5 \cdot 10^3 \cdot 0,80 \cdot 0,161^2 = 41,4, \quad (5)$$

Определяем распределенную нагрузку (по формуле 6), показанной на рис. 2, q , кН/м:

$$q = \frac{M \cdot 8}{l^2} = \frac{41,4 \cdot 8}{4^2} = 20,7 \quad (6)$$

Определение кривизны для изгибаемых элементов прямоугольного, таврового и двутаврового сечений, эксплуатируемых при влажности воздуха окружающей среды выше 40%, кривизну на участках с трещинами допускается определять (по формуле 7) $\frac{1}{r}$, 1/мм:

$$\frac{1}{r} = \frac{M - \varphi_2 \cdot b \cdot h^2 \cdot R_{bt,ser}}{\varphi_1 \cdot E_b \cdot A_s \cdot h_0^2} = \frac{43,3 \cdot 10^6 - 0,16 \cdot 800 \cdot 200^2 \cdot 1,55}{0,48 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 763 \cdot 173^2} = 1,76 \cdot 10^{-5}, \quad (7)$$

где φ_1 – коэффициент (табл. 4.5 [3]);

φ_2 – коэффициент при непродолжительном действии нагрузки (табл. 4.6 [3]);

Определение прогиба (по формуле 8) f , мм:

$$f = S \cdot l^2 \cdot \frac{1}{r} = \frac{5}{48} \cdot 4000^2 \cdot 1,61 \cdot 10^{-5} = 29,4, \quad (8)$$

где S – коэффициент зависящий от расчетной схемы балки на 2-х шарнирных опорах для равномерно распределенной нагрузки $S=5/48$;

Проектирование плит выполнялось в модуле программы ANSYS Design-Modeller. Затем осуществлялся расчет в ANSYS Workbench, а именно ANSYS Mechanical. Также по краям были смоделированы опоры, на которых держится плита. Конечно-элементная сетка использовала КЭ в форме гексаэдра с максимальным размером 20 мм, показана на рисунке 3.б, а на рисунке 3.а показан прогиб плиты представленной в форме тавра [1], [2].

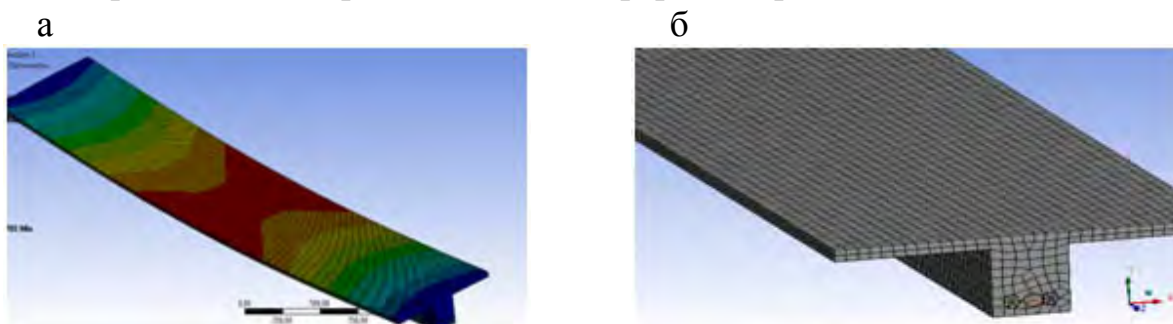


Рис. 3. Плита без усиления в ПК ANSYS: а – прогиб плиты без усиления; б – конечно-элементная сетка плиты в форме тавра

Схема для аналитического расчета плиты усиленной наращением сечения 50 мм представлена на рис. 4 [4]:

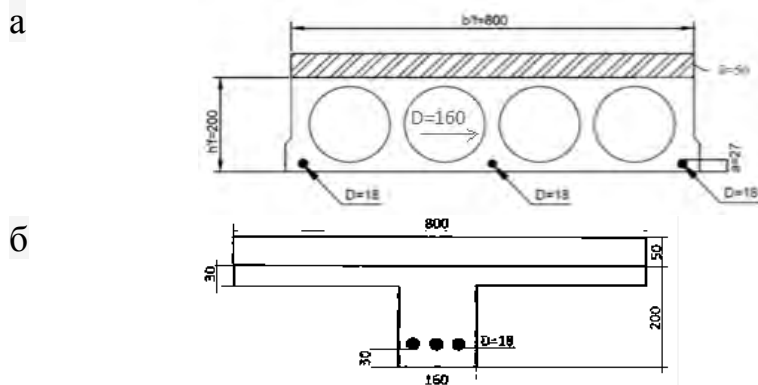


Рис. 4. К расчету усиления нормального сечения плиты способом наращивания сечения: а – в естественной форме; б – в форме тавра

Результаты прогибов пустотной железобетонной плиты без усиления, а также с усилением наращением сечения 50 мм, смоделированной в форме тавра в программном комплексе ANSYS сведены в таблицу 1.

Таблица 1

Прогибы рассматриваемых плит

Рассматриваемые плиты	Численный расчет в ANSYS плиты в форме тавра, прогиб f , мм	Аналитический расчет плиты в форме тавра, прогиб f , мм
Плита без усиления, при разрушающей нагрузке $q=20,7$ кН/м;	28,25	29,41
Плита усиленная наращением в 50 мм, при разрушающей нагрузке $q=25$ кН/м;	21,98	24,32

Таблица 2

Отклонение расчета для исследуемых плит

Рассматриваемые плиты	Отклонения расчета прогибов для плиты рассчитанной аналитическим методом от расчета численного выполненного в ANSYS, %
Плита без усиления, при разрушающей нагрузке $q=20,7$ кН/м;	3,9
Плита усиленная наращением в 50 мм, при разрушающей нагрузке $q=25$ кН/м;	9,6

В таблице 2 приведены отклонения расчета прогибов для плиты рассчитанной аналитическим методом от расчета численного выполненного в ПК ANSYS. За эталон взята плита, рассчитанная аналитическим способом. Разрушающая нагрузка получена аналитически и соответствует требованиям научной документации [3]. Отклонения отличны друг от друга.

Исследование несущей и деформативной способности железобетонных пустотных плит показало, что численный и аналитический метод расчета близки, но все же имеют отклонение в расчетах для плиты без усиления 3,9%, а для плиты усиленной наращиванием сечения отклонение расчета составляет 9,6%. Значение прогиба при аналитическом расчете больше, чем при численном расчете в обоих рассмотренных случаях.

1. Васильев А.С. Разработка алгоритмов численного исследования конструкций из неоднородной среды методом конечных элементов / А.С.Васильев, Н. А. Тарануха// Вестник приамурского государственного университета им. Шолом-алейхема. – 2016. – № 1 (22). – С. 78-88.

2. Васильев А.С. Численное исследование предельной несущей способности конструкций из композитных материалов / Н. А. Тарануха., А. С. Васильев // Морские интеллектуальные технологии, № 3 (29) Т. 2 2015 «Кораблестроение, информатика, вычислительная техника и управление». – Санкт-Петербург: НИЦ «МОРИНТЕХ». – 2015. – С. 27-32.

3. Пособие по проектированию бетонных и железобетонных конструкций из тяжелого бетона без предварительного напряжения арматуры (к СП 52-101-2003) [Текст]. Изд-во: Москва, 2005.

4. Рекомендации по усилению и ремонту строительных конструкций инженерных сооружений [Текст]. Введ. 01.01.1997. -актуал.01.02.2017. – ЦНИИпромзданий № 1997.

ИСПЫТАНИЕ ТРЕХСЛОЙНОЙ СТЕНОВОЙ ПАНЕЛИ

Н.Е. Шагин, О.Р. Петрушина, А.В. Прохоров

Научный руководитель Н.В. Савина, старший преподаватель

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет
г. Нижний Новгород

Целью данной работы является испытание и дальнейшая возможность применения наружной трехслойной стеновой панели марки НСт 2 в серийном производстве. Испытание натурального образца панели проводилось летом 2017 г.

Контрольные испытания трехслойной стеновой панели заводского изготовления на сдвиг наружного бетонного слоя по отношению к внутреннему слою должны выполняться с целью проверки изделий на соответствие требуемым показателям их прочности, жесткости и трещиностойкости, предусмотренным в проектной документации на эти изделия. В результате испытаний должны определяться фактические значения разрушающих (контрольных) нагрузок при испытаниях панелей на сдвиг слоев (первая группа предельных состояний) и фактические значения вертикальных перемещений сло-

ев относительно друг друга при контрольной нагрузке. Задачами испытания являлись:

- определение разрушающей сдвигающей нагрузки;
- определение несущей способности на сдвиг гибких связей;
- оценка конструкции гибких связей и схемы их размещения в панелях;
- определение величины вертикальных перемещений (сдвига) слоев относительно друг друга.

Таблица 1

Основные характеристики трёхслойной стеновой панели

Марка панели	ДАТА		Геометрические размеры $b \times h \times \delta$, мм	Толщина внутр. слоя, мм	Толщина утеплит., мм	Толщина наружн. слоя, мм	Масса, Т			Класс бетона
	изготовления	испытания					Наружного слоя	Внутреннего слоя	Общая	
Образец 1 НСт 2	06.03.17	12.04.17	3580×2760 ×310	80	150	80	1,56	1,36	2,98	B25/B20

Конструкция трехслойных стеновых панелей разработана в ООО «СинапсПлюс». Согласно паспорту на наружную трехслойную стеновую панель марки НСт 2 она имеет следующие характеристики, приведенные в таблице 1. В знаменателе приведен класс бетона внутреннего слоя. Соединение наружного и внутреннего бетонных слоёв панели производится с помощью гибких связей. Испытание панели производилось на специальном стенде.

Методика проведения испытаний трехслойных стеновых панелей на сдвиг слоев.

Испытание трехслойной стеновой панели марки НСт 2 проводилось согласно ГОСТ8829-94 «Методы испытания нагружением. Правила оценки прочности, жесткости и трещиностойкости».

Для трёхслойных стеновых панелей с гибкими связями высотой «на этаж» вертикальные нагрузки, вызывающие взаимный сдвиг наружного и внутреннего бетонных слоёв, являются одним из основных силовых воздействий.

В период эксплуатации на систему гибких связей передаются вертикальные усилия от веса наружного слоя панели, при этом связи должны воспринимать сдвигающие усилия, препятствуя смещению наружного слоя.

Теоретическая расчетная сдвигающая нагрузка для трехслойных панелей с гибкими связями, по приведённым выше условиям, определяется по максимальному воздействию, предусмотренных нормами:

- динамического воздействия с учётом коэффициента $\gamma_f = 1,6$ для веса внутреннего слоя ;
- динамического воздействия с учётом коэффициента $\gamma_f = 1,6$ для веса наружного слоя ;
- воздействие от динамического пригруза панелью вышележащего этажа:
($\gamma_f = 1,6$) от статического воздействия;
($\gamma_f = 1,1$) от собственного веса наружного слоя;
- статическое воздействие в эксплуатационной стадии от собственного веса наружного слоя.

Для панели марки НСт 2 теоретические величины сдвигающих усилия определялись для четырех возможных схем нагружения:

- от динамического воздействия веса внутреннего слоя:
 $F_{1 \text{ вн.сл.}}^{\text{дин}} = 1,36 \times 1,6 = 2,176 \text{ тс} = 21,76 \text{ кН};$
- от динамического воздействия веса наружного слоя:
 $F_3^{\text{стат.}} = 1,56 \times 1,6 = 2,496 \text{ тс} = 24,96 \text{ кН};$
- от динамического воздействия веса панели вышележащего этажа и статического нагружения собственным весом наружного слоя:
 $F_{2 \text{ приг.}}^{\text{дин}} = 2,98 \times 1,6 + 1,56 \times 1,1 = 6,484 \text{ тс} = 64,84 \text{ кН};$
- от статического воздействия в эксплуатационной стадии от веса наружного слоя:
 $F_3^{\text{стат.}} = 1,56 \times 1,1 = 1,716 \text{ тс} = 17,16 \text{ кН}.$

За теоретическую расчетную сдвигающую нагрузку для панели марки НСт 2 принималась большая из четырех значений – 6,484 тс (64,84кН).

Контрольная нагрузка по проверке на сдвиг слоев определялась умножением теоретической расчетной сдвигающей нагрузки на коэффициент безопасности, принимаемый согласно ГОСТ31310-2015 «Панели стеновые трехслойные железобетонные с эффективным утеплителем» и равным двум. Величина максимального смещения наружного слоя относительно внутреннего слоя при двойной расчетной нагрузке на наружный слой, включая его собственный вес, не должно превышать 2 мм. Значения контрольных нагрузок приведены в таблице 2.

Таблица 2

Контрольные значения сдвигающих нагрузок и смещений слоев

Расчетная сдвигающая нагрузка, кН (тс)	Контрольная нагрузка по проверке на сдвиг наружного слоя относительно внутреннего слоя, кН (тс)	Контрольное значение максимального вертикального смещения наружного слоя относительно внутреннего слоя, мм (п.9.1.1 ГОСТ31310-2015)
64,84 (6,484)	129,68 (12,968)	2,0

Была подготовлена программа испытания, включающая следующие положения:

- определена величина контрольной нагрузки по проверке на сдвиг наружного и внутреннего слоев относительно друг друга,
- определена величина контрольного значения максимального вертикального перемещения слоев друг относительно друга при контрольном значении сдвигающей нагрузки,
- разработана схема и этапы нагружения трехслойной стеновой панели марки НСт 2.

Для испытания натурального образца трехслойной стеновой панели был подготовлен специальный стенд. Образец панели устанавливался в стенд горизонтально. Внутренний слой панели опирался на два электронных тензорезисторных датчика ТВЭУ-200, которые, в свою очередь, опирались на жесткую траверсу стенда. Наружный слой был свободен и мог перемещаться по отношению внутреннего слоя. Сдвигающая нагрузка прикладывалась на простенки наружного слоя панели через металлические уголки $\angle 125 \times 8$ с помощью двух гидравлических домкратов ДГА100П150. Суммарная величина прикладываемой дократами сдвигающей нагрузки контролировалась с помощью монотра «Nuova Fima» класса точности 0,02. Величина нагрузки, передаваемая гибкими связями с наружного слоя панели на внутренний слой, измерялась электронными тензорезисторными датчиками ТВЭУ-200 с точностью 100 кг. Перемещения наружного и внутреннего слоев относительно друг друга измерялись индикаторами часового типа с точностью до 0,01 мм.

Степень нагрузки на панель принималась равной $1/10 - 1/15$ от величины контрольной нагрузки по проверке на сдвиг. Отсчеты по приборам снимались на каждом этапе сразу после загрузки и после выдержки в течение 15 минут.

При испытании панели величина суммарной сдвигающей нагрузки от двух домкратов была доведена до 15 тс, что в 2,3 раза превышает расчетную сдвигающую нагрузку, равную 6,484 тс. При сдвигающей нагрузке равной 15,0 тс деформации сдвига составили 0,76 мм, что в 2,6 раза меньше максимального смещения, равного 2,0 мм, установленного ГОСТ 31310-2015.

Выводы по результатам испытания наружной трехслойной стеновой панелей марки НСт 2.

1. Опытная величина деформаций сдвига при контрольной нагрузки по проверке на сдвиг слоев равна 0,648 мм, что значительно меньше контрольного значения максимального вертикального смещения установленного ГОСТ 31310-2015, равного 2,0 мм.

2. Принятая схема армирования гибкими связями типовых трехслойных стеновых панелей марки НСт 2 достаточна для восприятия на сдвиг проектных нагрузок и может быть рекомендована для серийного производства панелей с гибкими связями.

Таблица 3

**Опытные значения деформации вертикального смещения (сдвига) слоев
в зависимости от величины нагрузки**

Номер ступени нагружения	Величина сдвигающей нагрузки, (тс)	Деформации вертикального смещения (сдвига) слоев, мм
1	1,0	0,12
2	2,0	0,18
3	3,0	0,22
4	4,0	0,27
5	5,0	0,31
6	6,0	0,36
7	7,0	0,4
8	8,0	0,44
9	9,0	0,48
10	10,0	0,52
11	11,0	0,57
12	12,0	0,61
13	13,0	0,65
14	14,0	0,69
15	15,0	0,76

1. ГОСТ 8829-94 «Методы испытания нагружением. Правила оценки прочности, жесткости и трещиностойкости»

2. ГОСТ 31310-2015 «Панели стеновые трехслойные железобетонные с эффективным утеплителем»

Секция «АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГОРОДСКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА»

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ХОСТЕЛОВ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ

Д.А. Богданова

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

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Одним из экономичных способов размещения туристов в исторических городах является заселение их в хостелы. Это наиболее востребованные в туристических зонах недорогие места для временного пребывания людей.

В странах Западной Европы количество хостелов для остановки небогатых людей, любящих путешествовать, составляет 60% от общего количества всех отелей. В России по статистике за последний год спрос на хостелы вырос на 100%, а предложение – на 45%.

В связи с особой привлекательностью г. Вологды и Вологодской области – души русского Севера с неповторимыми памятниками деревянной архитектуры, храмами, кружевом, резным палисадом и всемирно известным маслом, приезжает большое количество туристов, среди которых много пенсионеров и студентов, имеющих небольшие доходы. Однако в настоящее время количества хостелов в Вологде не хватает. На сегодняшний день 12 хостелов, 6 из которых удалены от центра города, что не очень удобно для туристов.

В работе предлагается решение этой проблемы путем реконструкции существующего жилого фонда и реконструкции гостиниц, не отвечающих современным требованиям и имеющих большой моральный износ.

По определению, хостел предназначен для малобюджетного туризма. В номерах хостела должна находиться одно-двух ярусная кровать, прикроватная тумбочка, шкафчик/сейф на замке для хранения личных вещей, но не предусмотрены удобства (санузел располагается в коридоре). По нормам обязательна общая кухня, оборудованная техникой для самостоятельного приготовления пищи.

В хостелах (более 25 проживающих) может предусматриваться зона для общения, встреч и отдыха постояльцев. Такие зоны расположены недалеко от холла, чтобы удобно было приходить из комнат и не мешать тем людям, которые уже отдыхают.

В работе рассматривается использование для хостелов пустующих квартир, находящихся в старом жилом фонде. Предложены варианты перепланировки этих квартир под хостелы.

Рис. 2. Планировка квартиры для мини-хостела

Существует много различных планировок, которые можно преобразовать под хостел (рис. 3), (рис. 4)

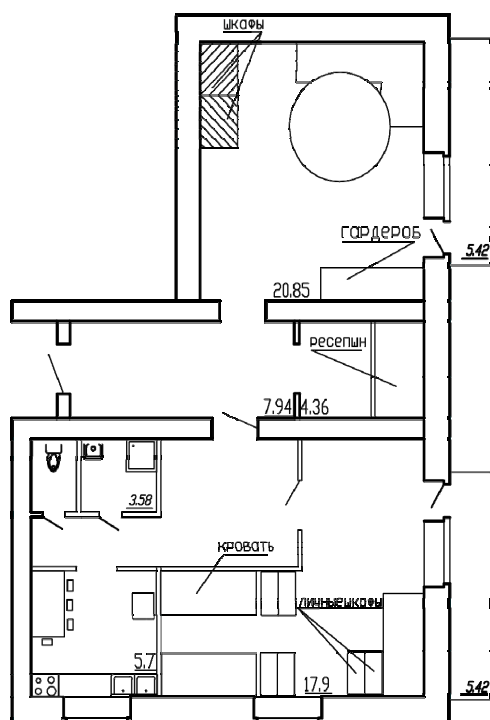


Рис.3.Пример планировки квартиры под хостел

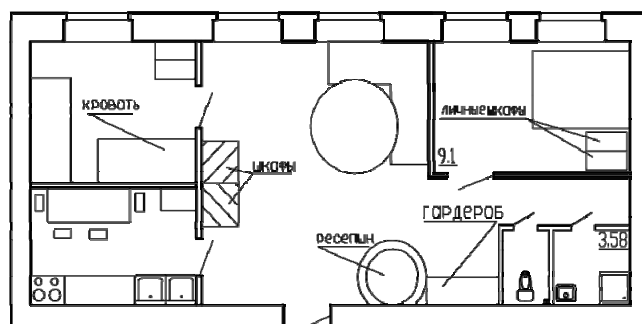


Рис.4.Пример планировки квартиры под хостел

По нормам проектирования хостелов площадь жилой комнаты, учитывая площадь под кроватью, должна быть не менее 4 м^2 , высота – не менее 2.5 м. Расстояние от верхней кровати до потолка должно быть не менее 75 см (при использовании двухъярусной кровати). Высота вестибюля и проходов между комнатами должна быть не менее 2.1 м. Площадь совмещенного санузла – не менее 1.0 м^2 , отдельного – не менее 1.5 м^2 со свободным открыванием двери. Установлено, что в каждой из квартир эти требования соблюдаются.

В многоквартирных домах могут быть только малые и мини хостелы, т.е. до 25 проживающих, в зависимости от размеров квартиры. Такие хостелы могут иметь вход через общий подъезд дома и занимать одну или несколько квартир соответственно, на одном или нескольких этажах. На фасаде здания устраивается вывеска о наличии хостела. Правила проживания в хостелах аналогичны правилам проживания в жилых домах.

Однако не все квартиры подходят для размещения в ней хостела. На рис. 3 приводится планировочное решение 1 комнатной квартиры площадью 38 м^2 с площадью жилой комнаты 16.85 м^2 и кухней площадью 10.48 м^2 . Недостатками такой квартиры при превращении ее в хостел является: во-первых, малая площадь комнаты и возможность размещения максимум 10 человек, во-вторых, недостаточно места для ресепшна, гардероба и шкафов для размещения постельного белья, полотенец и инвентаря для уборки (рис. 5). На основании проведенных исследований можно сделать вывод, что при превращении

квартир в многоквартирных домах старой застройки в hostелы для этой цели подходят квартиры с количеством комнат не менее двух.



Рис. 5. Планировка квартиры

Вторым способом получения дополнительных мест в hostелах может быть реконструкция существующих гостиниц или изменение назначения малоэтажных гражданских зданий с превращением их в hostелы. В работе рассматривается реконструкция морально устаревшей гостиницы под hostел, а именно пристройка новых объемов к существующему зданию.

Важное требование при реконструкции hostелов в отдельном здании – создание условий для временного проживания людей с ограниченными возможностями с устройством жилых комнат и санитарно-гигиенических помещений на первых этажах hostела и входом с оборудованными пандусами.

Для эффективности работы hostела актуально: месторасположение hostела (насколько близко к центру города), количество и качество услуг, дизайн комнат и самого hostела (например, один hostел посвящен тематике сериалов, другой-мультфильмам, третий – арт-hostел), наличие комнаты на 2 человека, как отдельный номер.

В hostеле предоставляются: приборы для небольшого ремонта одежды, аптечка, интернет, теле-радио вещание в зоне для общения, информация о экскурсиях, смена постельного белья и полотенце, уборка жилых помещений и санузлов.

В России hostелы набирают популярность у туристов, поэтому предприниматели и риэлтерские кампании могут открывать такие заведения. Для достойного уровня нужно нанять дружелюбных, общительных администраторов и несколько людей на ресепшн, которые всегда смогут помочь гостям hostела.

Подводя итог, можно сделать вывод, что hostелы становятся популярнее, спрос на них с каждым годом растёт. Люди с любым доходом могут путеше-

ствовать по всему миру, знакомиться с интересными людьми, совершенствовать иностранные языки. Хостел можно расположить в квартирах многих многоквартирных зданий, больше всего для этих целей подходят квартиры с количеством комнат не менее двух, в морально устаревших малоэтажных гражданских зданиях. Это выгодный бизнес, который никогда не утратит актуальности.

ИССЛЕДОВАНИЕ НОРМ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ДЕТСКИХ САДОВ В РОССИИ И ЗА РУБЕЖОМ

И.Е. Быков

Научный руководитель О.В. Пахнева, старший преподаватель
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Современное общество ставит особые задачи перед системой дошкольного образования, а как следствие, и к методам и нормам его проектирования. Проблема существующих детских садов, во-первых, в несоответствии планировочных решений и качества используемых строительных технологий современным требованиям быстро развивающегося мира; во-вторых, в недостаточности количества мест в имеющихся детских садах.

В рамках нашего исследования мы бы хотели проанализировать проектирование детского сада, отвечающего потребностям детей для их успешного развития.

Задачами исследования являются:

- подбор аналогов с современными объемно-планировочными решениями детских садов, построенных в нашей стране и за рубежом;
- изучение нормативной документации, действующей в России и других странах, сравнение изученного материала;
- анализ полученных данных с целью использования их в проектировании детского сада, отвечающего современным тенденциям и благоприятного для развития и пребывания детей.

Было рассмотрено большое количество планировочных решений детских садов. При отборе лучших были выявленные некоторые особенности проектирования детских дошкольных учреждений за рубежом.

Например, проект детского сада в г. Далянь, Китай (рис. 1) [1].

Здание имеет необычную форму, которая обусловлена непростыми климатическими условиями, а именно сильными зимними ветрами в данной местности. Поэтому дугообразный бетонный фасад способствует отражению холодных северных ветров от здания. Концепция такого модуля взята из природы: каждый модуль – это стручок, защищающий хрупкие семена. В качестве

строительных материалов выбран монолитный бетон, деревянные композитные стеновые панели, закалённые стеклопакеты и гофрированная оцинкованная сталь для крыши административного крыла. Внутренняя планировка соответствует удобной навигации. Внутри здания, имеется 9 групповых комнат с кухней, столовой, компьютерной аудитории, научным кабинетом, библиотекой, а также с залами для танцев и музыки, театральный кружок, помещения для персонала и лекционный зал. На первом этаже существуют: зона отдыха, зона активности, влажная зона, зона входа. На втором этаже имеется зона сна. Около здания расположены специальные площадки для игр и беговые дорожки.

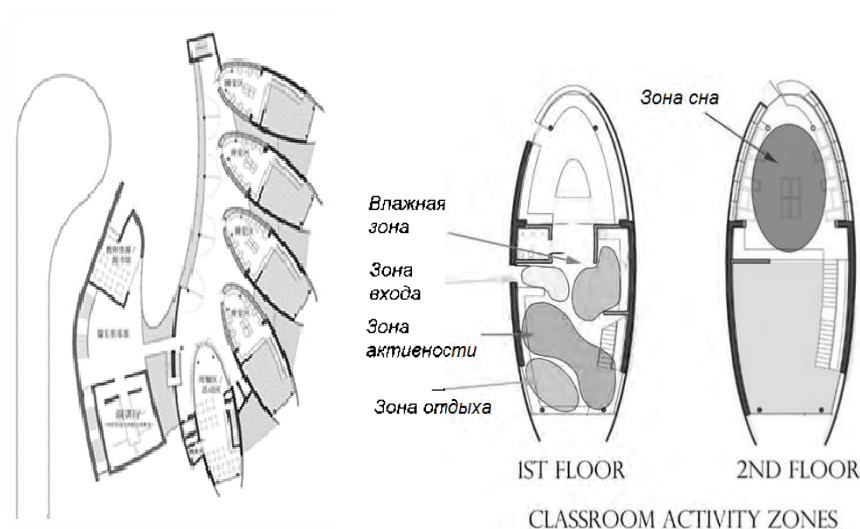


Рис. 1. Схема зонирования детского сада в г. Далянь, Китай

Следующий проект – проект дошкольного учреждения в парковой зоне г. Людвигсбурга, Германия (рис. 2).

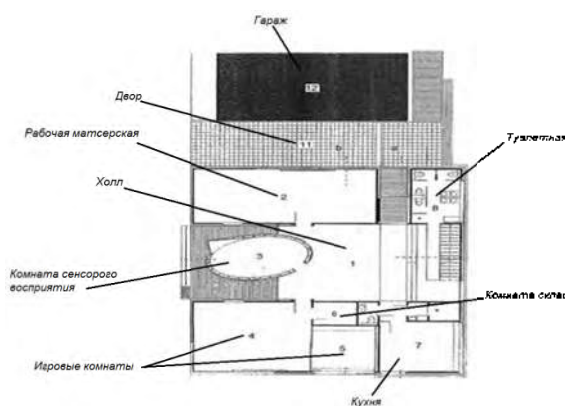


Рис. 2. Планировка детского садика в г. Людвигсбург

Главная идея этого проекта, что все комнаты формируются вокруг главного холла. При этом комнаты используются под разные нужды детей, для

живописи, лепки, как игровые комнаты. Важно, что эта концепция, победившая в конкурсе по номинации «Архитектурный облик», взята на вооружение архитекторами компании IND Architects и рекомендована для внедрения [2].

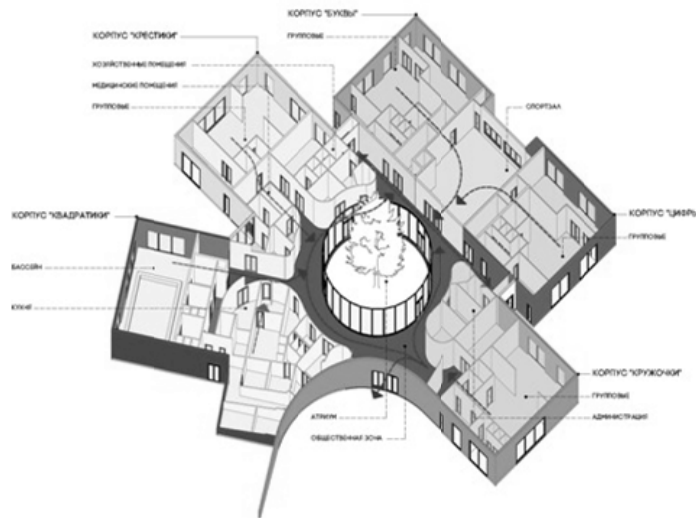


Рис. 3. Проект детского дошкольного учреждения компанией IND Architects

Примечательный проект детского сада есть и в Канаде в городе Ванкувер. Детское учреждение называется «Our House Child Care Center» или «Наш дом для детей». Комплекс представляет собой недавно построенное сооружение, которое расположилось позади уже существующей школы. В нем внедрены последние энергосберегающие технологии, включая рекуперацию тепла и геотермальное отопление. При проектировании в большом количестве использовались экологически чистые материалы, например, первый этаж выполнен из дерева. Важной особенностью является эффективное использование площадей. За счет того, существующая школа расположена за детским садом, это дает возможность использовать общие помещения, не повторяя их в каждом учреждении.

Вторым шагом нашего исследования было сравнение норм проектирования дошкольных образовательных организаций в России и за рубежом. В РФ используется СП 252.1325800.2016 «Здания дошкольных образовательных организаций. Правила проектирования» [3], СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 «Нормы освещённости и освещения» [4], СанПиН 2.4.1.3049-13 «Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации режима работы дошкольных образовательных организаций» [5], а из зарубежных источников использованы нормы правил «*Child Care and Early Years Act, 2014 ONTARIO REGULATION 137/15*» [6], провинции Онтарио, Канада. Основные расхождения в проектировании и расчетах приведены в табл.

Таблица

**Сводная таблица характеристик дошкольных образовательных учреждений
в России и Канаде**

Пункт нормативов	Россия	Канада
Планировочные решения		
Основное помещение	Групповые, игровые, спальные	Каждый центр по уходу за ребенком должен иметь помещения: 1. Постирочные, раздевалки и туалеты 2. Помещения для хранения игрушек, веранды для игровых материалов и оборудования. 3. Пищеблок 4. Помещения для хранения журналов 5. Медицинские помещения 6. Технические помещения (расположено отопление и электрооборудование) 7. Помещение для отдыха персонала 8. Офисная площадь
Дополнительное помещение	Физкультурный и музыкальные залы, бассейны, раздевалочные, учебные помещения	
Вспомогательное помещение	Коммуникационные помещения (тамбуры, коридоры) Административно-бытовые (кабинеты, пищеблок, постирочная, медицинские помещения) Технические помещения (размещение и функционирование инженерного оборудования) Подсобные помещения для складирования и хранения (кладовые, гардеробные)	
По возрастному составу детей		
Младенческий возраст	От 2 месяцев до 1 года	младше 18 месяцев
Ранний возраст	От 1 года до 3 лет	Старше 18 месяцев но младше 30 месяцев
Дошкольный возраст	От 3 до 7 лет	30 месяцев и старше, но моложе 6 лет
Kindergarten	отсутствует	Старше 44 месяцев до 7 лет
Максимальное количество детей в группе		
Младенец	С учетом возможности организации режима дня	10

Пункт нормативов	Россия	Канада
Ранний возраст	Из расчета площади групповой (игровой) комнаты	15
Дошкольный		24
Kindergarten (44 месяца и старше до 7 лет)	отсутствует	26
Объемно-планировочные показатели		
Площадь групповой (игровой) комнаты на ребенка, м ²	2,5(до 3 лет) 2 (от 3 лет)	2,8
Кабинет для индивидуальных занятий детей и/или консультации родителей, м ²	Не менее 20	Не нормируется
Площадь открытых игровых площадок на одного ребенка	Не менее 7,0 м ² (от двух месяцев до трех лет) Не менее 9,0 м ² (от трех до семи лет)	5,6 м ² на одного ребенка
Отдельная комната для занятий (для каждой группы)	отсутствует	есть
Отдельная комната игровой деятельности (для каждой группы)	Не менее двух помещений	есть у каждой группы младенческого возраста
Параметры микроклимата		
Средняя температура в помещении ДОО	23	Не менее 20
Освещение игровых комнат	400 лк	550 лк
Площадь остекления	Игровые комнаты для занятий в детском дошкольном учреждении должны иметь площадь остекления не менее 10% от площади комнаты	Расчет согласно СП 23-102-2003 Естественное освещение жилых и общественных зданий

Рассматривая проектирование детских дошкольных учреждений за рубежом, нужно отметить, что в большинстве пособий, норм и внедренных объектах обязательно учтена встраиваемость здания в существующий ландшафт, а также уделено особое внимание цветовым гаммам экстерьеров и интерьеров с учетом своеобразности детского восприятия окружающего мира. При строительстве применяется природные материалы, которые дают почувствовать безопасность и надежность, предусмотрены учебные кабинеты (мастерские) для развития творческой натуры ребенка, например, кабинеты живописи, лепки или конструирования.

Изучив нормы отечественного и заграничного проектирования, а также сравнив проекты детских садов, мы наблюдаем особенные черты в проектировании зарубежных детских образовательных учреждений:

1. Размеры помещений максимально просторные.

2. При планировке берется во внимание потребность детей в свободном пространстве для реализации своей деятельности – разнообразие дополнительных помещений и площадей.

3. Отсутствие типовых проектов, каждый проект уникален.
4. Использование экологически чистых материалов.
5. Внедрение технологии энергосбережения в строительство.
6. Особое внимание уделять интерьеру, экстерьеру и ландшафтному окружению.

1. Современная архитектура для китайских детей - детский сад в Далянь [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://alpn.ru/novosti/novosti_arhitektury/sovremennaya_arhitektura_detskij_sad_v_dalyan.php, свободный.

2. Новый облик детских садов от IND Architects [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.novate.ru/blogs/211113/24582/>, свободный.

3. СП 252.1325800.2016. Здания дошкольных образовательных организаций. Правила проектирования. – Введ. 2017-18-02/ Минстрой и ЖКХ РФ, 2016- 77 с.

4. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Нормы освещённости и освещения.

5. СанПиН 2.4.1.3049-13. Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации режима работы дошкольных образовательных организаций.

6. Child Care and Early Years Act, 2014 ONTARIO REGULATION 137/15 [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.ontario.ca/laws/regulation/150137#BK41>, свободный.

ВЕРИФИКАЦИЯ ПРОГРАММЫ AUTODESK FLOW DESIGN

А. В. Груздева, А. А. Митюгов

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

Вологодский государственный университет

г. Вологда

В современной строительной аэродинамике существует три метода оценки ветрового воздействия:

1. Физический эксперимент в специализированных аэродинамических трубах;

2. Определение ветровой нагрузки по данным натурных наблюдений;

3. Компьютерное моделирование в различных программных комплексах.

При расчете по нормам СП «Нагрузки и воздействия» [1] для крупномасштабных проектов рекомендуется применять результаты испытаний в специальных аэродинамических трубах, которые могут воссоздать свойства атмосферного пограничного слоя и при разработке архитектурно-планировочных решений городских кварталов, а также при планировании возведения зданий внутри существующих городских кварталов необходимо провести оценку комфортности пешеходных зон [1]. Но исследования в аэроди-

намических трубах весьма трудоемки и дорогостоящи. Для особо крупных моделей их приходится осуществлять за рубежом.

При натурных измерениях прослеживаемая турбулентность ветрового потока по высоте, не учитывается. Также необходимо уточнение размеров и расположения зон с повышенными местными давлениями ветра. Ввиду этого данный способ подходит лишь для зданий малой и средней высоты в разреженной застройке.

Для высотных сооружений в плотной застройке необходимы более точные методики. Поэтому, в последние 10-15 лет активно развивается компьютерное моделирование, совершенствуются методы расчетов ветровых воздействий на здания и сооружения при неуклонно возрастающей мощности компьютеров [2]. В перспективе роль компьютерного моделирования, как показал опыт в смежных отраслях (например, аэрокосмической) будет только возрастать [2].

В данной работе рассматриваются результаты компьютерного моделирования ветровых нагрузок на простые формы зданий в программе Autodesk Flow Design и проведен сравнительный анализ с расчетом согласно [1]. Программа Autodesk Flow Design обеспечивает виртуальную аэродинамическую трубу для дизайнеров, инженеров и архитекторов. Предназначена для моделирования воздушных потоков вокруг и внутри концептов архитектурных или инженерных моделей.

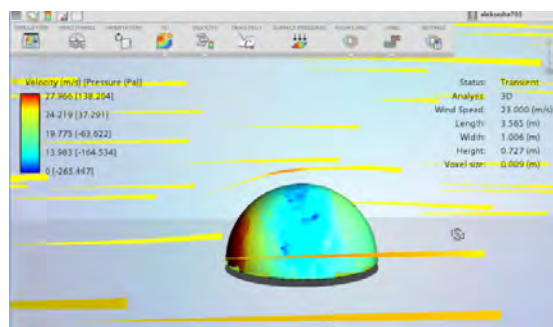
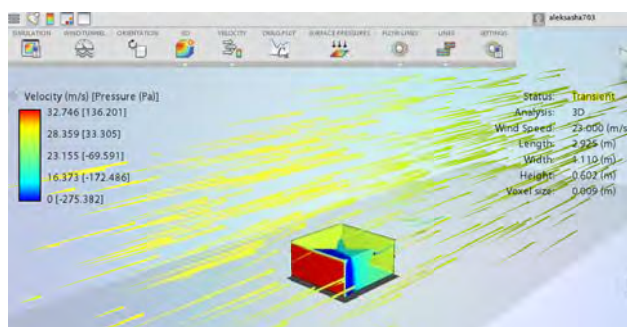
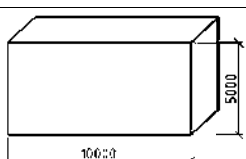
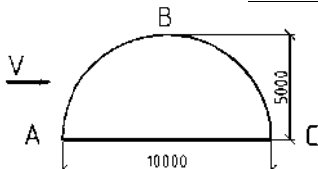


Рис. Давление на здания разных форм

Таблица

Верификация программы и сравнение методов расчёта

Форма здания	Схема здания	Контролируемые параметры		Расхождение, %
		Давление, вычисленное в программе, Па	Давление при расчете по СП, Па	
Куб h=5м		136,2	128,8	5%
Купол h=5м:		138,2	128,8	6,8%
В точке А		-202	-193,2	4,6%
В точке В		-20	0	

В результате верификации программы Autodesk Flow Design установлена оптимальная для расчетов точность результатов средней составляющей основной ветровой нагрузки (расхождение не более 7%). При расчете купола в точке С по СП[1] аэродинамический коэффициент $C_e=0$, а программное обеспечение дает значение 20 Па, что в относительных единицах по сравнению с максимальным давлением ветра на конструкцию можно принять близким к нулю и, следовательно, рассматривать как значение, близкое к полученному по СП[1]. При рассмотрении зданий выше 5м следует вводить коэффициент $k(z_e)$ учитывающий изменений ветрового давления по высоте.

Исходя из проведенного 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 20.13330.2016. Свод правил. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85; утвержден приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ (Минстрой России) от 3 декабря 2016 г. -Введ в действие с 4 июня 2017 г – М: Национальные стандарты;

2. Дубинский С.И. Численное моделирование ветровых воздействий на высотные здания и комплексы: автореферат / С.И. Дубинский. – Москва, 2010. – 20 с.

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБЩЕЖИТИЯ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ

Е.Д. Казакова

Научный руководитель С.Р. Шиманский, канд. физ.-мат. наук, доцент

Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет
г. Санкт-Петербург

Технология приготовления горячей воды многоквартирного и офисного зданий предусматривает подачу теплоносителя в водоподогреватель с температурой не менее 70°C. Вместе с тем, такой уровень температуры является завышенным для системы отопления, которая действует параллельно с системой горячего водоснабжения. В результате этого происходит повышение температуры в помещении, что создает дискомфорт для потребителя.

Целью многих систем автоматики является поддержание «комфортного» графика температуры для системы отопления. Это предусматривает снижение температуры на нужды отопления в соответствии с наружной температурой воздуха.

Для определения температуры наружного воздуха, при которой происходит избыточное потребление тепловой энергии, требуется построить температурный отопительно-бытовой график (рис.).

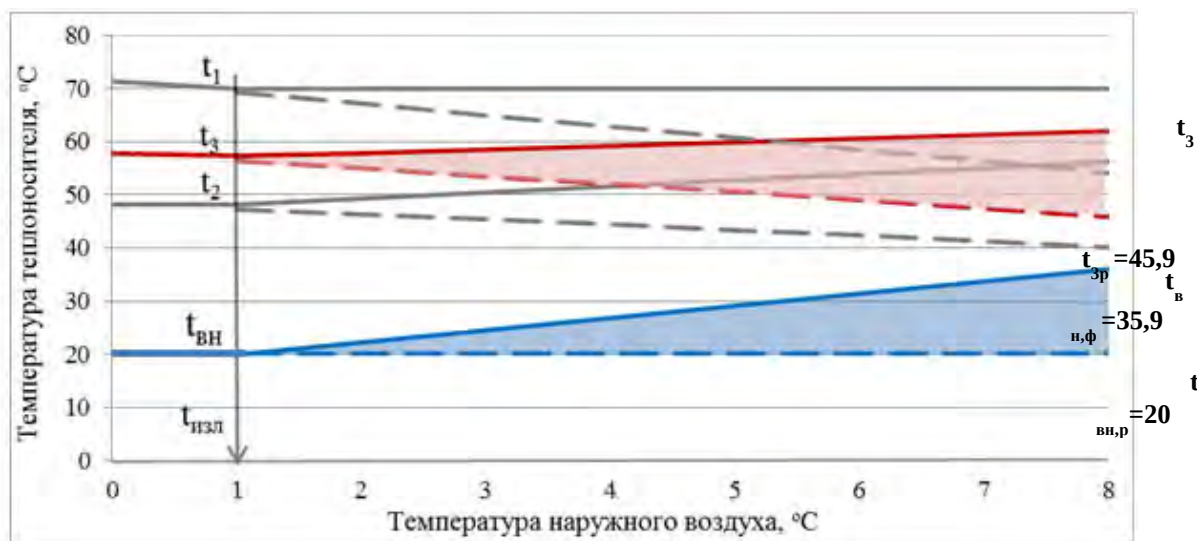


Рис. Фрагмент отопительно-бытового графика отпуска тепловой энергии потребителю

t_1 – температура подающего трубопровода; t_2 – то же обратного трубопровода;
 t_3 – то же воды на входе в систему отопления; $t_{3р}$ – расчетная температура воды на входе в систему отопления; $t_{3ф}$ – фактическая температура воды на входе в систему отопления;
 $t_{вн,ф}$ – фактическая внутренняя температура в помещении;
 $t_{вн,р}$ – расчетная внутренняя температура в помещении

Графика отпуска тепловой энергии потребителю показывает, что при повышении температуры наружного воздуха от $t_{изл}$ до $+8\text{ }^{\circ}\text{C}$ возникает значительный «перетоп» в системах отопления.

Избыточное потребление тепловой энергии находим по формуле (1) [1]:

$$Q_{пер}^i = c \cdot G \cdot \Delta t \cdot N_i, \text{ Гкал/ч} \quad (1)$$

где, c – коэффициент единиц измерения, $1,163 \text{ Вт/м}^3 \cdot ^{\circ}\text{C}$;

G – расход теплоносителя в системе теплоснабжения, $\text{м}^3/\text{ч}$;

Δt – разница между расчетной и фактической температурами воды для СО, $^{\circ}\text{C}$;

N – период стояния температуры i , которая находится в промежутке от $t_{изл}$ до $+8^{\circ}\text{C}$, день.

Стоимость избыточного потребления тепловой энергии $I_{тп}$ по формуле 2:

$$I_{тп} = Q_{пер} \cdot T \quad (2)$$

где, T – тариф на тепловую энергию, 1681.50 руб/Гкал . [2]

В работе оценивается избыточное потребление теплоты для общежития. Расчет выполнен в соответствии с данными температурного графика (рис.) и ведется в табличной форме для диапазона температур от $+1$ до $+8\text{ }^{\circ}\text{C}$ наружного воздуха расчетного периода. Результаты расчета приведены в таблице 1.

Таблица 1

Таблица избыточного теплopotребления здания за 2015-2016 гг

Темпера- тура на- ружного воздуха, °С	Расход тепло- носителя в системе тепло- снабжения, м ³ /ч	Фактиче- ская тем- пература воды для СО t _p , °С	Расчетная темпера- тура воды для СО t _ф , °С	Разни- ца ме- жду t _ф и t _p , Δt, °С	Период стояния температу- ры, день	Количест- во тепло- ты, Гкал/год
1	14,72	57,21	56,37	0,84	14	3,56
2		57,88	54,96	2,92	15	9,29
3		58,56	53,53	5,03	12	17,76
4		59,23	52,07	7,16	14	10,11
5		59,90	50,59	9,31	6	16,45
6		60,58	49,08	11,50	4	16,25
7		61,25	47,54	13,71	7	9,69
8		61,92	45,96	15,96	32	56,40
ИТОГО:						139,51

$Q_{\text{пер}} = 139,51 \text{ Гкал/год}$; $I_{\text{mn}} = 139,51 \cdot 1403,98 = 195\,870 \text{ руб.}$

Для того чтобы определить на сколько повысилась температура в помещении, используем формулу 3:

$$T = \frac{T_3 + T_2}{2} - t_{\text{вн}}, ^\circ\text{C} \quad (3)$$

Результат расчета изменения температуры внутреннего воздуха от фактической температуры теплоносителя приведен в таблице 2.

Таблица 2

t _{нар}	T _{3ф}	T _{2ф}	$\frac{\sum T}{2}$	t _{вн}	T _ф
1	56,37	47,23	103,60	20	31,80
2	54,96	46,31	101,27	20	30,63
3	53,53	45,36	98,89	20	29,44
4	52,07	44,38	96,46	20	28,23
5	50,59	43,38	93,97	20	26,99
6	49,08	42,35	91,43	20	25,71
7	47,54	41,29	88,82	20	24,41
8	45,96	40,19	86,15	20	23,07

$$\frac{T_{3\phi} + T_{2\phi}}{2} - x = 31,8.$$

$$X = 20,85^\circ\text{C}.$$

Температура в квартире завышена по сравнению с расчетной (20°C).

Результат расчета действительной температуры в помещении при расчетной температуре теплоносителя приведен в таблице 3.

Таблица 3

$t_{нар}$	$\frac{\sum T_p}{2}$	T_p	X
1	52,64	31,80	20,84
2	53,56	30,63	22,92
3	54,47	29,44	25,03
4	55,38	28,23	27,16
5	56,30	26,99	29,31
6	57,21	25,71	31,50
7	58,13	24,41	33,71
8	59,04	23,07	35,96

Таким образом, при наружной температуре $+8^{\circ}\text{C}$ температура в помещении составляет $35,96^{\circ}\text{C}$, что на $15,6^{\circ}\text{C}$ выше нормы. Для того чтобы устранить перегрев помещений в здании общежития необходимо заменить ИТП с элеваторным узлом на полностью автоматизированный ИТП с теплообменником. Графическое изображение зависимости внутренней температуры от температуры теплоносителя приведено на рисунке.

В результате проведенных исследований установлено, что избыточное тепловыделение для общежития составляет 139,51 Гкал/год. В денежном выражении это составляет 195 870 руб/год, что указывает на необходимость установки автоматических систем подачи тепла для общежития. Окупаемость такой системы составит 3 года.

1. СНиП 41-01-2003 "Отопление, вентиляция и кондиционирование".

2. Распоряжение от 27 ноября 2015 года N 364-р «Об установлении цен (тарифов) в сфере теплоснабжения публичного акционерного общества "Территориальная генерирующая компания N 1" (Невский филиал, Санкт-Петербург) на территории Санкт-Петербурга на 2016-2018 годы*»

ПРОБЛЕМА ПАРКИНГА МНОГОКВАРТИРНЫХ ДОМОВ

В.С. Мельник, С.С. Фомин

Научный руководитель О.В. Пахнева, старший преподаватель
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Проблема размещения автомобилей на придомовой территории стоит очень остро в настоящий момент времени. Целью нашего исследования является рассмотрение возможных вариантов парковки автомобилей на территории жилой застройки и выбор из них оптимального.

Сейчас в основном распространены следующие виды паркингов:

- плоскостная стоянка;
- многоуровневая стоянка;
- подземная стоянка;
- механизированные паркинги автомобилей (без участия водителей).

Коротко охарактеризуем особенности каждого в соответствии с СП 113.13330.2012 Стоянки автомобилей [1]:

Плоскостная открытая стоянка автомобилей – специальная площадка (без устройства фундаментов) для открытого или закрытого (в отдельных боксах или металлических тентах) хранения автомобилей и других индивидуальных мототранспортных средств в одном уровне.

Многоуровневая стоянка автомобилей – стоянка, в которой поэтажно (поярусно) размещают парковочные места

Подземная стоянка автомобилей – стоянка автомобилей, имеющая все этажи при отметке пола помещений ниже планировочной отметки земли более чем на половину высоты помещений.

Механизированная стоянка автомобилей – сооружение, в котором транспортирование автомобилей в места (ячейки) хранения осуществляют специальными механизированными устройства (без участия водителей).

Основные характеристики паркингов, достоинства и недостатки, важные для использования их на городских территориях приведены в таблице 1.

Таблица 1

Достоинства и недостатки различных типов паркингов

	Достоинства	Недостатки
Плоскостные открытого типа	Доступность машины, легкость монтажа.	Занимает много места, нет возможности для расширения
Многоуровневые стоянки	Легкость использования, защита автомобиля от окружающей среды	Большая часть площади расходуется на подъездные пути и ramпы
Подземные стоянки	Занимает мало наземного пространства, защита автомобиля от окружающей среды	Трудоемкость монтажа
Механизированные стоянки	Компактность, защита автомобиля от окружающей среды	Механические устройства, в основном, зарубежного производства, подача машин поочередна

В связи с тем, что для строительства многоквартирного дома зачастую выделяют участок земли которого недостаточно для плоскостных стоянок в дальнейшем сравнении этот тип автопарковок мы не рассматриваем.

Далее проанализируем такой важный аспект, как капитальные затраты на постройку парковочных комплексов и затраты на их эксплуатацию. Результаты этого исследования, выполненные на одинаковое количество машиномест приведены в таблице 2, данные по стоимости приняты по материалам статьи [2].

Таблица 2

Экономическое сравнение автостоянок

	Количество машиномест, шт.	Цена конструкции, млн. руб.	Цена обслуживания в месяц, тыс. руб.
Многоуровневые стоянки	100	85	150
Подземные стоянки	100	100	200
Механизированные стоянки	100	95	250

Из данных таблицы 2 видно, что самыми экономичными являются многоуровневые паркинги. А стоимость обслуживания механизированных стоянок выше, нежели стоимость обслуживания остальных.

Следующий этап – это сравнение удельной площади на одном машиноместо в разных типах автостоянок.

Таблица 3

Сравнение общей площади застройки одного машиноместа

	Количество мест, шт.	Общая площадь застройки, м ²	Средняя площадь застройки, приходящаяся на одно машиноместо, м ²
Многоуровневые стоянки	100	1500	15
Подземные стоянки	100	350	3,5
Механизированные стоянки	100	1400	14

Из таблицы видно, что подземные паркинги наиболее затратные в капитальных вложениях, но они имеют очевидное преимущество как свободное пространство на поверхности земли, что очень важно в городских условиях.

Обобщая итоги этого небольшого исследования, можно рекомендовать для освобождения территории у многоквартирных домов в случае наличия необходимого пространства возводить многоуровневые стоянки. В городских условиях при новом строительстве и недостатке территории, оптималь-

ным решением будут подземные стоянки. Если же нет возможности задействовать подземную территорию, а также недостаточно площади для многоуровневых стоянок, то выходом будут механизированные стоянки, так как они являются самыми компактными.

1. СП 113.13330.2012 Стоянки автомобилей. Актуализированная редакция СНиП 21-02-99* (с Изменением N 1)

2. [http://www.neo-park.ru/stati/publikatsii/stroitelstvo-parkovok/СТРОИТЕЛЬСТВО ПАРКОВОК](http://www.neo-park.ru/stati/publikatsii/stroitelstvo-parkovok/)

3. <https://realty.rbc.ru/news/577d23439a7947a78ce91778> подземные паркинги в новых домах Москвы

ВНЕДРЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ В СТРОИТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

А.А. Сысоева

Научный руководитель Д.А. Заварин, канд. экон. наук, доцент

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Объемы жилого строительства в Вологодской области постепенно увеличиваются. По результатам исследования жилищного фонда в Вологодской области составлен график, исходя из которого, можно увидеть, что общая площадь жилых помещений с 2006 г. к 2016 г. повысилась на 15%. Массовый рынок жилья требуется для решения социальных проблем, а также для развития экономики в целом.

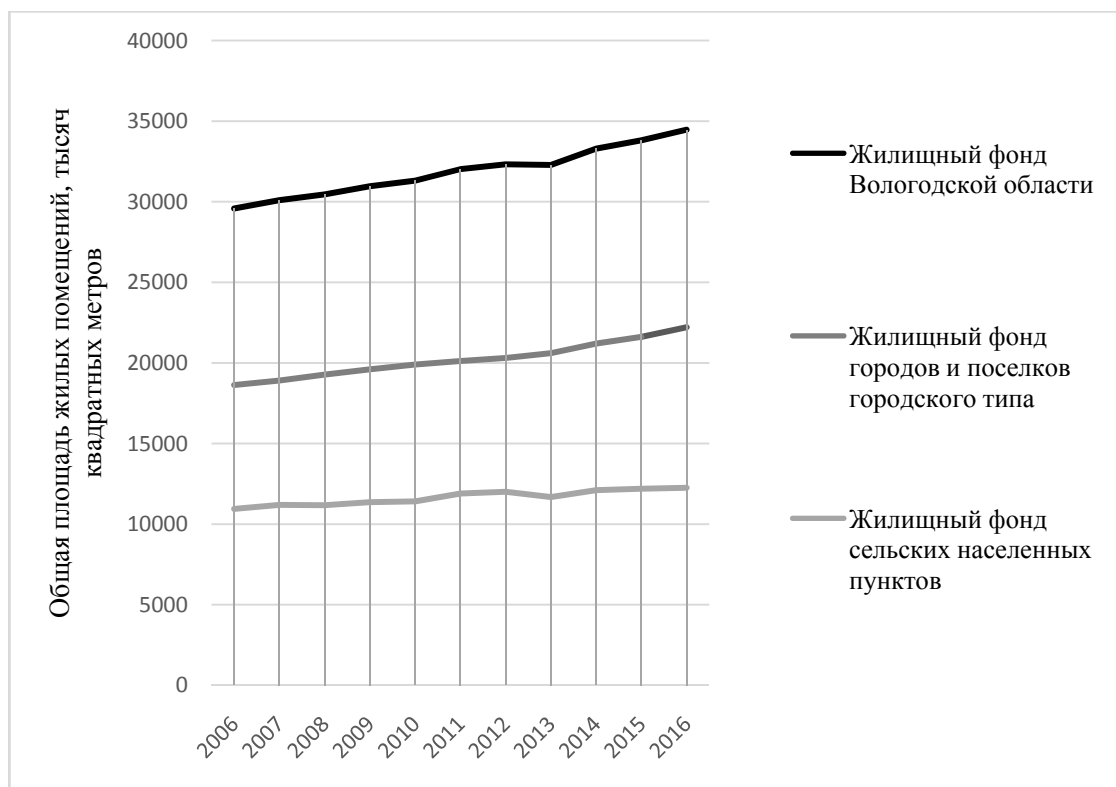
Для увеличения объемов жилищного строительства, необходимо снижение себестоимости объектов и уменьшение сроков строительных работ. Для достижения данной цели следует прибегнуть к созданию новых стройматериалов и, особенно, к внедрению инновационных технологий, что позволит уменьшить себестоимость и время строительства, а значит, увеличить число строительных площадок.

Неотъемлемой частью строительства являются инженерные изыскания, включающие экологические геологические, гидрометеорологические, геодезические и иные изыскания. Каждый из них содержит в себе необходимость локализации исследуемых параметров в пространстве. Следовательно, геодезические работы, направленные на измерения земной поверхности, являются неотъемлемой частью инженерных изысканий в строительстве[2].

Следующим этапом, невозможным без геодезических работ, является непосредственно строительство. Требования по контролю пространственных параметров приведены в СП 126.13330.2012 «Геодезические работы в строи-

тельстве» [1]. Геодезист на строительной площадке отвечает за корректный перенос проектных решений на объекты строительства.

В дальнейшем геодезические методы используются при эксплуатации зданий и сооружений, например, при контроле усадок, кренов, перемещений, который является неотъемлемой частью эксплуатации сложных инженерных сооружений, таких как мосты, туннели, высотные объекты.



*Рис. Жилищный фонд в Вологодской области
(общая площадь жилых помещений; тысяч квадратных метров)*

Целью данного исследования является уменьшение сроков строительных работ и повышение их качества за счет внедрения геодезических новаций. Задача: рассмотреть геодезические работы, осуществляемые на современном этапе при жилищном строительстве.

Исходя из СП 126.13330.2012 «Геодезические работы в строительстве» [1], точность разбивки главных осей зданий и сооружений на строительной площадке площадью более 1 км² должна соответствовать 1/25 000. Поэтому на строительной площадке размерами 400х300 м абсолютная ошибка будет 1,6 см.

Для контроля данной точности необходимо использовать геодезический метод или метод спутниковых определений координат, современное оборудование и приборы. Наиболее современными геодезическими приборами являются ГНСС оборудование и электронный тахеометр, имеющие такие преимущества как точность и быстрота выполнения работ, автоматизация обработки результатов измерений, повышение производительности труда.

Геодезический метод предполагает наличие специального геодезического оборудования, работа с которым невозможна без определенных знаний. Таким оборудованием могут быть: теодолит, электронный тахеометр, нивелир. Современные электронные тахеометры представляют собой устройства, объединяющие в себе электронный теодолит, светодальномер, микроЭВМ и модуль памяти. Геодезический метод определения координат чаще всего применяется на территории плотной застройки, когда ГНСС оборудование не ловит сигналы спутников.

Наиболее распространенным является метод спутниковых геодезических измерений. Этот метод подразделяется на: относительный и абсолютный. Относительный метод включает в себя несколько режимов, подразделяющихся на две группы: статические (статика, быстрая статика) и кинематические (кинематика, режим «Стой-иди», кинематика реального времени). Независимо от режима один из приёмников размещают на пункте с известными координатами (база), а другие – на определяемых пунктах (роверы).

Комплект ГНСС оборудования, при измерениях в режиме «статика», включает 2 ГНСС приемника, штатив, вежу, трегер и трипод. С помощью референцных станций можно вести измерения в режиме реального времени (RTK). В данном случае комплект оборудования сокращается до приёмника, вежи, трипода и контроллера, в данном случае количество работников сокращается до одного человека, благодаря чему сокращаются затраты на покупку оборудования и заработной платы специалистов.

Спутниковое оборудование дорогостоящее, но обеспечивает высокую точность и скорость работ. Спутниковый метод определения координат исключает грубые ошибки, которые может допустить человек при измерениях.

Рассмотрим последовательность вынесения на местности осей строящегося здания с использования ГНСС технологий в режиме РТК:

1. Экспортируем проект в контроллер роверного комплекта;
2. Уравниваем геодезическую сеть в принятой на строительной площадке системе координат;
3. Используя режим разбивки «разбивка» и следуя указаниям контроллера, перемещаем ровер в искомую проектную точку.

Пользуясь данным алгоритмом можно получать плановое и высотное положение проектных точек в режиме реального времени, то есть при наличии открытого неба (котлован, верхний этаж строящегося здания) можно узнать положения проектной точки через 3-5 минут после получения задания и даже контролировать положение строительных конструкций непосредственно в момент их монтирования. Также нужно принять в расчет, что подготовка работы с роверным комплектом требует определенных навыков, а непосредственно вынос точки может быть осуществлен простым строителем. Но нужно учитывать, что в межэтажных пространствах данный метод не работает.

Недостатком использования ГНСС технологий в кадастровой деятельности является сложность их применения в условиях плотной городской застройки. Одной из особенностей метода спутниковых определений является практически полная компьютерная обработка результатов геодезических измерений, благодаря чему сокращается время получения координат характерных точек.

Точно определить размеры и параметры несущих конструкций можно только с применением высокоточных геодезических приборов. В современном мире скорость выполнения работ постоянно увеличивается, поэтому геодезические приборы должны совершенствоваться, чтобы работать с ними было удобнее и быстрее, а точность измерений при этом оставалась высокой.

1. СП 126.13330.2012 Свод правил. Геодезические работы в строительстве: актуализированная редакция СНиП 3.01.03-84: утв. Минрегионом РФ 29.12.2011 № 635/1. – Введ. 1.01.2013 г. – ФАУ «ФЦС», 2012. – 84 с.

2. Заварин, Д. А. Концепция активизации инновационной деятельности в строительстве / Д. А. Заварин // Проблемы и перспективы развития современной науки и образования: сборник статей международной научно-практической конференции. – 2014. – С. 105-110.

АНАЛИЗ ОРГАНИЗАЦИИ ПАРКОВОЧНЫХ МЕСТ В ЦЕНТРЕ ГОРОДА ВОЛОГДЫ

А.А. Хмелёв

*Научный руководитель О.В. Пахнёва, старший преподаватель
Вологодский государственный университет
г. Вологда*

Цель данной работы проанализировать существующие проблемы с организацией и количеством парковочных мест в центральной части г. Вологды и представить варианты их решения.

Сейчас очень важно становится перераспределять место в центре города, отдавая большую его часть под общественные пространства, зоны перемещения пешеходов, велосипедистов и общественного транспорта, а также под зеленые зоны. Существующая ситуация такова, что большую часть территории занимают припаркованные автомобили. Их вынуждает к этому нехватка организованных парковочных площадей в местах максимального притяжения населения городов.

В ходе работы нами решены следующие задачи:

- обозначено место наиболее напряженного в парковочном отношении пространства в центре города;

- проведены натурные исследования существующей обстановки на парковочных местах и прилегающих территориях;
- проанализирована ситуация и предложены пути решения проблемы.

Объект исследования – зона в центральной части города Вологды, ограниченная улицами Батюшкова, проспект Мира, проспект Победы, Мальцева, Октябрьская (рис. 1).

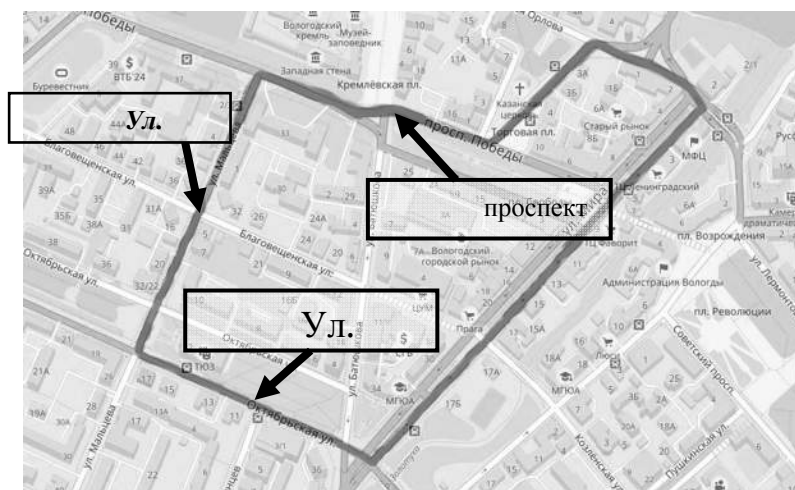


Рис. 1. Схема области исследования

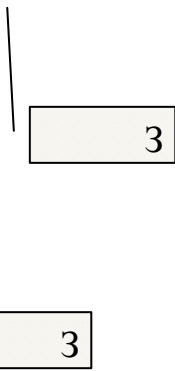
Основная масса припаркованных автомобилей находится на обочинах указанных и прилегающих улиц (рис. 2). Загруженность этих выделенных парковок зависит от наличия и близости магазинов, торговых центров, рынков, объектов культурного наследия Вологды, туристических объектов, парковых зон и т.п. Проблема нехватки парковочных мест вызвана несоответствием выделенных площадей под парковку и припаркованных автомобилей.

Нами был проведен количественный анализ числа припаркованных автомобилей (в зоне исследования). Подсчёт проводился в часы пиковой нагрузки на площадки (15:00-16:00, понедельник; 15:30-16:30, среда; 14:00-15:00, суббота). К исследованию принят максимальный по полученным данным результат. Общая вместимость парковочных пространств составила 540 автомобилей (рис. 2).

Несмотря на видимое большое количество парковочных мест, этого явно недостаточно, так как масса автомобилей, приезжающих в эту часть города настолько велика, что ими забиты все прилегающие улицы, а это вызывает проблемы в передвижении автомобилей, пешеходов и общественного транспорта, не говоря уже об отсутствии мест для общественной активности людей.

Вектор развития проблемы и пути её решения:

– В связи с ежегодным увеличением количества автомобилей более чем на 3 тысячи единиц [1] очевидно, что существующая проблема с каждым годом будет усугубляться. И любые плоскостные решения не достаточны.



Зона 1 – 5-15 припаркованных автомобилей;
Зона 2 – 16-30 припаркованных автомобилей;
Зона 3 – 31-50 припаркованных автомобилей;
Зона 4 – 51-85 припаркованных автомобилей

Если предположить что вместимость этих паркингов должна быть такова, чтобы вместить существующие автомобили, а также их возможное перспективное увеличение, расчет параметров паркингов наближающую перспективу приведен в таблице 1.



Рис. 3. Расположение многоуровневых паркингов и зоны их охвата

Расчет параметров паркингов на ближающую перспективу

Название точки	Существующее количество припаркованных автомобилей в зоне охвата паркинга	Перспектива
Паркинг 1	253 автомобиля	270-280 авт.
Паркинг 2	207 автомобилей	220-230 авт.
Паркинг 3	77 автомобилей	90-100 авт.

В качестве основного решения этих паркингов авторами предложен следующий вариант (классификация выполнена в соответствии с [2]). Объемно-планировочное решение: отдельно стоящая многоуровневая надземно-подземная стоянка с одним подземным и тремя надземными этажами открытого типа, высотой этажа 2.5 м. Способ перемещение между этажами – рампа (пандус). Предполагается эксплуатируемая крыша. Конструктивное решение: модульная быстровозводимая стоянка

Итак, авторы надеются, что предложенное ими решение проблемы позволит значительно разгрузить от автомобилей область исследования и сделать эту территорию более привлекательной для перемещения населения. В перспективе возможно создание общественных пространств, на площадях, освобождённых вследствие реконструкции, которые будут притягивать как горожан, так и гостей города.

1. А. Шер Больше чем на 3 тысячи увеличилось количество легковых автомобилей в Вологде за 2012 год [Электронный ресурс]. – Официальный сайт администрации города Вологда. – Режим доступа: http://vologda-portal.ru/novosti/index.php?ID=208625&SECTION_ID=151

2. СП 113.13330.2012 Стоянки автомобилей.

Секция «СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ»

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ГОРОДСКИХ КАНАЛИЗАЦИОННЫХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

А.Ю. Брыгин

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

Очистные сооружения канализации (ОСК) г. Вологды – это один из ключевых объектов по обеспечению экологической безопасности областного центра.

Целью данной работы является оценка эффективности работы ОСК и предложение комплекса мероприятий по усовершенствованию их работы.

В 2009 -2012 годах проведены работы по реконструкции ОСК и частичной ретехнологизации [1]. Ключевой упор во время проведения работ был сделан на изменение технологии и повышение эффективности биологической очистки сточных вод, а также на улучшение характеристик обработки осадка.

В результате схема ОС приняла следующий вид:

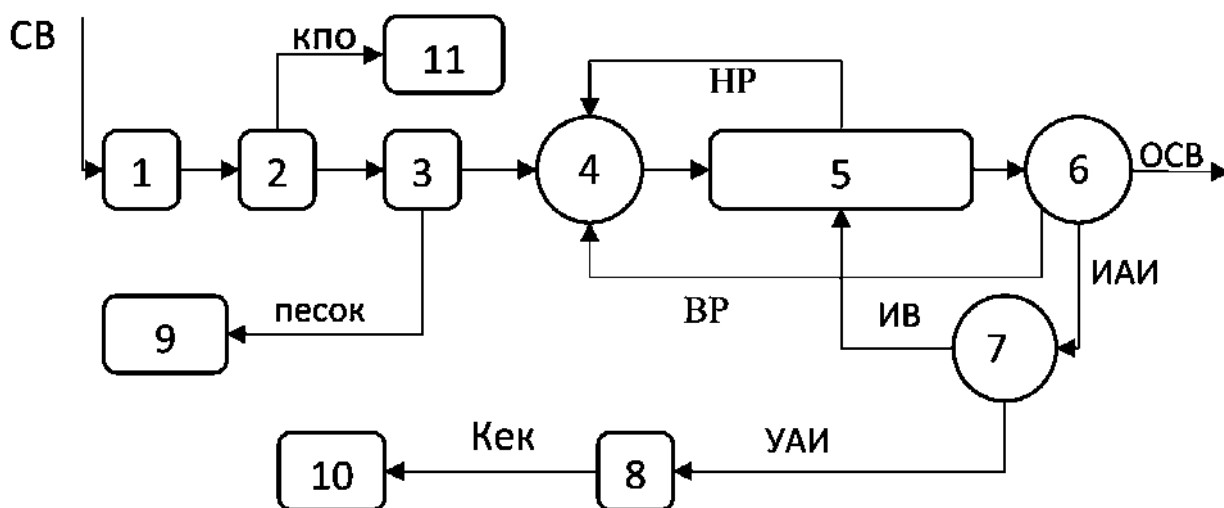


Рис. 1. Существующая технологическая схема ОСК г. Вологды: 1 - приемная камера; 2 - решетки; 3 - песколовки; 4 - денитрификаторы; 5 - аэротенки; 6 - вторичные отстойники; 7 - илоуплотнитель; 8 - цех механического обезвоживания; 9 - песковые бункера; 10 - площадки компостирования; 11 - бункер крупных плавающих отбросов; СВ - сточная вода; УАИ - уплотнённый активный ил; ОСВ - очищенная сточная вода; ИАИ - избыточный активный ил; ИВ - иловая вода; КПО - крупные плавающие отбросы; ВР - возвратный рецикл; НР - нитратный рецикл

Были выполнены следующие виды работ:

1. Отказ от первичных отстойников и переход на технологию с денитрификаторами для улучшения очистки сточных вод от соединений фосфора и азота.
2. Удаление из цикла обезвоживания осадка метантенков, строительство и пуск в эксплуатацию нового ЦМО, оснащённого пресс-фильтрами, соответствующими новой технологии.
3. Усовершенствование системы аэрации в аэротенках и турбин, обеспечивающих достаточную производительность.
4. Обеспечение работы возвратного и нитратного рециклов.
5. Строительство нового вторичного отстойника диаметром 40м и глубиной 4,5 м.

В ходе изучения работы ОСК, был сделан акцент на изучение незатронутой реконструкцией части цикла очистки сточных вод, выявление имеющихся в них недостатков и предложении вариантов их решения, исходя из технико-экономических соображений. Механическая очистка сточной жидкости является определяющей для дальнейшей стабильной работы сооружений очистки, и в схеме ОСК г. Вологда, в настоящее время, состоит из 2 этапов: решётки и песколовки.

Первая ступень очистки – решётки, их функция в технологическом процессе – задержание крупных, плавающих отбросов, находящихся в сточной жидкости и их выгрузка на транспортёр, с последующим пропуском отходов через гидравлический пресс-толкатель «ПТГ-200». Следствием чего является обезвоживание и уплотнение отходов.

Две многоступенчатые гидравлические решётки PMT-43SH 1200/2 (Финляндия), установлены на пути сточной жидкости. Также, в третьем канале установлена решётка Fenno Watter Ltd.(Финляндия), со схожими характеристиками, но меньшей пропускной способностью.

Сооружение и имеющиеся проблемы:

1. Многоступенчатые гидравлические решётки PMT-43SH 1200/2.

Наиболее важным показателем, характеризующим степень очистки сточных вод, в решётках данного «2D» типа, является «величина прозора», на всех трёх решётках она составляет 6мм, при толщине прутьев 3мм. В теории данная размерность должна обеспечивать эффективное изъятие крупных плавающих отбросов, благодаря образованию на решётке фильтрующего слоя из самих загрязнений. На практике же формирование этого слоя не всегда происходит равномерно, в основном из-за разной интенсивности поступления сточной жидкости на ОСК в течение суток, а также крупных, тяжёлых и твёрдых включений, находящихся в сточных водах.

«Просачивающиеся» через первую ступень очистки крупные загрязнения, переносятся потоком далее по циклу очистных сооружений и создают определённые проблемы практически на каждом его этапе.

Варианты решения:

а) Замена имеющихся на более совершенную и удовлетворяющую требованиям систему.

б) Барабанные решётки – хорошее решение, отлично зарекомендовавшее себя в странах Европы, но их монтаж требует больших вложений на перестройку канала. Вторым недостатком, решётки данного типа чувствительны к характеру отбросов и составу сточных вод, который, как показывает практика, не всегда соответствует нормативам.

в) Наиболее рациональным методом может стать установка второго ряда решёток, конструкции аналогичной уже имеющимся, но с меньшей величиной прозора, например, 2-3 мм. Эта мера не потребует капитальной реконструкции сооружения, канала и в то же время существенно улучшит задержание крупных плавающих отбросов.

Второй этап механической очистки – песколовки. На ОСК г. Вологда функционируют 4 секции песколовок горизонтального типа, время пребывания воды 2-3 минуты, со средней скоростью потока 0,37 м/с, производительность 240-290 м³/сут. Габариты секций: ширина – 4,5м, длина – 15м, рабочая глубина – 2,6м [3]. В передней части каждого лотка располагается приемок, куда скребковым механизмом «FINNCHAIN» (Финляндия) осуществляется сбор осаждённого песка и его последующая транспортировка по пульпопроводу в бункер.

2. Четыре песколовки горизонтального типа. Два скребковых механизма «FINNCHAIN».

1) Неоснащённость 2 секций из 4 скребковыми механизмами создаёт необходимость регулярного перекрытия секций песколовок и размывания песка вручную, а это в свою очередь, ведёт к увеличению нагрузки на остальные секции на период остановки одной из них. Также несвоевременное удаление осадка ведёт к его загниванию.

2) Несовершенство системы формирования отстойных зон в песколовках, слишком быстрое течение[3].

3) Засорение насосов, установленных на пульпопроводе (в среднем, раз в 48 часов на одной из секций, находящихся в работе).

4) Отсутствие системы аэрации.

Варианты решения:

а) Дооснащение секций песколовок скребковыми механизмами.

б) Сооружение «щитов – гасителей» скорости потока, в виде вертикально расположенных пластин из металла, пластика или дерева, задача которых равномерное распределение потока по всему сечению сооружения. Данная конструкция довольно успешно применяется на одной из секций песколовок. Но она имеет и недостатки, вытекающие из существующей системы работы решёток. На пластинах гасителя со временем формируются скопления из нерастворимых, плавающих загрязнений (тряпки, волосы и т.д.), что затрудняет

проход жидкости между ними и способствует формированию зон застоя в центральной части песколовки.

в) Усовершенствование системы решёток, путём установления двух уровневой системы фильтрации, с применением либо барабанных решёток, либо второго ряда многоступенчатой гидравлической системы, но с меньшей величиной прозора. Предлагаемая величина 2-3 мм.

г) Проведение системы аэрации, в комплексе с реконструкцией капитальных сооружений секций песколовки, что должно обеспечить качественное разделение минеральных загрязнений и органики [2].

Биологическая очистка на рассматриваемых сооружениях не вызывает существенных нареканий, а имеющиеся в её работе недостатки связаны с несовершенством механической очистки.

Обработка осадков в технологическом цикле осуществляется в цехе механического обезвоживания (ЦМО). Осадок обезвоживается на фильтр-прессах с применением флокулянта Zetag. Продуктом обезвоживания осадка сточных вод является кек в пастообразном состоянии влажностью 84-88%, с содержанием сухого вещества 12-16%, подлежащий дальнейшей утилизации.

Реконструкция очистных сооружений должна носить комплексный характер, так как несовершенство одной ступени очистки сточных вод, ухудшает работу всех остальных, а вложенные в реконструкцию части объектов средства не дают требуемого эффекта.

1. Ретехнолизация сооружения очистки сточных вод. Мешенгиссер Ю.М. С. 14-76 // «Издательский дом «Вокруг цвета», 2012. – 211 с.

2. СП 32.13330.2012 Канализация. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.03-85

3. Исследование блока механической очистки ОСК г. Вологда / Кулаков А.А., Фоминых В. // Вода. 2017. – №4(116) – С. 26-29.

ДОСТИЖЕНИЕ ПРИРОДООХРАННЫХ НОРМАТИВОВ НА МАЛЫХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЯХ КАНАЛИЗАЦИИ

Т.А. Воробьева

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

В настоящее время большинство малых очистных сооружений канализации (ОСК) находятся в изношенном состоянии и не функционируют или функционируют, но на пределе своих возможностей, что может привести к загрязнению водных объектов.

Основными особенностями малых ОСК являются: моральный и физический износ, высокая неравномерность поступления сточных вод, неподготовленность персонала, низкий уровень оснащённости, высокие эксплуатационные и капитальные затраты.

Для оценки качества сбрасываемых сточных вод служит норматив допустимого сброса (НДС), который устанавливается на уровне предельно допустимых концентрации (ПДК) водных объектов рыбохозяйственной категории водопользования: $BV=10$ (15) мг/л, $BPK_{полн}=10$ (15) мг/л, $NH_4^+=0,5$ мг/л, $NO_2^- = 0,08$ мг/л, $NO_3^- = 40$ мг/л, $PO_4^{3-} = 0,6$ мг/л.

Современные природоохранные нормативы требуют внедрения технологий глубокой очистки от соединений азота и фосфора до ПДК водных объектов рыбохозяйственной категории практически для всех объектов канализации, даже в небольших сельских поселениях. На большинстве малых очистных сооружений канализации (ОСК) запроектирована биологическая очистка, которая не обеспечивает удаление от азота и фосфора на уровне НДС.

Цель – оценка данных об эффективности работы малых очистных сооружений канализации (ОСК) Вологодского района.

В ходе исследования были проанализированы 19 малых ОСК Вологодского района по расходу и по следующим показателям: взвешенные вещества, $BPK_{полн}$, PO_4^{3-} , NO_2^- , NO_3^- , NH_4^+ за 2010-2015 года.

Анализируемые объекты были классифицированы по производительности и результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1

Анализ производительности станций

Производительность, м ³ /сут	Количество ОСК					
	2010	2011	2012	2013	2014	2015
<50		7	6	7	7	8
50-100	3	1	2	4	6	4
100-500	10	10	9	7	5	6
>500	2	1	1	1	1	1
Всего	15	19	18	19	19	19

Можно сделать вывод об имеющемся тренде уменьшения расходов.

В основном на объектах запроектирована полная биологическая очистка сточных вод в аэротенках или в компактных установках. На рисунке 1 представлены некоторые технологические схемы биологических очистных сооружений.

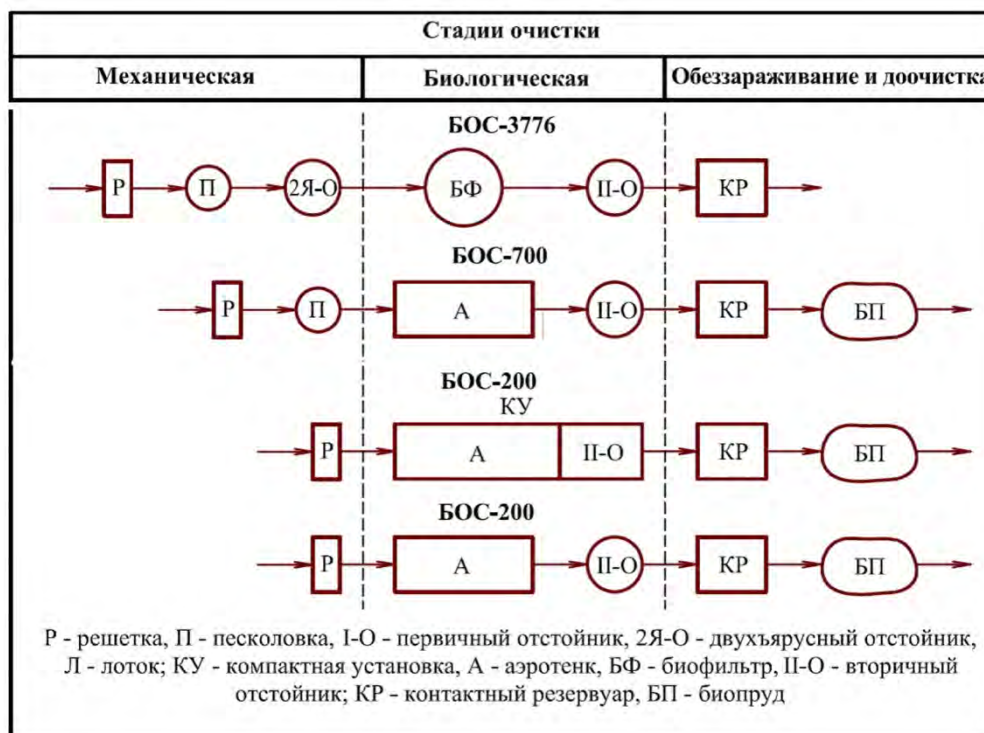


Рис. Технологические схемы биологических очистных сооружений (БОС)

Также были проанализированы показатели качества очищенной воды, для этого проведена оценка вероятности обеспечения концентраций, которая определяется по формуле:

$$W_{\text{обесп},i} = \frac{N_{ij}}{N_{\text{общ}}} \cdot 100, \%$$

где N_{ij} – номер ряда концентрации загрязняющего вещества от 1 до $N_{\text{общ}}$;
 $N_{\text{общ}}$ – общее количество концентраций загрязняющего вещества.

Для нахождения частоты обеспечения составлялся ранжированный ряд от минимального к максимальному значению при этом каждому ряду присваивался номер, затем по формуле находили частоту обеспечения и строился график $W_{\text{обесп},i} = f(C_i)$.

По результатам расчетов была составлена таблица 2 по всем показателям, из которой видно, что достижение нормативов по фосфору обеспечивается в 22,6%, а по аммонии – 21,4%. В сравнение с нитратами – достижение норматива обеспечивается в 97%.

Таблица 2

Оценка вероятности обеспечения концентраций

ВВ	Сех, i, мг/л	<2	<4	<8	<10	<15	<20	<40
	Wобесп, i, %	24,5	49,1	65,1	69,8	82,1	84	93,4
БПК _{полн}	Сех, i, мг/л	<1	<3	<5	<7	<10	<15	<20
	Wобесп, i, %	24	67,3	78,8	86,5	90,4	92,3	97,1

NH_4^+	Сех,и, мг/л	<0,1	<0,2	<0,3	<0,4	<0,5	<1	<3
	Wобесп,и, %	7,8	12,6	15,5	18,5	21,4	37,9	57,3
NO_2^-	Сех,и, мг/л	<0,01	<0,03	<0,08	<0,1	<0,3	<1	<2
	Wобесп,и, %	3,7	22,2	42,6	49,1	78,7	91,7	97,2
NO_3^-	Сех,и, мг/л	<0,1	<0,5	<1	<3	<5	<10	<40
	Wобесп,и, %	5,1	20,2	29,3	54,6	72,7	86,9	97
PO_4^{3-}	Сех,и, мг/л	<0,1	<0,3	<0,6	<1	<2	<3	<5
	Wобесп,и, %	2,9	8,8	22,6	43,1	71,6	84,3	95,1

Таким образом, можно сказать, что для достижения природоохранных нормативов требуется максимально использовать имеющиеся на объекте резервы повышения эффективности, реконструкция или капитальный ремонт очистных сооружений. Требуется также оптимизировать эксплуатационные параметры объекта: сокращение удельных эксплуатационных затрат, актуализация технологического регламента, повышение технического оснащения станции, переподготовка кадров, разработка и внедрение методик оперативного лабораторного (технологического) контроля и др.

УСОВЕРШЕНСТВОВАННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОБЕЗЖЕЛЕЗИВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

В.О. Говоров

Научный руководитель Ж.М. Говорова, д-р техн. наук, профессор

Национальный исследовательский

Московский государственный строительный университет

г. Москва

Обеспечение современных санитарно-гигиенических нормативов качества очищенной воды, снижение энергоёмкости, повышение эффективности работы и уровня эксплуатации действующих станций обезжелезивания, реализующих метод предварительной аэрации воды путём подачи в исходную воду сжатого воздуха с последующим фильтрованием через слой инертной песчаной загрузки является актуальной задачей.

Одним из путей решения такой задачи является усовершенствование и внедрение технологии обезжелезивания за счёт применения биореакторов со струйной вакуумной эжекцией (БСВЭ) и фильтров с плавающей пенополистирольной загрузкой ФПЗ-1 [1, 2].

В качестве примера рассмотрены результаты работы станции обезжелезивания ВНС-2 г. Жуковский производительностью 10,0 тыс.м³/сут после реконструкции и модернизации [3].

Станция обезжелезивания была оборудована биореакторами (БР1, БР2) диаметром 3 м и высотой 8,1 м, вода после которых подавалась на фильтры с плавающей загрузкой (первая технологическая линия - ФПЗ-1.1...1.4, вторая технологическая линия - ФПЗ-1.5...1.8). Скорость фильтрования воды на биореакторах составляла от 16,4 до 27 м/ч, на фильтрах с плавающей загрузкой – от 4,7 до 8,3 м/ч.

В качестве контактной загрузки биореактора и фильтра использовались вспененные гранулы пенополистирола соответственно крупностью 4-8 мм толщиной слоя 1,7 м и 0,8-1,3 мм толщиной слоя 1,5 м. Продолжительность фильтрования воды между промывками на биореакторах не превышала 7 суток, на фильтрах – 24 часа.

Подземная вода, поступающая на очистку, в зависимости от режима работы группы скважин на водоводы за период наблюдения характеризовалась содержанием железа общего от 2,6 до 8,8 мг/л, марганца – от 0,14 до 0,45 мг/л и ионов аммония – от 0,67 до 1,44 мг/л. Вода имела сероводородный запах интенсивностью 2-3 балла.

На рисунке 1 представлены графики, отражающие динамику изменения концентрации железа и марганца в воде по ступеням очистки после предварительной зарядки загрузки биореакторов в течение 5-6 суток и фильтров в течение 48 часов.

При значительных колебаниях качества исходной воды и гидравлической нагрузки через месяц работа биореакторов стабилизировалась. При этом концентрация железа на выходе из них не превышала 1,6 мг/л, а затем снижалась до 0,8-1 мг/л. Эффективность обезжелезивания составляла 95,1-99,4%.

Концентрация железа в очищенной воде после фильтров не превышала 0,3 мг/л, а их эффективность на протяжении периода наблюдений составляла в среднем 80,2%. Отдельные пики на графиках указывали на накопление осадка в толще загрузки, который затем удалялся во время промывки.

Процесс деманганизации протекал несколько иначе. Концентрация марганца в воде на выходе из биореактора практически не изменялась, а в отдельных случаях превышала исходную. В то же время эффективность удаления марганца в толще фильтрующей загрузки медленно, но постепенно увеличивалась и примерно через полгода работы станции фильтры первой технологической линии начали обеспечивать нормативную степень очистки воды до данному показателю.

Наряду с обезжелезиванием в биореакторах наблюдалось по сравнению с исходной водой снижение свободной углекислоты, повышение окислительно-восстановительного потенциала с $-22,3 \div -30,74$ до $81,50-115,04$ мВ и рН с $6,72-7,23$ до $7,64-7,73$. Что касается очищенной воды после фильтров, то её рН несколько снижался ($7,42-7,5$), а Eh увеличивался до $149,51-163,54$ мВ по сравнению с водой, прошедшей биореакторы.

Оценка работы в течение четырех лет промышленной станции обезжелезивания с БСВЭ и ФПЗ-1 подтвердила эффективность и перспективность дальнейшего применения усовершенствованной технологии на аналогичных объектах ВКХ.

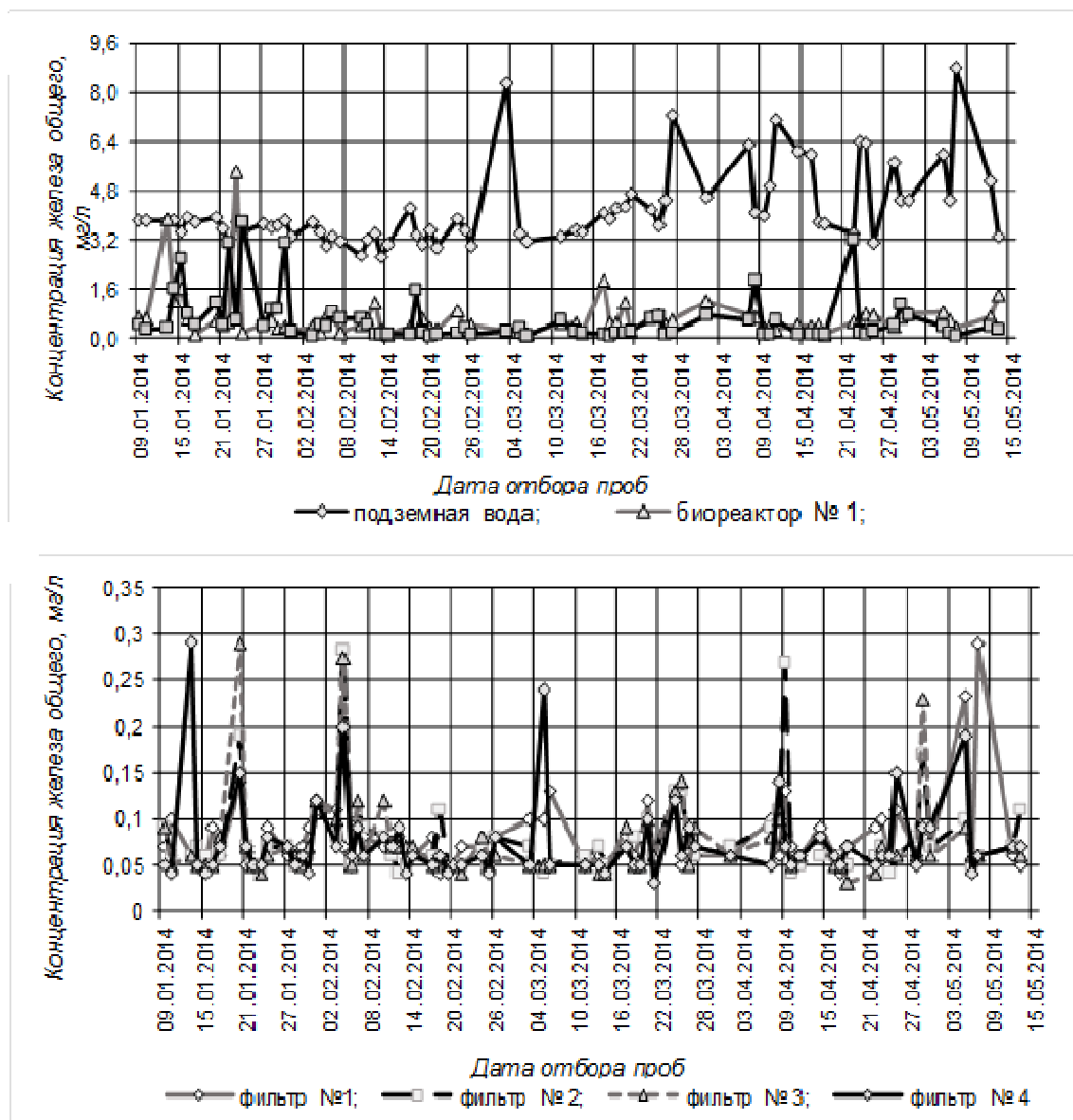


Рис. Изменение концентрации железа в подземной и очищенной воде на выходе из биореакторов (а) и фильтров (б)

1. Журба М.Г., Говоров О.Б., Говорова Ж.М., Квартенко А.Н. Исследование и опыт внедрения инновационных технологий кондиционирования подземных вод // Водоснабжение и санитарная техника. 2014. № 9. – С. 38-48.
2. Журба, М.Г. Водоочистные фильтры с плавающей загрузкой. Научное издание. – Москва, 2011. – 536 с.
3. Говоров О.Б., Говоров В.О. Безреагентная технология обезжелезивания и деманганации подземных вод: обоснование, исследование, внедрение / С.О.К. 2017. № 6. – С. 27-31.

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА БОЛЬНИЧНЫХ СТОКОВ

Д.М. Исаенко

Научный руководитель И.В. Журавлева, канд. техн. наук, доцент

Воронежский государственный технический университет

г. Воронеж

Проблема очистки больничных сточных вод недооценивается, так как считается, что они аналогичны хозяйственно-бытовым сточным водам. В больничных учреждениях обычно не предусматривают очистку сточных вод, что может привести к возникновению заражений и эпидемиям.

Современное решение для очистки сточных вод больничных комплексов [1] с использованием электрохимической обработки позволит очистить от концентрированных органических соединений, крови и исключить попадание их в канализационную сеть.

Очистка воды от растворенных органических веществ и осадка достигается за счёт трехслойного фильтрования, пропуска сточной воды через электрическое поле. В результате снижается металлоёмкость оборудования, обеспечивается высокая степень очистки воды от растворенных органических веществ и азота аммонийного.

В качестве фильтрующей загрузки используется гранулированный алюминий, силицированный кальцит и активированный уголь. Необходимо предусматривать электрохимические источники тока – катод и анод, при помощи которых должно создаваться электрическое поле напряженностью 500-600 В/м со скоростью фильтрования 15-18 м/ч.

Загрузка фильтра требуется в строгой последовательности: нижний слой – активированный уголь, средний слой – силицированный кальцит, верхний слой – гранулированный оксид алюминия. Материалы являются электропроводными и имеют разные значения потенциала. Материал верхнего слоя электроотрицательный и способен образовывать нерастворимый гидроксид. Материал нижнего слоя электроположителен. Между верхним и нижним слоем находится неэлектропроводный зернистый фильтрующий материал.

Модель электрохимического фильтра приведена на рис. 1.

Принцип работы фильтра заключается в следующем: при пропускании сточной воды сквозь фильтрующую загрузку создаётся электрический ток, затем создаётся электрическое поле с напряженностью 500-600 В/м и со скоростью фильтрования 15-18 м/ч между заряженными слоями. Под действием тока растворяется электроотрицательный материал, ионы которого образуют коагулянт на зернах фильтрующей загрузки среднего слоя. В верхнем и нижнем слое происходят окислительные и восстановительные реакции, которые существенно влияют на эффект очистки воды при наличии в ней органиче-

ских загрязнителей, твёрдых частиц. В нижнем слое активированный уголь выполняет функцию сорбента.

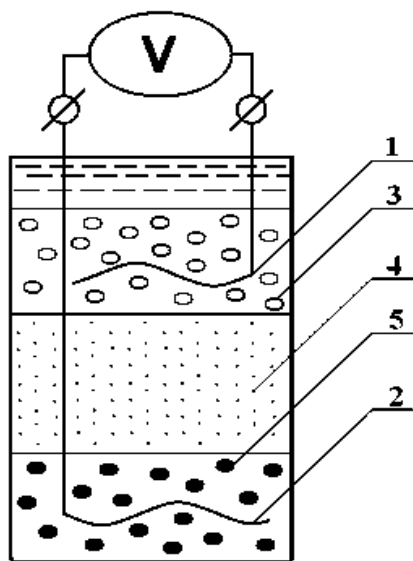


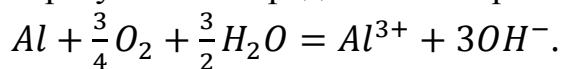
Рис. 1. Модель электрохимического фильтра:

- 1 – анод;
- 2 – катод;
- 3 – электроотрицательный металл;
- 4 – минеральный зернистый материал;
- 5 – электроположительный материал

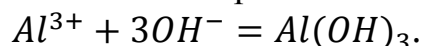
На алюминиевом электроде электрохимического фильтра (рис. 2) протекают ионные реакции:

- на аноде $Al = Al^{3+} + 3e^-$;
- на катоде $\frac{3}{4}O_2 + \frac{3}{2}H_2O + 3e^- = 3OH^-$.

В результате в среднем слое происходит следующая реакция:



Результатом этой реакции является образование коагулянта:



Основным механизмом очистки сточной воды в таких фильтрах является действие молекулярных сил, под влиянием которых происходит закрепление твёрдых частиц на фильтрующей загрузке.

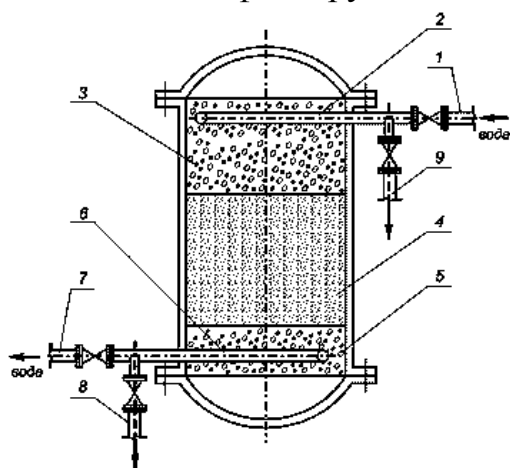


Рис. 2. Электрохимический фильтр:

- 1 – подача исходной воды;
- 2 – распределительная система;
- 3 – гранулированный оксид алюминия;
- 4 – фильтрующий зернистый материал;
- 5 – активированный уголь;
- 6 – сборная система;
- 7 – отвод очищенной воды;
- 8 – подача промывной воды;
- 9 – отвод промывной воды

При этом учитывается, что зернистая минеральная загрузка расположена в электрическом поле, созданном электродами разной полярности (рис.3). Под действием электрического поля происходит поляризация зёрен диэлектрика с образованием связанных зарядов. При фильтровании загрязненной воды в поляризованном зернистом материале частицы загрязняющих веществ закрепляются на зернах загрузки за счёт действия электростатических сил.

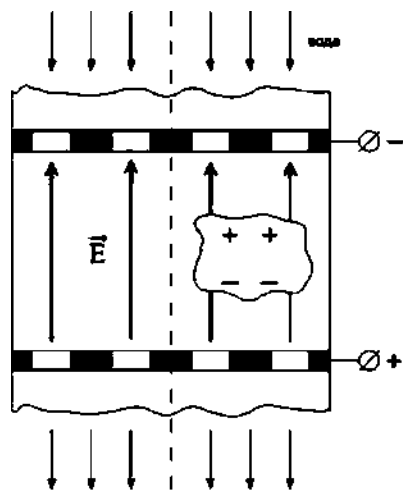


Рис. 3. Поляризация зерен фильтрующего зернистого материала

На основании исследований и анализа результатов построен график изменения показателей загрязнений (в $\text{г/м}^3 = \text{мг/л}$) при изменении скорости фильтрования (рис. 4) и при изменении напряженности электрического поля (рис. 5).

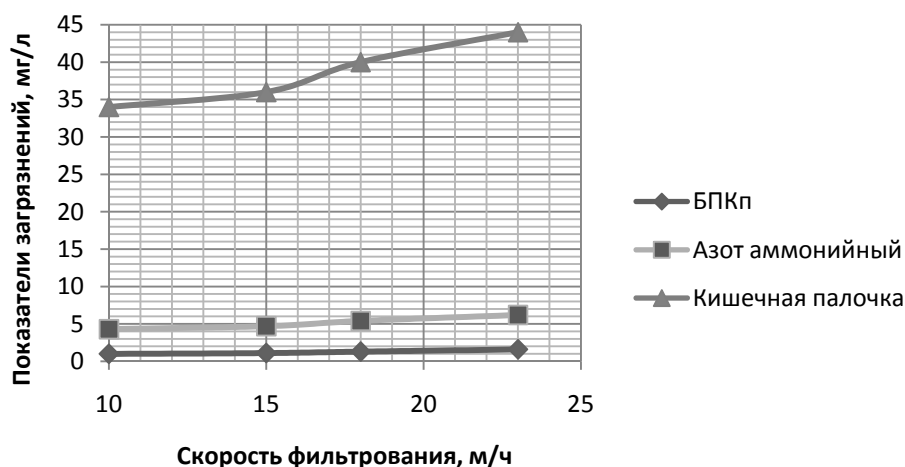


Рис. 4. Влияние скорости фильтрования на изменения показателей очистки

Низкие скорости фильтрования нецелесообразны из-за увеличения металлоёмкости оборудования и энергозатрат на очистку сточной воды, а более высокие – приводят к увеличению БПК_п.

Таким образом, наилучшей будет скорость фильтрования равная 15 м/ч.

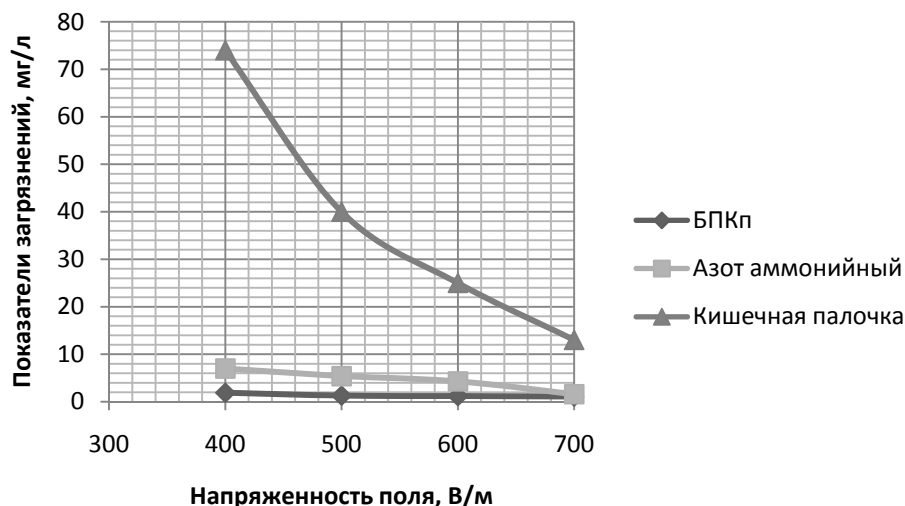


Рис. 5. Влияние напряженности электрического поля на изменения показателей очистки

Уменьшение напряженности электрического поля менее 500В/м приводит к увеличению БПК_п, а увеличение напряжённости более 600 В/м - к увеличению затрат на очистку сточной воды.

Выводы:

1. Предложена очистка больничных стоков по патенту [1].
2. Фильтры оборудованы:
 - алюминиевыми анодами и графитовыми катодами,
 - загрузка выполнена трехслойной. Верхний слой из алюминия, средний слой из силицированного кальцита, нижний слой из активированного угля.
3. Выбраны наилучшие технологические параметры эксплуатации фильтра:
 - скорость фильтрования 15 м/ч;
 - напряженность электрического поля 500-600 В/м.
4. Фильтр обеспечивает высокую очистку больничных сточных вод и делают эти стоки безопасными для человека и окружающей среды.
5. Электрохимический фильтр может использоваться не только для очистки больничных стоков, но и при реконструкции типовых фильтров с высокой концентрацией биологических загрязнений на очистных сооружениях.

1. Патент RU № 229370. МПК C02F 9/12. Способ очистки и обеззараживания сточных вод/Назаров В.Д., Русакович А.А., Гараев И.Ф., Губайдуллин М.Ф. заявитель и патентообладатель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет». <http://www.findpatent.ru/patent/229/2293708.html> (Дата обращения 20.10.2017)

2. Назаров М.В. Электрохимические фильтры для очистки природных и сточных вод. http://www.rusnauka.com/28_NII_2012/Stroitelstvo/7_117547.doc.htm (сайт Дата обращения 20.10.2017)

ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ВЫСОТНОГО ПОЛОЖЕНИЯ ОБЪЕКТОВ ВОДООТВЕДЕНИЯ

О.Н. Краева

Научный руководитель Д.А. Заварин, канд. экон. наук, доцент
Вологодский государственный университет
г. Вологда

В современном мире продолжается интенсивный процесс роста городов, увеличения площади и плотности застройки. Для полноценного функционирования зданий и помещений необходима развитая сеть инженерных коммуникаций. Значимой её частью являются системы водоотведения.

При строительстве канализации особенно важно соблюдение уклона трубы. Его значение зависит в первую очередь от вида канализационной системы: самотечная или напорная и от диаметра пролагаемых труб. При этом несоблюдение уклона может привести к серьёзным нарушениям в работе канализационной системы.

В связи с этим важным этапом строительства системы водоотведения является вынос на местность высотных отметок. Для этих целей могут использоваться различные как традиционные, так и современные геодезические приборы. Выбор оптимального способа выноса на местность объекта водоотведения зависит от различных факторов. Наиболее значимыми из них являются объем и сроки выполняемых работ, квалификация работников и требования, предъявляемые к точности местоположения строящегося сооружения.

Традиционно для выноса высотных отметок использовались нивелиры (рис. 1) и нивелирные рейки. При этом для измерений необходимы два человека: один работает у прибора, а другой перемещает рейку.



Рис. 1. Нивелир Vega L24

Такой способ выноса высотных отметок требует достаточно больших временных затрат и предварительной подготовки специалистов.

Существенным его достоинством является точность. С помощью высокоточных нивелиров можно достичь точности измерений до долей миллиметра. Благодаря этому, становится возможным точное соблюдение практически любой величины уклона трубы. Поэтому нивелиры целесообразно применять для небольших по объему, но требующих высокой точности проектов.

При высотных измерениях технической точности экономически оправданным является использование таких инновационных приборов как электронный тахеометр и ГНСС.

При работе с современным безотражательным электронным тахеометром (рис. 2) доступность для человека измеряемого объекта не обязательна, а необходимыми условиями являются прямая видимость и малое расстояние (до 500 м). Вследствие данной особенности выполнять измерения электронным тахеометром может один человек у прибора. Измерения при этом занимают меньшее количество времени, чем измерения с помощью нивелира, но также предполагают высокую квалификацию работников.

Точность выноса высотной отметки электронным тахеометром несколько ниже, чем нивелиром (5-15 мм). Однако этот способ более универсален, быстр и дешев, что позволяет использовать его для достаточно больших по объему работ, требующих при этом соблюдения высоких требований к точности.

Особую нишу в высотных измерениях в строительстве занимает такой инновационный вид геодезических измерений, как ГНСС технологии (рис. 3). Самый совершенный ГНСС метод – RTK (измерения в режиме реального времени) позволяет достигнуть точности 2-3 см, что является зачастую недостаточным для прокладки канализационных труб с необходимым уклоном. Но в случае выноса на местность высотных отметок больших по протяженности объектов, не требующих соблюдения уклона или имеющих значительные перепады, является наиболее оптимальным. Этот способ имеет некоторые ограничения, но может использоваться в любую погоду, менее требователен к подготовке пользователя оборудования и обладает высокой эффективностью.



Рис. 2. Электронный тахеометр Sokkia FX-105



Рис. 3. Моноблок ГНСС Sokkia GRX2 и полевого контроллера SokkiaSHC250

Следовательно, геодезические методы при определении высотного положения объектов водоотведения можно свести к трём типам: геометрическое нивелирование, тригонометрическое нивелирование, ГНСС-технологии. Рассмотрим каждый из этих способов в трёх аспектах: цена оборудования, производительность и требования к пользователю.

В геометрическом нивелировании комплект оборудования обойдётся порядка 10-20 тыс. рублей, площадь производимых работ при этом 100*100 м, требования к пользователю относительно невысокие, т.к. например нивелир с компенсатором достаточно легко осваивается человеком со средним техническим образованием. Например, 2/3 прорабов умеют им пользоваться.

Электронный тахеометр стоит порядка 300-400 тыс. рублей в комплекте с соответствующим оборудованием, площадь производимых работ 500*500 м, требования к пользователю высокие. Работать с угломерными приборами могут только люди, имеющие специализированное геодезическое образование.

Комплект ГНСС-оборудования стоит от 300 тыс. до 1 млн. рублей в зависимости от комплектации. Площадь производства работ достигает нескольких десятков квадратных километров. Требования к пользователю относительно невысокие. Подавляющее большинство уверенных пользователей ПК могут разобраться с современным ГНСС комплектом, в который входит полевой мини-компьютер – контроллер.

Таким образом, можно сделать вывод, что геометрическое нивелирование – это дешево, просто, но малопроизводительно; электронный тахеометр – дорого, требует высокой подготовки пользователя, производительно; ГНСС-технологии – очень дорого, очень производительно, очень просто.

1. Заварин, Д. А. Концепция активизации инновационной деятельности в строительстве / Д. А. Заварин // Проблемы и перспективы развития современ-

ной науки и образования: сборник статей международной научно-практической конференции. – 2014. – С. 105-110.

2. Заварин, Д. А. Основные направления развития строительства на инновационной основе // Журнал Фундаментальные исследования. – Пенза: Издательский дом "Академия Естествознания", 2014. – С. 1805–1810

3. СП 126.13330.2012 Свод правил. Геодезические работы в строительстве: актуализированная редакция СНиП 3.01.03-84: утв. Минрегионом РФ 29.12.2011 № 635/1. – Введ. 1.01.2013 г. – ФАУ «ФЦС», 2012. – 84 с.

НАПРАВЛЕНИЯ ИНТЕНСИФИКАЦИИ РАБОТЫ КАНАЛИЗАЦИОННЫХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Ю.В. Крылова

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

Системы водоотведения малых населенных пунктах формируются с учетом рассредоточенности этих объектов, отсутствия требуемой инфраструктуры, недостатка специализированных эксплуатирующих организаций и инженерных кадров, высокой себестоимостью очистки сточных вод [1,2]. Наиболее часто встречающимся решением для данных объектов являются заводские установки, обладающие простотой транспортировки и удобством монтажа. Однако они имеют и недостатки.

Установки очистки бытовых сточных вод не позволяют четко разграничить требуемые технологические процессы в малом объеме, небольшая глубина емкостей препятствует эффективному протеканию процессов аэрирования и илоразделения, а высокая неравномерность поступления сточных вод на очистку приводит к выносу активного ила из системы.

Целью работы является интенсификация работы заводских канализационных очистных сооружений.

В рамках работы исследованы канализационные очистные сооружения (далее – КОС) хозяйственно-бытовых сточных вод производительностью 30 м³/сут, расположенные в сельском поселении Вологодской области.

Бытовые сточные воды поступают в приемную камеру, где располагается решетка, задерживающая крупные загрязнения, после чего поступают в заводскую установку. Локальные очистные сооружения представляют собой цилиндрический резервуар подземного исполнения диаметром 2000 мм, длиной 8700 мм, включающий в себя аэротенк, отстойник и фильтр-биореактор доочистки. Для удобства обслуживания и эксплуатации емкость имеет три колодца диаметром 1000 мм. Очищенные сточные воды, пройдя ультрафиолетовое

обеззараживание, отводятся через сборный колодец в реку. Избыточный активный ил согласно проекту должен собираться в накопитель, уплотняться и вывозиться с объекта (по факту – ила нет).

Наблюдается высокая неравномерность поступления сточных вод на рис. 1, в некоторых случаях превышающих проектную производительность очистных сооружений, что негативно сказывается на работе установок.

Данные о составе поступающих сточных вод приведены в таблице.

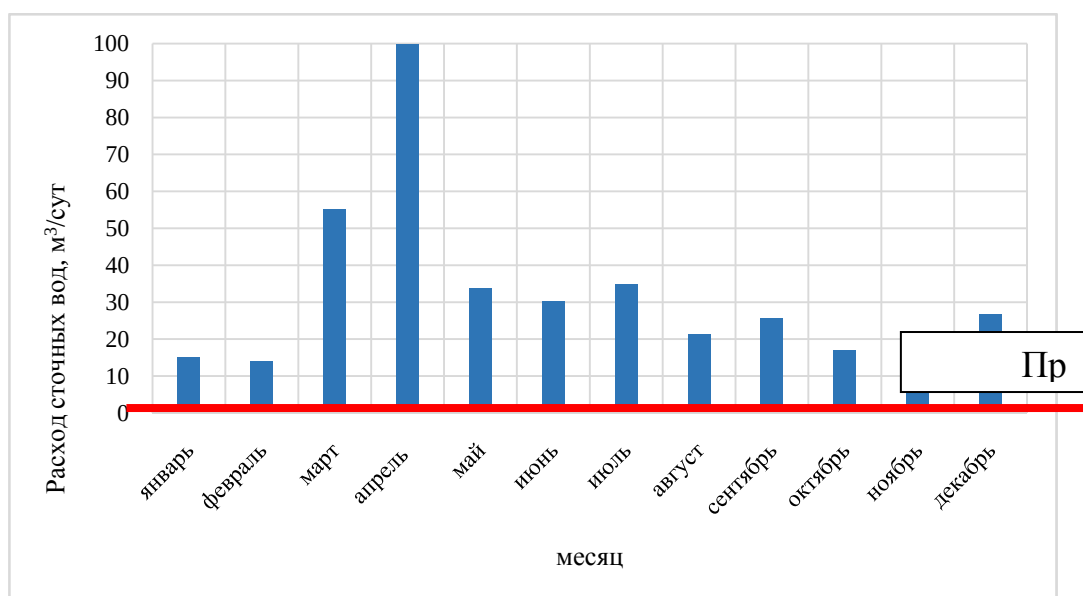


Рис. 1. Динамика поступления сточных вод на очистку

Таблица

Концентрации загрязняющих веществ в поступающих сточных водах

Тип	Концентрация, мг/л						
	ВВ	ХПК	БПК ₅	Аммоний-ион	Нитрит-ион	Нитрат-ион	Фосфор фосфатов
Расчетные	433,3	-	400	70	-	-	10
Минимальная	99	218	107,8	31	0,133	0,358	1,72
Средняя	245,4	457,5	190,5	96,9	0,16	0,81	10,2
Максимальная	374	668,7	346	151,2	0,222	1,19	14,3

Примечание. Расчетные концентрации равны расчетным согласно табл. 19 [3].

Исследование КОС позволило выявить ряд имеющихся недостатков:

1. Малая глубина емкостей, что не позволяет в нужной степени обеспечить процесс аэрирования и илоразделения.
2. Поступающие сточные воды имеют низкую температуру, которая не поднимается выше +12°C в течение года.
3. Недостаточный контакт сточных вод с активным илом и составляет только 6 часов из-за малого объема сооружений.

4. В процессе очистки воды активный ил постоянно выносится из сооружений, при внесении ила с других сооружений, он через несколько дней полностью вымывается с очищенной сточной водой.

5. Блочная загрузка в фильтре-биореакторе доочистки находится в жестком состоянии, что препятствует циркуляции сточной воды, и происходит ее зарастание.

Недостатки существующей технологической схемы приводят к низкой эффективности очистки и превышению природоохранных нормативов по БПК, азоту и фосфору, а также выносу ила. Требуется изменение технологии.

В ходе работы технологическая схема была усовершенствована с учетом данных технического обследования (рис. 2).

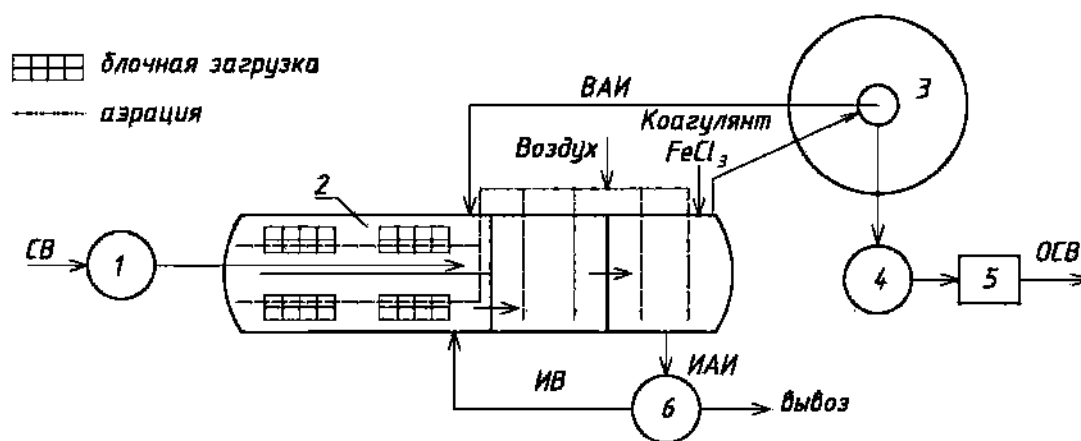


Рис. 2. Технологическая схема по повышению эффективности очистки бытовых сточных вод: 1 - приемная камера; 2 - аэротенк; 3 - вторичный отстойник; 4 - емкость очищенной воды; 5 - установка ультрафиолетового облучения; 6 - илонакопитель; СВ - сточная вода; ОСВ - очищенная сточная вода; ИАИ - избыточный активный ил; ИВ - иловая вода; ВАИ - возвратный активный ил

Разработанная технологическая схема по повышению эффективности очистки бытовых сточных вод имеет следующие этапы очистки.

Очищаемая сточная вода последовательно проходит через три отсека аэротенка, где располагается имеющаяся блочная загрузка, ранее применявшаяся для доочистки сточных вод. Биомасса представлена свободно плавающей (активный ил) и прикрепленной (биопленка на блочной загрузке). За счет комбинирования биомасс и регулирования концентрации растворенного кислорода в аэротенках обеспечиваются процессы денитрификации и нитрификации. Удаление фосфатов осуществляется за счет дозирования коагулянта.

Разделение иловой смеси осуществляется в запроектированном вторичном отстойнике (алгоритм расчета приведен на рис. 3). Внедрение отстойника позволяет предотвратить вынос активного ила из сооружений. Очищенная сточная вода после обеззараживания сбрасывается в водный объект, активный ил эрлифтом перекачивается в первый отсек аэротенка. Избыточный активный ил периодически выкачивается в илонакопитель, после уплотнения в котором, вывозится.

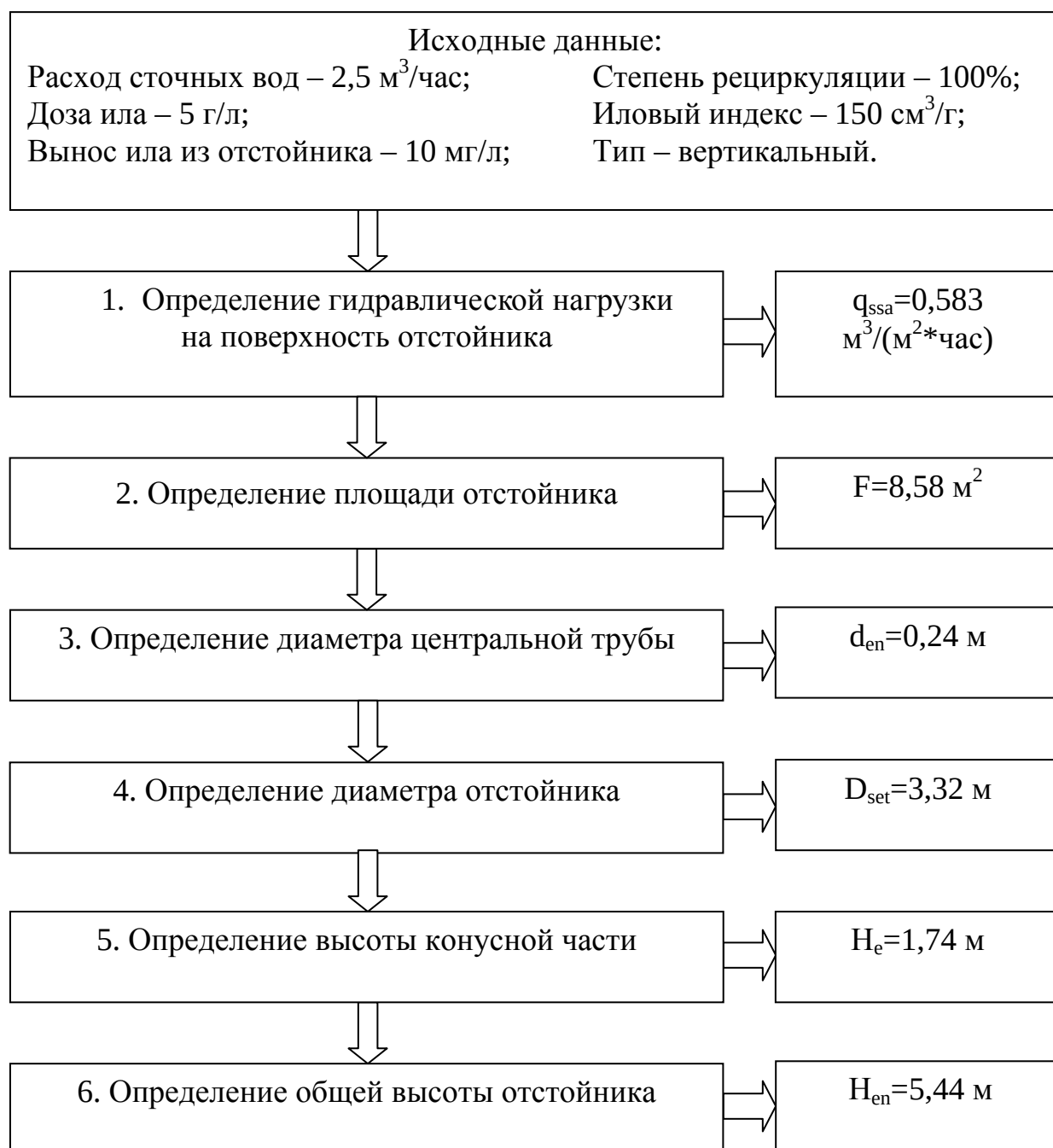


Рис. 3. Алгоритм расчета вторичного отстойника

Обследование очистных сооружений позволило оценить их работоспособность, выявить направления интенсификации их работы с учетом состава и количества поступающих сточных вод. Подобраны технологические решения по разделению активного ила со сточной водой. Внедрена конструкция вторичного отстойника, вынесенного за пределы блочного сооружения. Для повышения эффективности биологической очистки на 30% увеличен объем аэротенка и применены накопители биомассы для увеличения количества биоценоза.

Данный комплекс мероприятий позволит повысить эффективность очистки сточных вод и сократить негативное влияние на окружающую среду.

1. Оценка современного состояния малых коммунальных очистных сооружений канализации / Кулаков А.А. // Вода и экология: проблемы и решения. 2015. – №1(61). – С. 26-40.

2. Подход к совершенствованию малых коммунальных канализационных очистных сооружений/Кулаков А.А., Шафигуллина А.Ф. // Водоочистка. – 2016. – №8. – С. 28-36.

3. СП 32.13330.2012 Канализация. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.03-85.

ПРИМЕНЕНИЕ ЗАМОРАЖИВАНИЯ И ОТТАИВАНИЯ ОСАДКОВ НА ИЛОВЫХ ПЛОЩАДКАХ

Н.А. Кузнецов

Научный руководитель А.Н. Тянин, канд. техн. наук, доцент

*Вологодский государственный университет
г. Вологда*

Анализ данных литературы периодического издания, а также сведений по эксплуатации отдельных сооружений станций полной биологической очистки сточных вод Вологодской области подтверждает высокую проблемность осуществления процесса понижения содержания воды в подсушиваемых осадках, в первую очередь, на малых очистных сооружениях, использующих площадки гравитационного обезвоживания через слой песка.

Плохо подготовленный для обезвоживания осадок не обладает эффективной влагоотдачей, что приводит к быстрому засорению фильтрующего материала (песка) дренажного слоя. В такой ситуации осадки, направленные на иловые площадки, за короткий летний период не успевают достичь минимальной влажности 75-80% для эффективного механизированного удаления с помощью одноковшовых погрузчиков.

Перечень технологических приемов, применяемых повсеместно для подготовки разнообразных по свойствам осадков, представляется в виде: гравитационного уплотнения, стабилизации органической части в аэробной или анаэробной среде, кондиционирования посредством различных физических, химических и высокотемпературных воздействий [1, 2].

Объем образующихся осадков и их физико-химические свойства зависят от количества и показателей загрязненности сточных вод, принятого состава сооружений очистки сточных вод.

Одним из направлений применения способа кондиционирования на малых очистных сооружениях является замораживание с последующим оттаиванием (рис.).

Осадки, образовавшиеся в процессе очистки смеси бытовых и производственных сточных вод в двухъярусных отстойниках (эмшерах) и прошедшие анаэробное сбраживание, а также осадки в виде избыточного активного ила из вторичных отстойников после аэробной стабилизации, могут направляться для обезвоживания на иловые площадки. Такие осадки являются слабоструктурированными биокolloидными полидисперсными системами с высоким содержанием воды. Влажность осадка из двухъярусных отстойников составляет в среднем 90%, а после вторичных отстойников 98%.

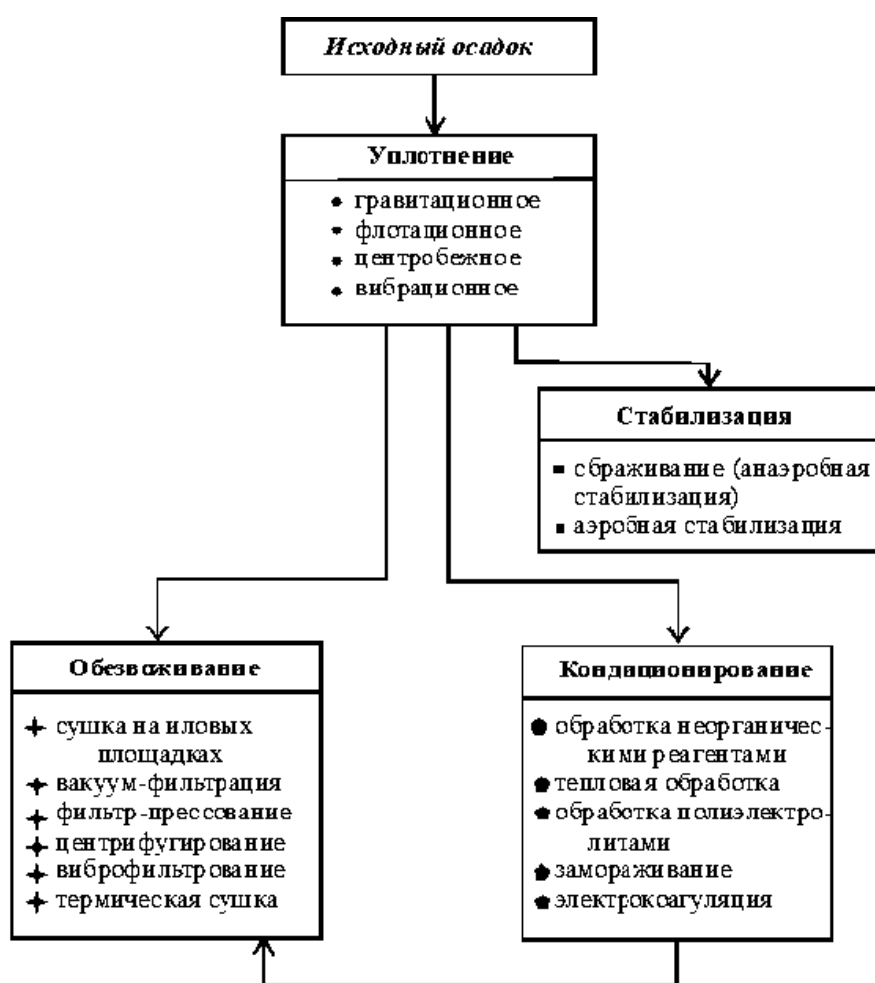


Рис. Схема обработки осадков сточных вод [4]

Иловые площадки малых очистных сооружений, построенные в Вологодской области для подсушки осадков сточных вод, как правило, имеют твердое искусственное основание, оборудуются дренажной системой и могут быть приспособлены под процесс замораживания и оттаивания осадков.

Технология предварительного кондиционирования осадков путем замораживания, последующего оттаивания, дальнейшего обезвоживания и подсу-

шивания на иловых площадках станций полной биологической очистки сточных вод в настоящее время по-прежнему является предметом исследований [3,4,5].

При замораживании осадков кристаллизуется, в первую очередь, свободная вода, образуя поверхностный слой льда. Молекулы воды ориентируются таким образом, чтобы обеспечивать дальнейшее образование кристаллов льда, при этом твердые частицы вытесняются из слоя кристаллизующейся жидкости в слой осадка [4].

При применении площадок гравитационного отделения влаги для замораживания осадков в естественных условиях низких температур окружающего воздуха разделение твердой и жидкой фаз приводит к накоплению слоя уплотняемого осадка на дне сооружения, т.е. с противоположной стороны относительно поверхности теплообмена. В этом случае замерзание твердых и коллоидных частиц происходит в последнюю очередь. Для обеспечения максимального образования свободной влаги при изменении структуры осадка необходимо полное замораживание всего слоя осадка.

Лучшими водоотдающими свойствами обладает осадок, замороженный при небольших отрицательных температурах, характеризующих низкие скорости движения фронта образующегося льда. При постепенном процессе промораживания осадка, можно достичь более полного высвобождения связанной воды. При таких условиях вся связанная влага, способная к диффузии, успевает перейти в межклеточное пространство, где она и затведевает. Избыточное давление, наблюдаемое при расширении кристаллизующейся воды, способствует коагуляции и укрупнению обезвоженных частиц твердой фазы осадков. Чередование полного промораживания осадка и последующего оттаивания позволяет существенно снижать значение его удельного сопротивления до $(1-16) \cdot 10^{10}$ см/г [1,5].

Технология кондиционирования и обезвоживания осадка на иловых площадках на протяжении зимы и весны может быть реализована с соблюдением следующих стадий обработки: разлив осадка, гравитационное уплотнение осадка, слив верхнего слоя осветленной влаги, замораживание всего слоя осадка, его оттаивание, удаление выделившейся свободной влаги, подсушивание.

Низко интенсивное замораживание и оттаивание осадков обеспечивает изменение их структуры, позволяет снизить удельное сопротивление, уменьшить количество загрязнений по показателю «взвешенные вещества» в дренажной воде, увеличить нагрузку и производительность иловых площадок [3].

1. Туровский И.С. Обработка осадков сточных вод. – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1982. – 223 с., ил.

2. Благоразумова А.М. Обработка и обезвоживание осадков городских сточных вод: учеб. пособие, часть 1 / Сиб гос индустр. ун-т. – Новокузнецк: Сиб-ГИУ, 2010. – 139 с.

3. Зайнуллин Р.Р., Галяутдинов А.А. Применение процессов замораживания и оттаивания осадков сточных вод. // Межд. Научн. Журнал «Инновационная наука». 2016. – № 6. – С. 72-74.

4. Мисбахов Р.Ш., Мизонов В.Е. Ячеестая модель фазового перехода в сферической капле при охлаждении. // Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология. – 2015. – № 8. – С. 71-74.

5. Веригина Е.Л. Изучение изменения свойств осадков городских сточных вод на площадках естественной сушки. // Известия МГТУ «МАМИ». – 2014. – № 1(19). – С. 91-98.

ПРОМЫВКА СКОРЫХ ФИЛЬТРОВ С ПОМОЩЬЮ УЛЬТРАЗВУКА

С. В. Ку克林

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

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Одним из важнейших процессов при использовании скорых фильтров является промывка фильтрующего слоя. Вследствие плохой промывки становятся хуже свойства фильтрата, уменьшается коэффициент полезного действия и замедляется время фильтроцикла очистных сооружений. Промывка загрузочного слоя фильтров во многом определяет эффективность работы скорых фильтров.

На сегодняшний день чаще всего используются следующие виды промывки: обратным потоком воды, верхняя промывка, водовоздушная, пульсирующая, промывка в фонтанирующем слое с попеременно меняющимся по площади интенсивностью подачи воды. Значительно повышают эффективность отмывки фильтрующей загрузки верхняя поверхностная промывка. При поверхностной промывке наиболее загрязненные верхние слои песка промываются струями воды, выходящими из отверстий промывной трубчатой системы, располагаемой над поверхностью фильтрующего слоя. Применяются две системы верхней промывки скорых фильтров: вращающаяся и стационарная.

Оценивая промывку всходящим потоком воды, необходимо подчеркнуть, что не всегда достигается достаточная отмывка загрузки: происходит образование комков грязи, уплотнение слоя загрузки и растрескивание поверхности. Так же при использовании промывки с равномерной по площади подачей воды происходит гидравлическое расслоение загрузки: зёрна меньшего размера во время промывки перемещаются в верхние части слоя, а зёрна большего размера – в нижние части. Процесс фильтрования от зерен меньшего размера к большим приводит к уменьшению грязеемкости загрузки, возрастанию потерь напора на загрузке в её верхних частях, снижению фильтроцикла.

В верхней части загрузки задерживается значительная часть загрязнений, образующих очень плотную корку.

Из-за малоэффективной промывки образуются неполадки в процессе фильтрования, приводящие к выходу из строя фильтры. Увеличение остаточных загрязнений в фильтрующем слое, изменение его гранулометрического состава, смещение поддерживающих слоев и пр. – всё это является примером неэффективности промывки. Успешный процесс фильтрования очень сильно зависит от качества промывки.

Загрязнения, которые не были удалены из надзагрузочного пространства во время промывки, при фильтровании отлагаются на поверхность загрузочного слоя, что ухудшает процесс фильтрования из-за повышения потери напора, уменьшении времени фильтроцикла и снижении грязеемкости загрузки.

Причинами отделения загрязнений является увеличение гидродинамических напряжений на поверхности зерен из-за интенсивного промывного потока воды, а также столкновение зерен загрузки и их трения друг о друга.

При промывке скорых фильтров планируются исследовать комбинирование восходящего потока воды с ультразвуком и ультразвуковой кавитации.

Ультразвук – это осциллирующее движение, распространяющееся волнообразно частицами среды. Его особенность в том, что он отличается от звуков слышимого диапазона. Сравнительно легко в ультразвуковом диапазоне получить направленное излучение. К тому же ультразвук хорошо фокусируется, что способствует повышению интенсивности совершаемых звуковых колебаний. При распространении в различных средах (в твердых телах, газах и жидкостях) ультразвуковые волны создают явления, которые могут применяться в различных сферах как в науке, так и в технике.

Целью данного исследования является изучение влияния ультразвука на эффективность промывки фильтрующего слоя скорого фильтра.

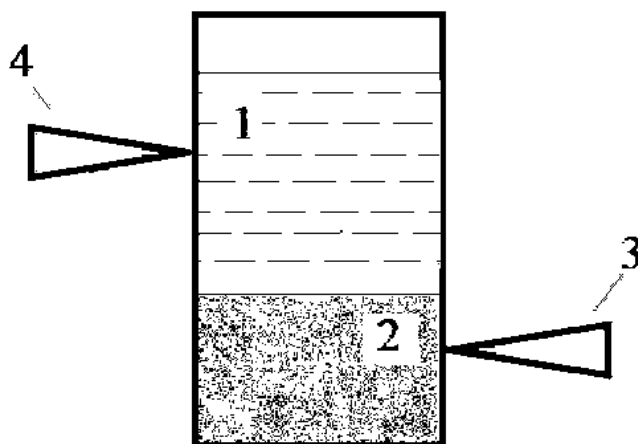


Рис. 1. Схема экспериментальной установки.
1- вода; 2- песок; 3,4- ультразвуковой излучатель

Исследования проводились в лабораторных условиях.

В качестве установки использовался ультразвуковое оборудование цилиндрического вида с двумя излучателями. Объём установки равен 1,5 литра, частота ультразвуковых волн равна приблизительно 40 кГц. Схема установки изображена на рис. 1. В цилиндр засыпается фильтрующий материал (кварцевый песок) весом 0,5 кг и заливается вода объемом 1 литр. После включения установки из-за потока ультразвуковых волн и образования процесса кавитации, при котором создаются пузырьки небольшого объема или пустоты в жидкости, когда пузырьки дорастают до размеров, при которых они больше не могут поглощать энергию, они быстро лопаются и начинается «движение» воды. В ходе процесса кавитации загрузочный слой песка перемешивается с водой – мутность повышается. В ходе опыта были отобраны пробы с разной периодичностью. Опыт повторялся три раза.

В ходе исследования определено содержание взвешенных веществ. Результаты измерений предоставлены в графике (рис. 2).

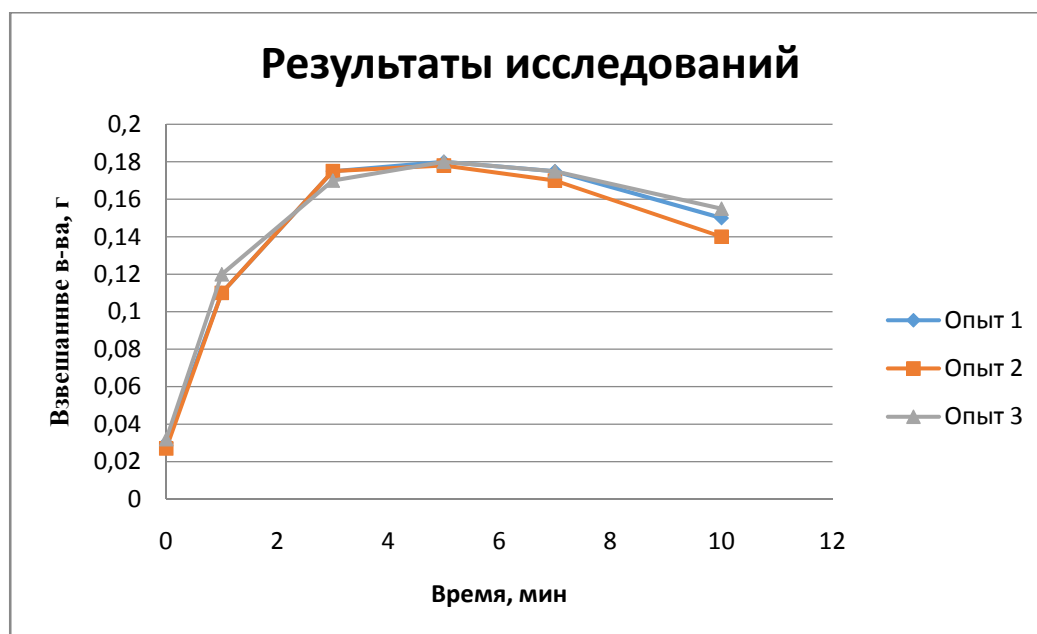


Рис. 2. Результаты измерений

В ходе обработки результатов эксперимента можно сделать вывод, что продолжительность применения ультразвука эффективно не более 5 минут. В ходе проведения исследования была доказана работоспособность ультразвуковой установки для применения промывки скорых фильтров

1. Журба М. Г. Водоочистные фильтры с плавающей загрузкой. Научное издание. – М., 2011 – 536 стр. 293 ил. ISBN 978-5-87851-421-7
2. Мельцер В. З. Фильтровальные сооружения в коммунальном водоснабжении. – М.: Стройиздат, 1995.-176 с.: ил. ISBN 5-274-01356-2
3. Сиротюк, М. Г. Акустическая кавитация. — М.: Наука, 2008. – 271 с.
4. <http://www.uzo.matrixplus.ru/kavitac.htm>

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРЕДАЗРАЦИИ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД

М.А. Куцевол

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

Проблема обработки осадков сточных вод на сегодняшний день является важной и актуальной в сфере коммунального хозяйства. Качество получаемых после очистки сточных вод зависит от эффективности работы стадий их предварительной очистки.

Процесс уплотнения избыточного активного ила (ИАИ) является важным технологическим узлом, позволяющим значительно сократить объемы осадка и затрат на его последующую стабилизацию и обезвоживание.

Интенсификация уплотнения, выражаемая в ускорении процесса седиментации и/или частичном обеззараживании, возможна за счет добавления различных присадок (например, зола от ТЭЦ), извести, коагулянта, обработки ультразвуком и другие.[2]

Одним из возможных направлений интенсификации процесса уплотнения является предварительное аэрирование осадка.

Целью работы являлось исследование влияния процесса аэрирования на седиментационные и влагоотдающие характеристики осадка.

Исследования проводились с реальным активным илом с очистных сооружений канализации г. Вологды, отобранный после вторичного отстойника с влажностью 98,9%, дозой по сухому веществу 9,4 г/л.

Моделирование процесса двухступенчатого аэрирования с последующим уплотнением:

Аэрирование ИАИ.

Уплотнение проаэрированного ила.

Аэрация уплотненного ила.

На первом и третьем этапе при оценке процесса седиментации процесс моделировался в литровых цилиндрах. Через равные промежутки времени измерялись значения объема ила, определялось удельное сопротивление фильтрации (УСФ) [2] и определялась скорость потребления кислорода. При моделировании использовались цилиндры объемом 1000 мл, воздухопроводы, компрессор, установка для определения УСФ и датчик анализатор кислорода.

2 этап проходил статично, без снятия показаний, в связи с уплотнением осадка после 1 этапа аэрирования.

Оценка влияния процесса предаэрации на последующее уплотнение.

Результаты исследования (рисунок) показали что, при аэрации ИАИ в течение 5 часов наибольший эффект оказывает 3-х часовая аэрация. Объем уп-

лотненного ИАИ (3 часа) достигает 760 мл, при 5 часах аэрации – 790 мл. Уплотнение ИАИ при других продолжительностях аэрации изменяются незначительно, в пределах 300 мл.

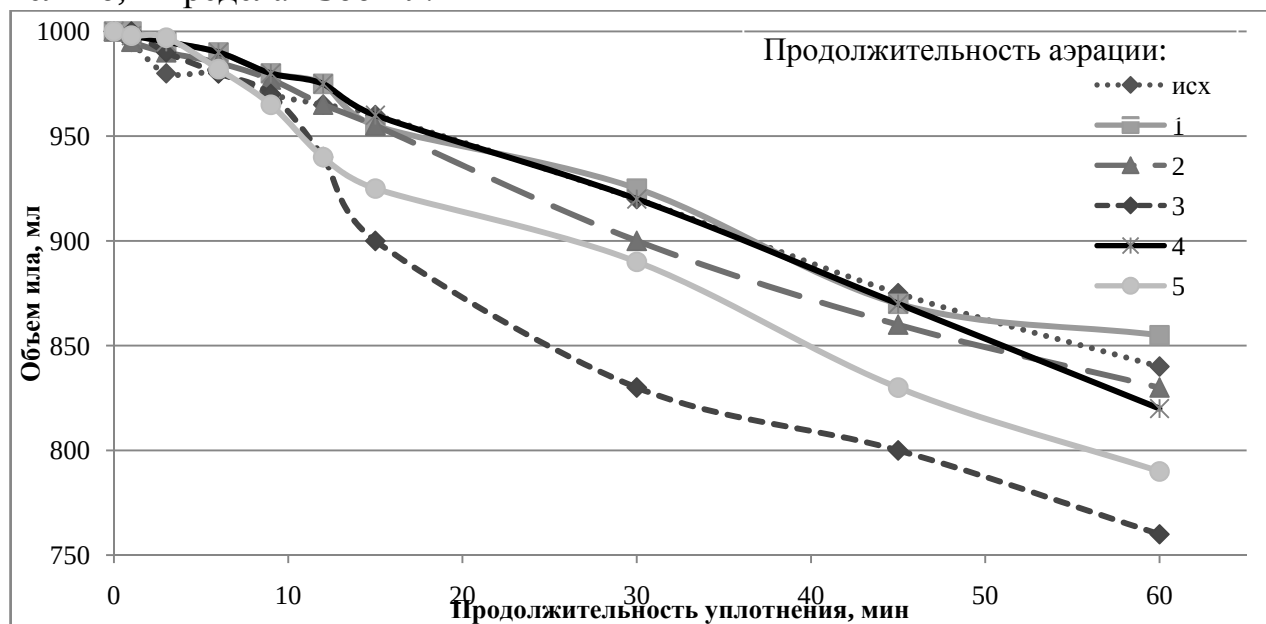


Рис. Уплотнение ила после предаэрации

Исследование скорости седиментации показало, что осаждение проходит интенсивнее в первые 30 минут, в последующее время скорость осаждения падает. Наибольшая средняя скорость часового осаждения после аэрирования продолжительностью 3 часа.

Скорость осаждения активного ила v , мм/с, для каждого временного промежутка рассчитывалась по формуле:

$$v = \frac{H_1 - H_2}{\Delta T}, \text{ мм/мин},$$

где H_1 – расстояние от текущей границы раздела «вода – ил» до начального положения (высоты столба иловой смеси в начальный момент времени H_0), мм;

H_2 – расстояние от границы раздела «вода – ил» до начального положения в момент предыдущего замера, мм;

ΔT – время эксперимента, за которое изменяется объем иловой смеси, с.

Уровень иловой смеси в цилиндре H_i , в текущий момент времени определялось как: $H_i = H_0 - H_1$, мм

Удельное сопротивление фильтрации снижается после 2 часов аэрации (до 66,5 м-2) но возрастает после 3-х часов. Изменения УСФ не значительны и изменяются в пределах погрешности (рис. 2) УСФ после последней стадии и уплотнения, продолжительностью 9 часов, равно 488,6 м-2.

Таблица 1

Изменение скорости уплотнения

Скорость, мм/мин	Продолжительность, час					
	0	1	2	3	4	5
Преаэрация, I 30 минут	0,933	0,875	1,166	1,983	0,933	1,283
Преаэрация, II 30 минут	0,933	0,758	0,816	0,816	1,166	1,166
Преаэрация, 60 минут	0,933	0,846	0,991	1,4	1,05	1,225
Уплотнение	0,175	0,175	0,175	0,175	0,175	0,175

Таблица 2

Изменение удельного сопротивления фильтрации после преаэрации и уплотнения

УСФ, м ⁻²	Продолжительность аэрации, час					
	0	1	2	3	4	5
После преаэрации	195	108	72	115	96	97
После уплотнения	266	257	204	214	204	210

Скорость потребления кислорода СПК определялась по формуле:

$$\text{СПК} = \frac{KPK_{t_1} - KPK_{t_2}}{(t_2 - t_1) \cdot a_{\text{без}}},$$

где KPK_{t_1}, KPK_{t_2} – концентрация растворенного кислорода в первый t_1 и следующий t_2 моменты времени;

$a_{\text{без}}$ – доза ила по беззольному веществу.

КРК определялось с помощью анализатора растворенного кислорода МАРК-404.

Наибольшая СПК наблюдается на 20 секунде в образце, аэрируемом в течение 3 часов, и после этапа аэрации, и после уплотнения. Что говорит о высокой интенсивности окисления органических веществ. Следовательно, после аэрации в 3 часа продолжительность уплотнения не следует допускать больше установленной (3 часа), чтобы избежать возникновения анаэробных условий, отрицательно влияющих на состояние активного ила.

Таблица 3

Изменение СПК после уплотнения и аэрации от продолжительности аэрации на 20 сек дыхания ила

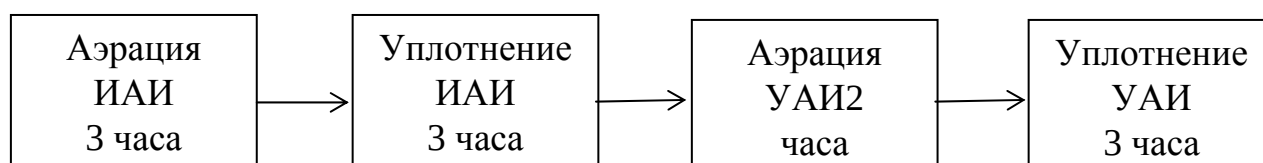
СПК, м/г*ч	Продолжительность аэрации, час					
	0	1	2	3	4	5
После преаэрации	0,028	0,267	0,291	0,369	0,174	0,245
После уплотнения	0,047	0,056	0,086	0,109	0,065	0,089

Процесс седиментации после 3-го этапа (3-х часового уплотнения) и разной продолжительности аэрации проходил однородно, все исследуемые образцы уплотнились незначительно, с образованием 0,3% надильной воды от общего объема уплотняемого осадка. Следовательно, уплотнение (в литровых цилиндрах) нецелесообразно на данном этапе на счет большого значения пристеночного эффекта.

УСФ (Таблица 1) снижается после аэрации УИА, но не значительно, в пределах 100 м-2.

СПК в уплотненном иле ниже, чем в избыточном, максимальные значения – после аэрации 1 и 2 часа (219,197 мг/г*ч).

Из полученных данных можно сделать следующий вывод, ступенчатая аэрация как метод интенсификации процесса уплотнения осадков сточных вод, для ОСК г. Вологды, целесообразна при определенных временных рамках каждого этапа.



1. Туровский, И. С. Обработка осадков сточных вод / И. С. Туровский. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва: Стройиздат, 1988. – 256 с.

2. GOOD PRACTICES IN SLUDGE MANAGEMENT Published by and copyright 2012: Project on Urban Reduction of Eutrophication (PURE), c/o Union of the Baltic Cities Environment Commission, FIN-20500 Turku, ISBN 978-952-5725-91-9, Published in October 2012, 123p.

УЛУЧШЕНИЕ КАЧЕСТВА МИНЕРАЛИЗОВАННЫХ ВОД, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ГИПОХЛОРИТА НАТРИЯ

В. А. Силинский

Научные руководители: С.В. Колобова, старший преподаватель,

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

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Обеззараживание воды является одной из актуальных проблем для станций, занимающихся водоподготовкой городов и посёлков. Вода, подготовленная для населения, должна отвечать требованиям безопасности в эпидемиологическом отношении.

На протяжении многих лет и до сих пор газообразный хлор остаётся наиболее эффективным и популярным веществом для дезинфекции воды, благо-

даря его пролонгированному действию, дающему гарантию бактериальной безопасности обработанной воды в течение продолжительного времени. Возможную угрозу для жизни и здоровья людей представляет его хранение и применение на территории города, что вызывает необходимость применения других методов хлорирования. Одним из альтернативных, наиболее безвредным и слаботоксичным для человека признан электролитический гипохлорит натрия (ГХН), получаемый в электролизных установках непосредственно на месте его использования.

Традиционно гипохлорит натрия получают электролизом раствора поваренной соли. В представленной работе раствор соли, используемый в качестве сырья для приготовления электролитического ГХН, заменили на рассолы минеральных вод.

Вологодская область обладает значительными запасами минеральных вод с большим содержанием хлоридов. Используя высокоминерализованные подземные воды в качестве исходного сырья 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 [1].

Целью работы является разработка мероприятий, способствующих увеличению срока службы электродов при получении гипохлорита натрия из минерализованных вод, взятых из источников Вологодской области.

На кафедре ВиВ ВоГУ проведены исследования по получению ГХН электролизом минерализованной воды подземных источников Вологодской области. На основании полученных данных обоснована технологическая эффективность получения электролизного ГХН из водных рассолов. [1].

Определяющим фактором надежной работы электродов является скорость образования катодных отложений. Поэтому выбранная технологическая схема получения электролизного ГХН должна предусматривать мероприятия, способствующие уменьшению образования отложений на катодах электролизёров. К ним относятся электролиз с реверсом электрического тока и кондиционирование воды, применяемой для приготовления ГХН. Реверс электрического тока может найти лишь ограниченное применение на практике, поскольку требуется специальный блок питания с выходом переменного напряжения, что значительно усложняет электролизную схему [2]. Наиболее простым и приемлемым способом снижения образования катодных отложений является улучшение качества используемой минерализованной воды кондиционированием.

Кондиционирование способствует снижению содержания в используемой для электролиза минерализованной воде форм угольной кислоты – CO_2 , HCO_3^- , CO_3^{2-} (иначе декарбонизация) с целью уменьшения образования отложений солей жесткости на электродах [2].

На рисунке представлена схема получения электролитического гипохлорита натрия из минеральных подземных вод.

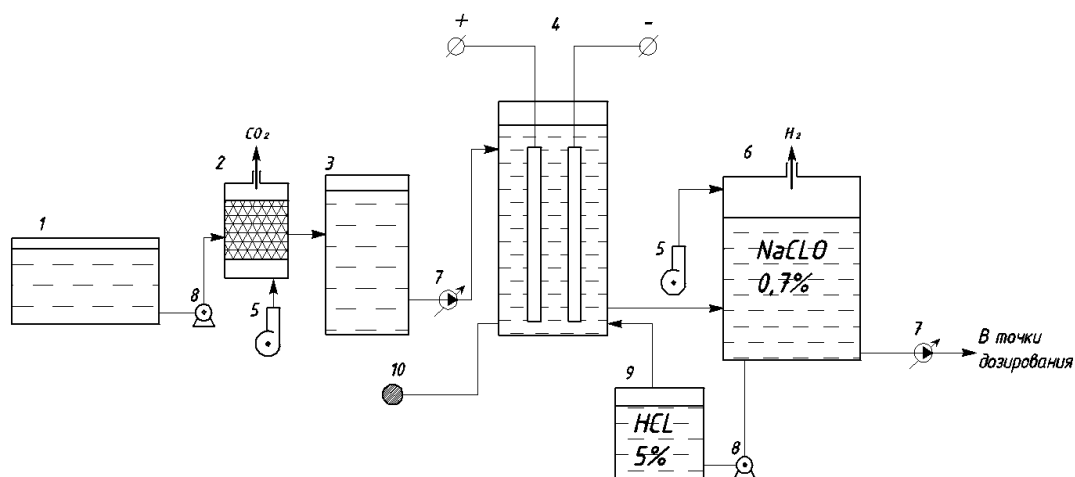


Рис. Схема получения ГХН электролизом минерализованных вод:

- 1 – бак с минерализованной водой; 2 – декарбонизатор; 3 – накопитель;
 4 – электролизер; 5 – компрессор; 6 – накопитель ГХН; 7 – дозатор; 8 – насос;
 9 – бак 5-% соляной кислоты; 10 – сброс кислотной промывки

Методом предотвращения карбонатных отложений принята декарбонизация минерализованной воды путем ее подкисления с последующей дегазацией и отдувкой выделившейся углекислоты, как наиболее надежный и дешевый способ, по сравнению с умягчением [3].

Декарбонизатор (2) – предназначен для удаления из воды карбонатов с целью сокращения образования отложений солей жёсткости на электродах электролизера [3]. В схеме получения ГХН из минерализованных вод рассмотрен декарбонизатор – дегазатор барботажного типа, представляющий собой ёмкость с нижней дырчатой распределительной системой для подачи воздуха. Работает следующим образом: декарбонизируемая вода поступает в верхнюю часть, где струями равномерно подается на насадку, по поверхности которой стекает тонкой плёнкой в нижнюю часть аппарата [2]. Снизу аппарата, навстречу водному потоку подается воздух, который увлекает за собой выделяющийся из воды углекислый газ и выходит через верхний патрубок [2].

Таким образом, используя декарбонизированную минеральную воду при получении электролизного гипохлорита натрия, не приводит к существенному ухудшению показателей выхода хлора по току и позволяет значительно снизить интенсивность образования отложений на электродах, уменьшая тем самым удельные затраты на электроэнергию и количество операций по промывке электродов.

1. Силинский, В.А. Эффективность использования гипохлорита натрия, полученного из минерализованных подземных вод / В. А. Силинский; науч. Рук.: Мезенева Е. А., Колобова С. В. // 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. С. 220 – 223. – (совершенствование систем водоснабжения и водоотведения) – 404 с.

2. Фесенко, Л.Н. Дезинфектант воды – гипохлорит натрия: производство и применение: монография / Л.Н. Фесенко, В.В. Денисов, А.Ю. Скрябин; под ред. В.В. Денисова; ООО НПП «Экофес», Юж.-Рос. гос. техн. ун.-т. – Новочеркасск: Лик, 2012. – 237 с.

3. Пчельников, И.В. Исследование режимов работы и выбор оптимальных условий непроточного электролиза при получении гипохлорита натрия из морской воды [Текст] / И.В. Пчельников // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки. – 2013. - № 6.- С. 112 -117. Кондакова, Г.В. Санитарная микробиология: Текст лекций / Г.В. Кондакова; Яросл. гос. ун.-т. – Ярославль: ЯрГУ, 2005. – 84 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ СОКРАЩЕНИЯ ОБЪЕМА ВОДЫ НА СОБСТВЕННЫЕ НУЖДЫ ХВО

О.Е. Соколова

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

Вологодский государственный университет

г. Вологда

Одним из самых важных вопросов в энергетике была и остается водоподготовка на ТЭЦ. Вода для предприятий энергетики основной источник их работы и потому к ее содержанию предъявляются очень высокие требования. Водоподготовка заключается в освобождении воды от грубодисперсных и коллоидных примесей и содержащихся в ней солей, тем самым предотвращая коррозии элементов котлоагрегатов и трубопроводов, а также образования на них накипи.

На Вологодской ТЭЦ применяют умягченную и обессоленную воду. Особое внимание следует уделить способу обработки воды, одним из которых является умягчение ионным обменом. Для удаления солей кальция и магния применяют натрий-катионитовые фильтры. Схема водоподготовки представлена на рис. 1.

Умягчение воды катионированием производится путем фильтрования предварительно осветленной воды через катионообменную смолу (катионит), частицы которой содержат на своей поверхности катионы Na^+ , способные к обмену на катионы Ca^+ и Mg^+ солей жесткости, растворенных в воде.

Схема натрий-катионирования воды представлена на рис. 2.

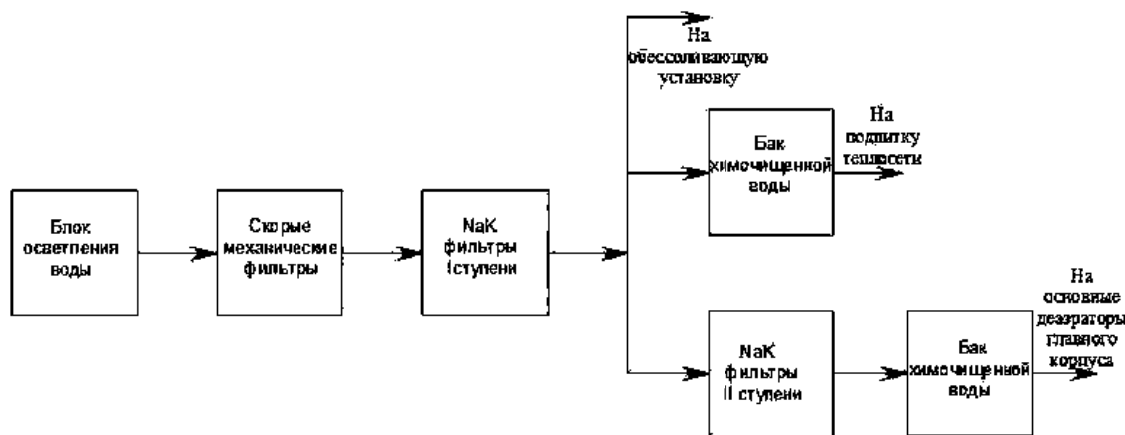


Рис. 1. Схема водоподготовки Вологодской ТЭЦ

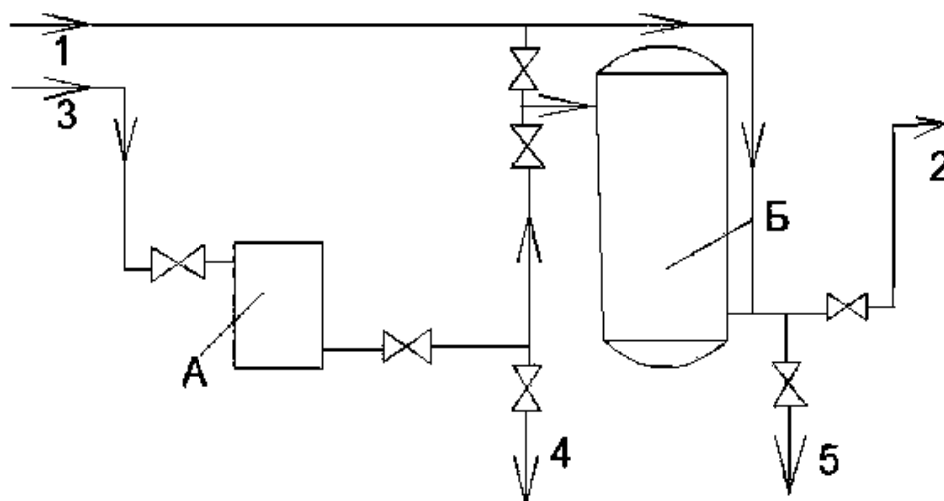


Рис. 2. Схема натрий - катионирования воды: А – бак мерник соли; Б – натрий - катионитовый фильтр; 1 – подвод исходной и взрыхляющей воды; 2 – отвод обработанной воды; 3 – подвод регенерационного раствора; 4 – отвод взрыхляющей воды; 5 – отвод регенерационного раствора и отмывочной воды

Рабочий цикл фильтра включает в себя четыре последовательные операции: умягчение воды, взрыхление катионита, регенерацию катионита, отмывка.

При эксплуатации натрий - катионитового фильтра расход осветленной воды на собственные нужды составляет до 800 м^3 в месяц, а расход воды на регенерацию одного фильтра примерно $105\text{-}136 \text{ м}^3$. Необходимо отметить, что сброс всех сточных вод производится на золоотвал.

Для повышения эффективности ХВО вероятно предположить сокращение расходов воды за счет использования части отмывочной воды повторно.

С целью изучения возможности повторного использования воды на собственные нужды были проведены исследования по определению качества отмывочной воды. В процессе отмывки при регенерации фильтра отбор проб

осуществлялся с интервалом времени 10 минут. Для того чтобы часть отмывочной воды вернуть в производство, необходимо произвести отмывку катионита от горьких солей до содержания хлоридов 800-1200 мг/дм³. В графиках приведены результаты качества отмывочной воды по основным показателям: хлориды и жесткость.

Качество отмывочной воды

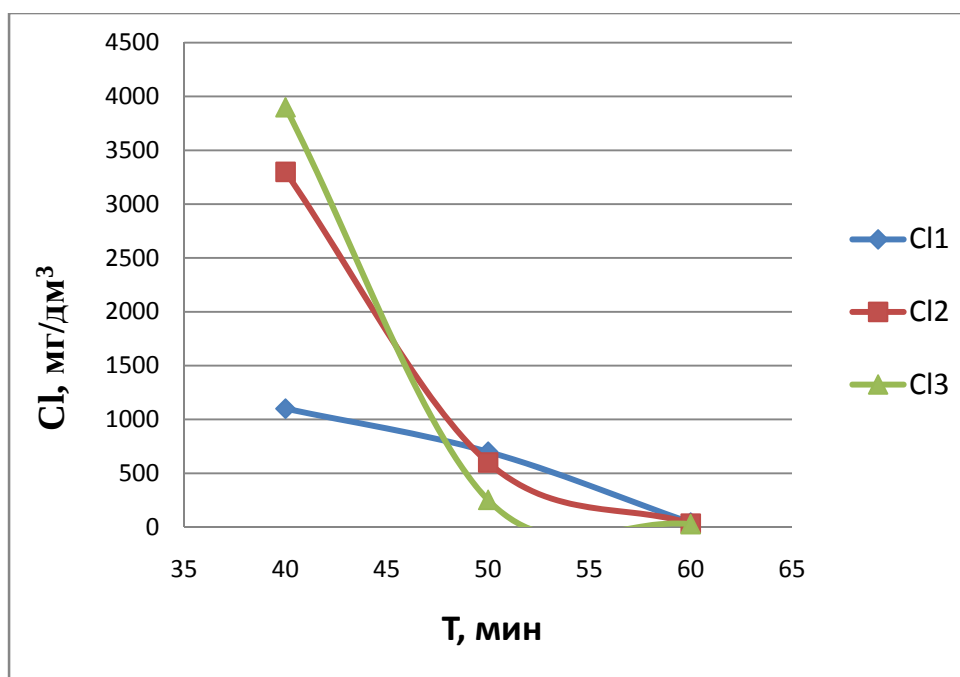


Рис. 3. Показатель качества отмывочной воды по хлоридам:
Cl – содержание хлоридов в отмывочной воде

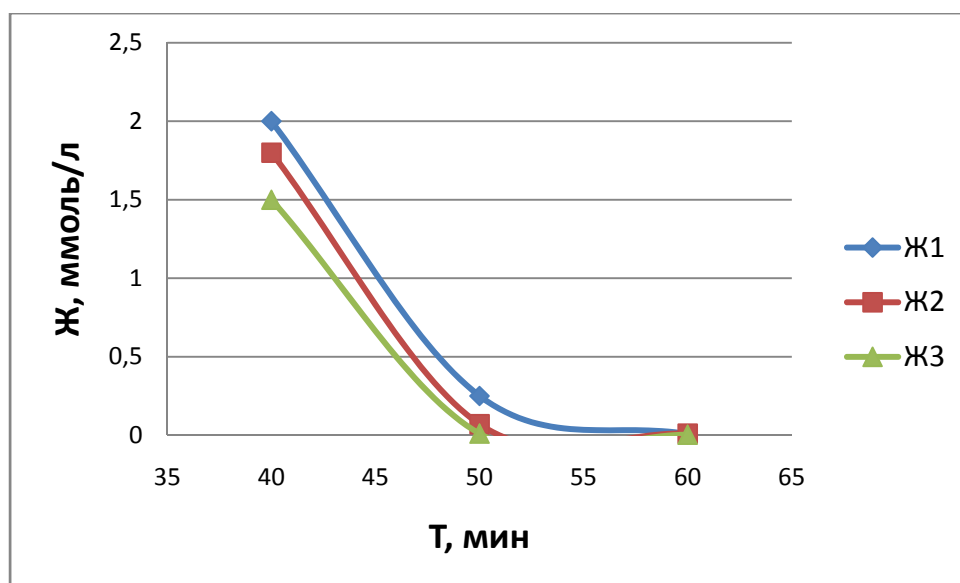


Рис. 4. Показатель качества отмывочной воды по жесткости:
Ж – жесткость в отмывочной воде

Как видно на графиках качество отмывочной воды после 40-45 минут позволяет часть воды использовать в производстве, что свидетельствует о допустимости уменьшения сброса сточных вод. Объем воды, который возможно использовать повторно, например, на взрыхление катионита составляет 26-35 м³ на один цикл регенерации.

На рис. 3. представлена предлагаемая схема натрий – катионирования воды.

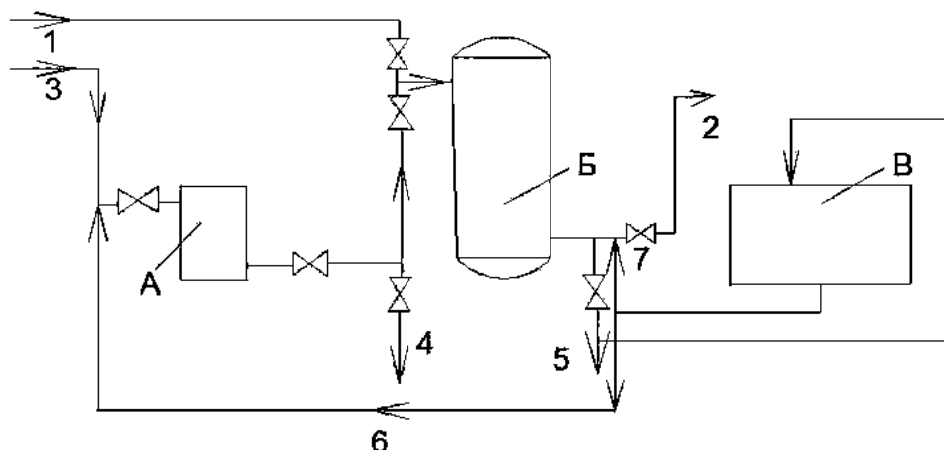


Рис. 5. Схема натрий - катионирования воды с баком отмывочной воды:

- А – бак мерник соли; Б – натрий - катионитовый фильтр;
 В – бак отмывочной воды; 1 – подвод исходной воды ; 2 – отвод обработанной воды;
 3 – подвод регенерационного раствора; 4 – отвод взрыхляющей воды;
 5 – отвод регенерационного раствора и отмывочной воды;
 6 – подвод отмывочной воды на приготовление реагентов; 7 – подвод взрыхляющей воды*

Следовательно, изменение технологической схемы натрий-катионирования позволяет снизить расход воды и реагентов, а также рационально использовать сбросные воды.

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.

МЕМБРАННЫЕ ФИЛЬТРЫ ДЛЯ ДООЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

А.М. Телятникова, С.И. Виноградов

Научный руководитель Б.Г. Мишуков, д-р техн. наук, профессор

*Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет
г. Санкт-Петербург*

В настоящее время наибольший интерес в сфере доочистки представляют мембранные методы, так как позволяют получать воду очень глубокого качества, а также улавливать ядовитые и ценные вещества.

В России мембраны для очистки сточных вод нашли применение на ряде объектов, в том числе в пос. Красная Поляна г. Сочи. Так же ведется строительство объекта с применением технологии МБР в пос. Молодежное Ленинградской области.

Гидродинамику работы мембран описывают законом Дарси для ламинарного течения ньютоновских жидкостей в пористых телах, согласно которому

$$q_s = \frac{\Delta P}{\eta_T \cdot R_n}, \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}, \quad (1)$$

где ΔP – разность давлений, Па; η_T – динамическая вязкость, Па·с (с учетом температуры воды); R_n – полное сопротивление мембраны, 1/м [3].

Величину полного сопротивления составляют сопротивления самой мембраны R_m и слоя осадка на ее поверхности R_{oc} .

По мере накопления осадка сопротивление увеличивается, снижается расход фильтрата. Так, фильтрация чистой воды, ввиду отсутствия сопротивления слоя осадка R_{oc} , образует прямую линию (рис. 1), а та же вода с твердыми растворимыми примесями формирует кривую выхода фильтрата с повышением сопротивления осадка.

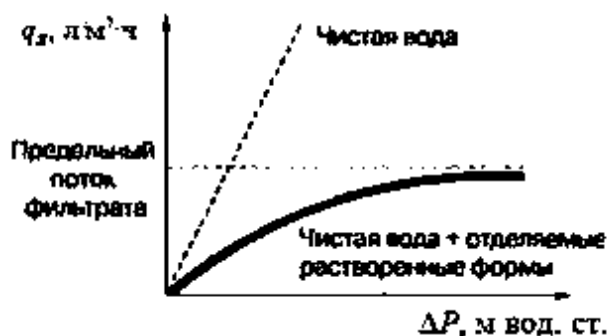


Рис. 1. Линии выхода фильтрата [1]

Существует два основных опыта фильтрации: хронический («тупиковый во времени») и циклический. Хронический опыт предполагает достижение интенсивного забивания мембраны с резким снижением ее пропускной способности. В режиме доочистки воды невыгодно ожидать полного забивания

пор, поэтому применяют циклический опыт, достигаемый промежуточной очисткой мембран обратной промывкой, аэрацией, либо другими способами.

Целью исследовательской работы являлось экспериментальное определение пропускной способности образца листовой мембраны в режиме хронической фильтрации.

Для проведения опытов была изготовлена лабораторная модель на основе плоскостного фильтрующего элемента (рис. 2), представленного фрагментом ультрафильтрационной мембраны полигонального типа с размером пор 0,038 мкм.

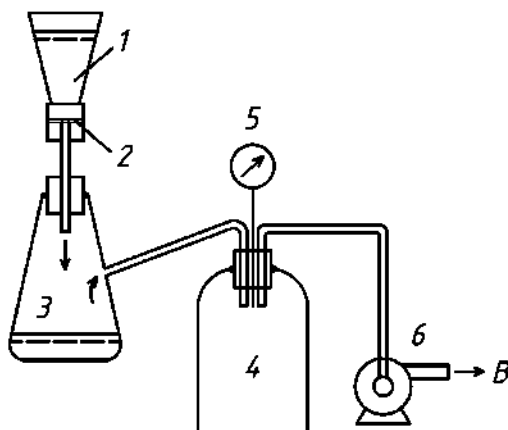


Рис. 2. Схема лабораторной установки мембранной фильтрации
1 – воронка, 2 – мембрана, 3 – сборник фильтрата, 4 – ресивер,
5 – вакуумметр, 6 – вакуум-насос, В – откачка воздуха

Эксперимент осуществлялся на территории канализационных очистных сооружений г. Петродворца. Пробы воды для опытов отбирались на выходе из вторичных отстойников, концентрация взвеси после которых, согласно показаниям химико-биологической лаборатории очистной станции, составляла 5-7 мг/л.

В испытаниях использовались образцы воды с концентрацией взвешенных веществ 5, 10, 15 и 20 мг/л. Получение сконцентрированных проб осуществлялось методом глубокого отстаивания с последующей проверкой полученных концентраций. Величина испытываемого давления для каждой пробы сточной воды составляла 1, 2, 3, 4 и 5 м вод. ст.

Необходимо отметить, что перед началом основного комплекса экспериментов была проведена серия эталонных опытов на дистиллированной воде, позволяющая определить сопротивление чистой мембраны.

Продолжительность опыта фильтрации каждой испытываемой пробы жидкости при заданной величине давления составляла 30 минут. Раз в 5 минут фиксировались и заносились в таблицу значения Δt , ΔV , $\sum \Delta V$. Определялось значение проницаемости мембраны:

$$q_s = \frac{\sum \Delta V}{\sum \Delta t \cdot S} \text{ (л/м}^2 \cdot \text{ч).} \quad (2)$$

На основании полученных результатов по фильтрации дистиллированной воды был сделан вывод о получении классических прямых линий зависимости производительности от времени.

При фильтрации проб биологически очищенных сточных вод наблюдалось явление снижения производительности мембраны во времени. Нисходящий наклон аппроксимационных прямых (рис. 3) связан с накоплением слоя осадка на поверхности мембраны в ходе хронического опыта фильтрации.

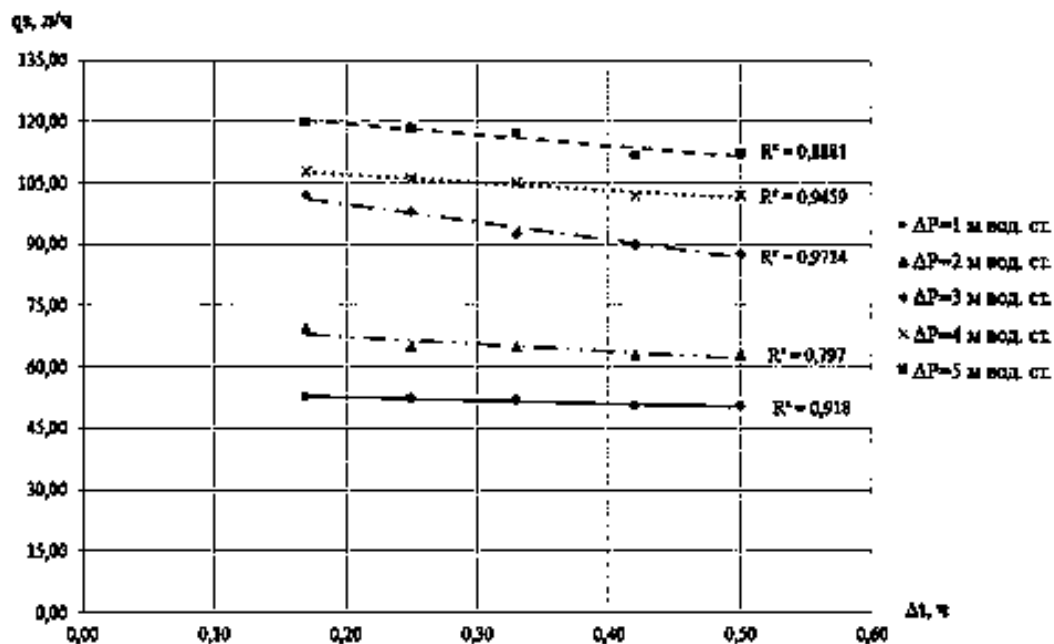


Рис. 3. График изменения q_s от Δt при $c_{вв} = 5$ мг/л

Необходимо отметить, что при проведении каждой серии опытов наблюдались и другие общие тенденции: при увеличении давления увеличивалась и производительность мембраны, при увеличении нагрузки по взвешенным веществам наблюдалось снижение производительности мембраны.

Согласно этому явлению была выявлена математическая зависимость:

$$q_{sn} = \frac{q_{s0}}{\left(\frac{c_2}{c_1}\right)^\alpha \cdot \left(\frac{P_1}{P_2}\right)^\beta} \cdot \frac{\text{л}}{\text{м}^2 \cdot \text{ч}}, \quad (3)$$

где q_{sn} — расчетная производительность мембраны при необходимом давлении и концентрации взвешенных веществ, q_{s0} — исходная производительность мембраны ($\Delta P = 1$ м вод. ст. и $c_{вв} = 5$ мг/л), c_1 — исходная нагрузка по взвешенным веществам ($c_{вв} = 5$ мг/л), c_2 — планируемая концентрация взвешенных веществ в поступающей сточной воде ($c_{вв} = 5$ -20 мг/л), P_1 — исходное давление ($\Delta P = 1$ м вод. ст.), P_2 — применяемое давление ($\Delta P = 1$ -5 м вод. ст.), α — коэффициент зависимости при изменении концентрации взвешенных веществ, β — коэффициент зависимости изменения давления.

На основании полученных опытным путем значений производительности, рассчитано, что $\alpha = 0,317$, а $\beta = 0,546$.

Кроме того, были выявлены наиболее рациональные режимы работы мембранного оборудования, при фильтрации сточных вод с содержанием взвешенных веществ 5, 10, 15 и 20 мг/л.

Рекомендуемая величина трансмембранного давления зависит непосредственно от необходимой производительности мембраны. Согласно этому утверждению можно выделить три основных режима работы установок: в часы минимального притока (участок 1), в часы максимального притока (участок 2) и при аварийных ситуациях (участок 3).

В рамках исследований была разработана серия графиков по подбору оптимального режима работы оборудования. Один из них представлен на рис. 4.

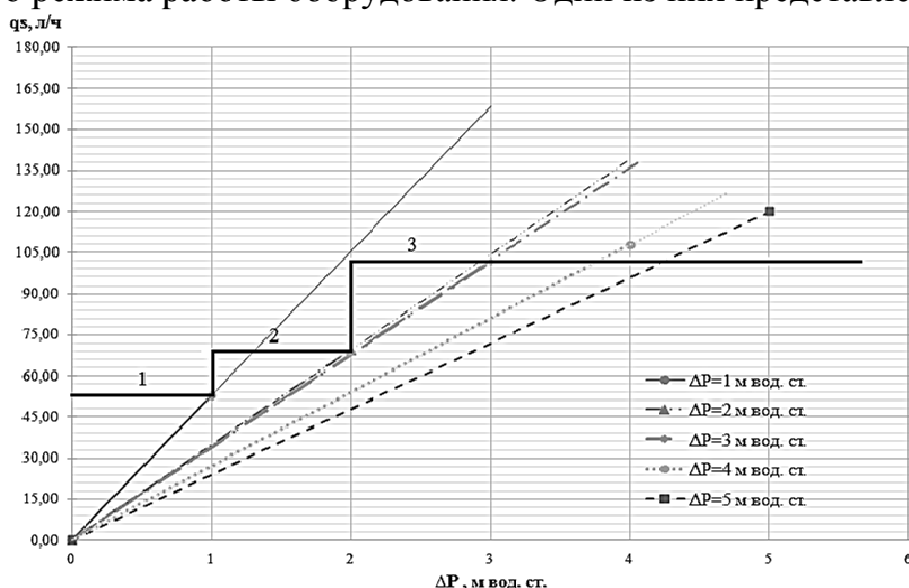


Рис. 4. Режимы работы мембран Huber при $c_{вв} = 5$ мг/л

Численные значения рекомендуемых давлений и достигаемой производительности установок сведены в таблице.

Таблица

Рекомендуемые режимы работы мембранных установок

		, л/м ² ·ч			
При $c_{вв}$, мг/л		5	10	15	20
Номер участка (ΔP , м вод. ст.)	1 (≤ 1)	52,75	45,56	37,17	29,97
	2 (1-2)	69,54	53,95	51,55	49,16
	3 (2-3)	101,91	83,93	65,94	71,94 (2-4)*

*Примечание: При фильтрации проб с содержанием $c_{вв} = 5, 10$ и 15 мг/л повышение трансмембранного давления более 3 м вод. ст. не является рациональным, так как ведет лишь к незначительному увеличению производительности мембран, при этом сильно возрастают эксплуатационные затраты на их функционирование. При максимальной испытываемой нагрузке по взвешенным веществам наблюдалось сохранение показаний производительности при давлении 2 и 3 м вод. ст., в результате чего было сделано заключение о недостаточности изменения давления из-за значительной степени коагуляции мембраны. По этой причине авторы рекомендуют увеличить значение прикладываемого давления до 4 м вод. ст.

Полученные в результате исследования данные, оформленные в виде графиков и таблиц, могут иметь важное практическое применение. Так, например, они могут быть использованы в ходе пуско-наладочных работ различных очистных станций, в том числе на очистной станции в пос. Молодежное, в составе которой имеются мембранные листовые модули.

Кроме того, данные материалы могут быть использованы для выбора режима эксплуатации поставляемых модулей до начала пусковых работ.

1. Технический справочник по обработке воды: в 2 т.: пер. с фр. – СПб.: Новый журнал, 2007. – Т.1. – 774 с.

2. Б. Г. Мишуков. Глубокая очистка городских сточных вод: учеб. пособие / Б. Г. Мишуков, Е. А. Соловьева. - СПб.: СПбГАСУ, 2014. - 179 с.

3. Б. Г. Мишуков. Мембранные биологические реакторы для глубокой очистки сточных вод: учеб. пособие / Б. Г. Мишуков, Е. А. Соловьева. - СПб.: Изд-во СПбГЭУ, 2017. – 64 с.

4. J.H. Roorda, J. VanderGraaft. Оптимизация процессов мембранного фильтрования на сооружениях для очистки сточных вод // Вода: технология и экология. – 2007. - № 4. – С. 30-53.

5. Simon Judd. The MBR book: Principles and Application of Membrane Bio-reactors in Water and Wastewater Treatment. – ELSEVIER, 2006. – 310 с.

ВЛИЯНИЕ СОЛЕСОДЕРЖАНИЯ НА КАЧЕСТВО СТОЧНЫХ ВОД «БАШНЕФТЬ – УНПЗ»

Е.В. Шеталина

Научный руководитель И.В. Лапшакова, канд. техн. наук, доцент
Уфимский государственный нефтяной технический университет
г. Уфа

Для выбора метода борьбы с солеотложениями необходимо проанализировать качественные показатели потоков и смеси. В ходе ревизии коллекторов и насосного оборудования был установлен факт отложения солей на внутренних поверхностях коллекторов, запорной арматуры и корпусов насосов, что привело к значительному сужению внутреннего диаметра напорных коллекторов и уменьшению количества откачиваемых стоков [1].

Основные потоки, которые после смешения откачиваются по напорному коллектору:

- стоки от котельной;
- стоки от ОАО «Химпром»;
- стоки после биологических очистных сооружений (БОС) I системы;
- стоки II системы.

Для изучения состава сточных вод в течении 2016 года были взяты пробы потоков и сделаны анализы по следующим показателям: pH , жесткость, щелочность, солесодержание, посчитаны значения индекса стабильности Ланжелье.

В данной работе подробно приводятся данные по солесодержанию.

Стоки от котельной (рис. 1) – светлая прозрачная жидкость с небольшим желтоватым оттенком и слабым запахом нефтепродукта (бензина или дизельного топлива).

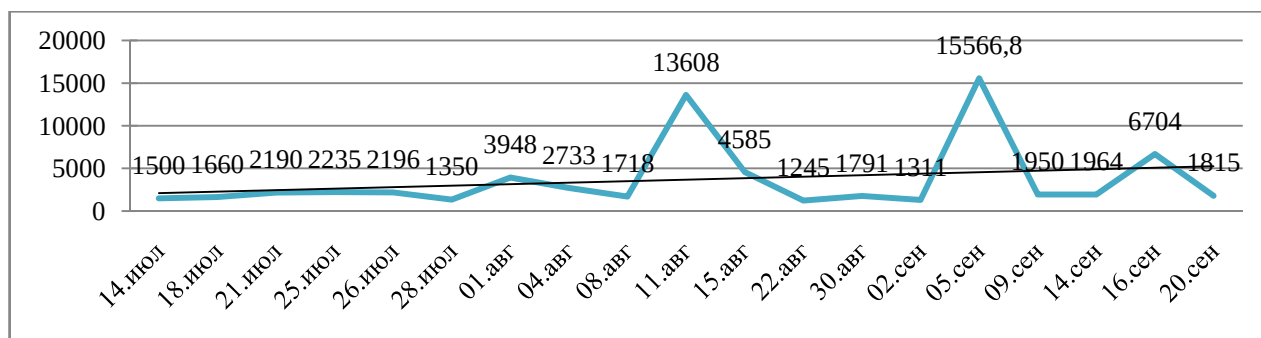


Рис. 1. Изменение солесодержания стока котельной

Стоки от ОАО «Химпром» (рис. 2) светлая прозрачная жидкость с желтым оттенком и резким запахом хлорсодержащих соединений.

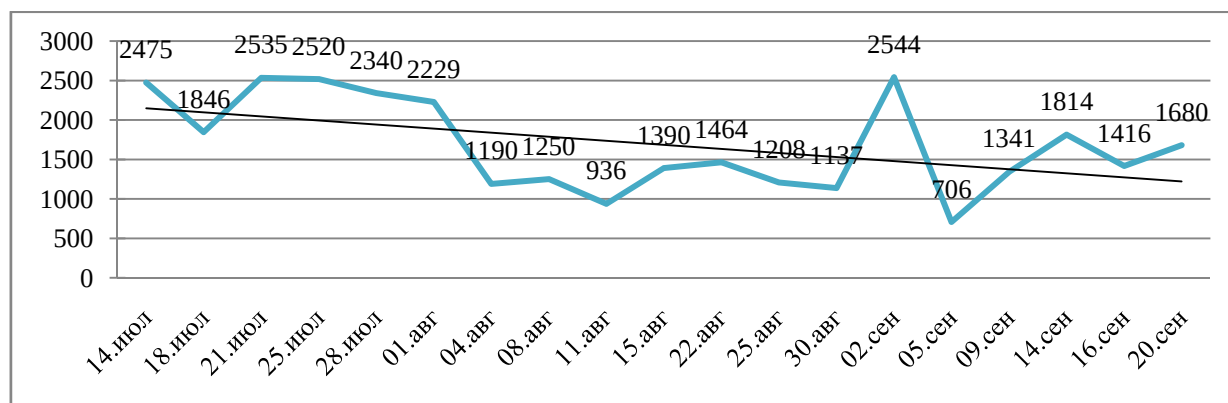


Рис. 2. Изменение солесодержания стока с ОАО «Химпром»

Стоки после БОС I системы (рис. 3) – прозрачная незамутненная жидкость, имеющая едва ощутимый запах нефтепродуктов.

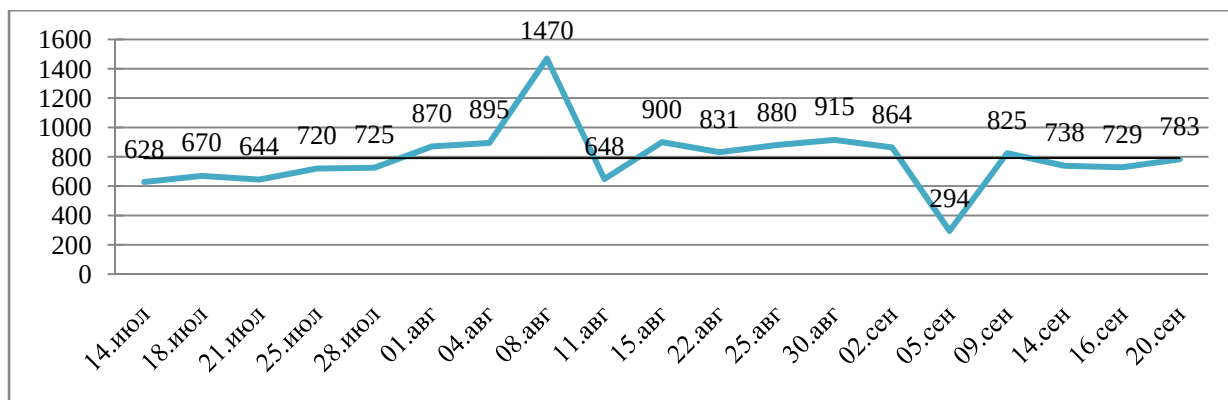


Рис. 3. Изменение солесодержания стока после БОС I системы

Стоки II системы (рис. 4) – пробы, взятые 18.07.2016, 21.08.2016, 28.07.2016, 01.08.2016 и 08.08.2016, имели темно-зеленый оттенок. Присутствовало большое количество взвешенных веществ черного цвета. Пробы, взятые 14.07.2016, 04.08.2016, были светлее, но вода была мутная и с зеленовато-серым оттенком. Взвесей намного меньше. Проба 11.08.2016 – светлая прозрачная жидкость с желтым оттенком и небольшим количеством черных взвешенных частиц. Все пробы имеют резкий запах нефтепродуктов, сероводорода и аммиака. С 22.08.2016 произошла смена нефтяного сырья с башкирской нефти на западно-сибирскую, поэтому проба от этого числа более светлая и имеет менее выраженный запах сероводорода.

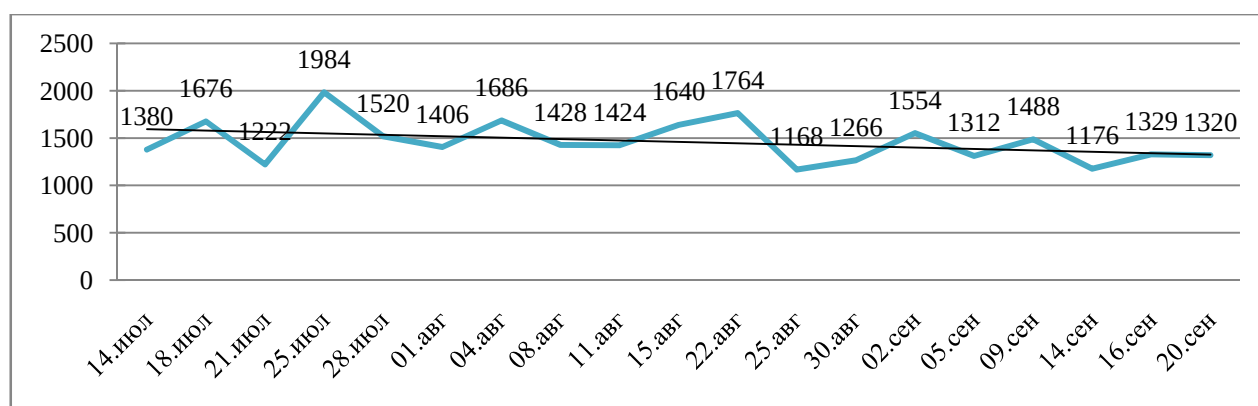


Рис. 4. Изменение солесодержания стока с II системы

Потоки склонны к солеотложению, так как средний индекс стабильности Ланжелье имеет значение выше 0,5.

Поток после БОС I системы имеет слабую тенденцию к солеотложению – солесодержание около 800 мг/л, они не опасны с точки зрения солеотложений.

Поток с котельной имеет солесодержание – 1800 мг/л, очень высокое напике образование и является потенциально опасным в плане солеотложения.

Из-за низкого значения щелочности находится в равновесном состоянии, поэтому при перекачке на очистные сооружения солеотложения на оборудовании и трубопроводах не происходит. Изменение физических или химических параметров приводит к выпадению солей.

Поток II системы – солесодержание около 1500 мл/л – чрезвычайно высокое наложение, потенциально очень опасен в аспекте солеотложений. Из-за низкого значения жесткости находится в равновесном состоянии, поэтому при перекачке на очистные сооружения солеотложения на оборудовании и трубопроводах не происходит или происходит незначительно. Изменение физических или химических параметров с высокой долей вероятности приведет к выпадению солей.

Эти потоки смешиваются и образуют смесь стоков: от котельной, ОАО «Химпром», после БОСI системы, II системы.

Смесь потоков (рис. 5) – мутная жидкость, по цвету и запаху ближе всего к стокам второй системы, но немного светлее и больше чувствуется сероводород.

Солесодержание смеси около 2000 мг/л – чрезвычайно высокое наложение, потенциально очень опасен с точки зрения солеотложений.

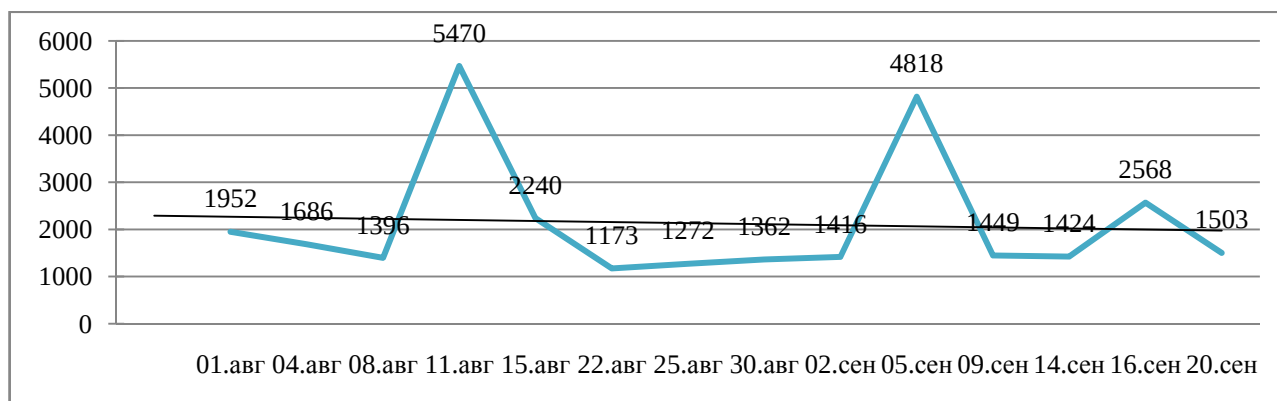


Рис. 5. Изменение солесодержания смеси потоков

При смешении потоков их внутреннее равновесное состояние нарушается. В смеси начинается активный процесс отложения солей, который интенсифицируется при перекачке из-за изменения давления потока и турбулизации потока. Основным инициатором солеотложений являются стоки II системы. Выбор метода борьбы с солеотложениями зависит от качественных показателей сточных вод [2,3].

1. Маркова М.С. / Реконструкция механических очистных сооружений УНПЗ Маркова М.С., Лапшакова И.В., Панова Ю.В. // Водоснабжение, водоотведение и системы защиты окружающей среды: IV Международная науч.-

техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых: статьи и тезисы. / УГНТУ. – Уфа, 2010. – С. 64-65.

2. Шеталина Е.В. / Методы борьбы с солеотложениями сточных вод «Башнефть-УНПЗ» Шеталина Е.В., Локшин А.А., Лапшакова И.В. // Проблемы строительного комплекса России. Материалы XXI Международной научно-технической конференции / – Уфа: Из-во УГНТУ, 2017. - С. 301-304.

3. Локшин А.А. / Анализ качественных показателей сточных вод «Башнефть – УНПЗ» по потокам и в смеси Локшин А.А., Лапшакова И.В., Шеталина Е.В. // Проблемы управления речными бассейнами при освоении Сибири и Арктики в контексте глобального изменения климата планеты в XXI веке: сб. докл. XIX Междунар. науч.-практ. конф. / – Тюмень, 2017. С. 147-150.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА ОЗЕРА БАЙКАЛ

В.М. Шмалько

Научный руководитель Е.С. Гогина, канд. техн. наук, доцент

Национальный исследовательский

Московский государственный строительный университет

г. Москва

Озеро Байкал – пресноводное озеро, которое относится к мировым гео-системам, не имеющим аналогов. Байкал, являясь озером горного типа, располагается в глубоком тектоническом разломе Восточной Сибири, на сходе кру-тых горных хребтов (Байкальского, Баргузинского, Приморского, Улан-Бургасы, Хамар-Дабан), чья высота превышает отметку в 2500 метров над уровнем моря. В данном ареале можно найти совершенно разные ландшафты. Склоны Баргузинского хребта на высотах 200-1400 м покрыты смешанным лесом, а в некоторых местах лиственнично-кедровой тайгой, на больших вы-сотах встречаются суб- и альпийские луга, а ближе к вершине – горная тунд-ра. Вся территория усеяна как полупустынными и степными ландшафтами, так и горно-тундровыми и горно-таёжными.

Для Байкала характерна фауна с многочисленными видами эндемиков, совершенно отличная от той, которая встречается в водоёмах Забайкалья, ти-пичной для Сибири. Эндемики представлены байкальскими бычками, голо-мянками, омулем семейства лососевых, половиной из 40 видов байкальской нерпы, 2 семействами из 85 изученных видов моллюсков, ракообразными (на всем земном шаре известно лишь 150 видов, а в озере Байкал изучено 230) [1].

Всё это в совокупности делает Байкальский регион, то есть территорию, которая включает в себя площадь водосбора Байкала и участки вокруг, воз-

действующие на водосбор и, непосредственно, на само озеро, особо ценным в структуре биосферы планеты.

Площадь водосборного бассейна данного озера составляет 570000 квадратных километров, простирается от территории северной части Монголии до юго-востока Сибири. На территории России находится основная его часть. На Республику Бурятию приходится 73% водосборного бассейна, на Читинскую область – 21% и на Иркутскую область всего 6%, но эти цифры приведены без учёта площади самой акватории.

Байкал – это действительно одно из величайших озёр на нашей планете. Ученые, исследователи, туристы – люди со всего света стремятся посетить его, невзирая на времена года. Длина озера насчитывает 636 км, средняя ширина – 48 км, в то время как наибольшая составляет 81 км. Средняя глубина составляет 730 м, максимальная – 1637 м. Байкал расположен в глубочайшей впадине, дно которой лежит на глубине 1181 м ниже уровня моря. Если сложить наибольшую глубину озера, высоту горных хребтов и мощность осадков байкальской впадины, то амплитуда прогиба земной коры (рифтовой щели) получится 12977 метров, что будет на 2 км превышать наибольшей глубины океанского ложа (Марианский желоб - 11022 метра).

Удивительный органический мир, разнообразный климат, обильные и исключительные по своим свойствам воды, гидрологические и гидрохимические условия – делают озеро Байкал объектом исследований многих научных институтов. Фауна данного водоёма наполнена почти всеми представителями видов, которые обитают в пресных водах, включая эндемиков. В 1996 году Озеро Байкал и его бассейн были включены в список «Всемирного наследия» ЮНЕСКО для сохранения генофонда Земли и понимания его био- и геологической эволюции [2].

Донные отложения озера весьма разнообразны. В самых глубоких местах образуются илы с высоким содержанием кремния и железа, во многих местах восточного берега преобладают пески, а вблизи острова Ольхон грунт каменистый.

Вода озера насыщена кислородом на всех уровнях глубины за счет вертикального водообмена, проходящего очень активно во время процесса замерзания и оттаивания вод. Наиважнейшие макро- и микро- биогенные элементы растворены в байкальской воде в необходимых соотношениях. Кроме того, в воде Байкала содержатся ничтожно малые количества органических примесей, взвешенных и растворенных минеральных веществ. Наличие токсичных тяжёлых металлов практически сведено к нулю. Концентрации сульфатов, нитратов, нитритов и железа настолько низки, что им ещё очень далеко до предельно-допустимых концентраций для питьевых вод, которые соответствуют требованиям гигиенических норм.

Озеро Байкал – творение природы уникального характера. Объём пресной воды достигает целых 23 тысячи кубических километров, что составляет 80%

запасов России и 20% мировых. Значение природной воды питьевого качества непрерывно растёт, Байкал же каждый год воспроизводит порядка 60 кубических километров воды превосходной степени, плотность которой равна 1 и приближена к плотности, которую имеет дистиллированная вода. На глубине от 300 до 1200 метров прозрачные свойства воды достигают наибольшей степени.

Данный резервуар воды исключительного качества считается самым древним озером на нашей планете. Появился он, ориентировочно, 25 миллионов лет назад. Существует предположение, выдвинутое геофизиками, о том, что Байкал – это будущий океан на этапе образования, так как его берега расходятся на 2 сантиметра ежегодно [1].

Озеро Байкал служит естественным резервуаром для реки Ангары. Она главенствует в его стоке (со средним расходом в 1716 кубических метров в секунду) и обладает самым высоким энергетическим потенциалом из всех рек Восточной Сибири. Исток этой «дочери Байкала» расположен на высоте 456 м над уровнем моря, то есть на уровне самого озера, устье же на высоте 76 м. Данный перепад в 380 м благополучно используется каскадом гидроэлектростанций, возведенных на этой реке [2].

Исток из озера Байкал берёт одна единственная река, а вот впадает в него более 300 рек, также его водные запасы восполняются за счет множества подводных источников и атмосферных осадков (в размере 10 кубических километров за год).

В озеро впадает несколько больших рек, таких как Селенга (самая многоводная, берущая начало в Монгольской Народной Республике), Баргузин (вторая по размерам, в длину 400 км), Верхняя Ангара (протяжённостью 439 км и впадающая с севера), образующих дельты значительных размеров. Другие притоки Байкала не впечатляют своими объемами столь сильно, их максимальная протяжённость составляет 170 км.

На территории Байкальского региона существуют особо охраняемые природные территории: 5 заповедников (Баргузинский биосферный государственный природный заповедник, Байкальский биосферный государственный природный заповедник, Байкало-Ленский государственный заповедник), 3 национальных парка (Прибайкальский природный национальный парк, Забайкальский природный национальный парк), 23 заказника (Фролихинский, Кабанский, Прибайкальский, Верхнеангарский, Энхэлукский), 128 памятника природы, 1 ботанический сад, лечебно-оздоровительные местности и курорты [3].

При рассмотрении показателей сточных вод в период с 1981 по 2003 гг. в Иркутской области, видна динамика их изменений. Проанализировав данные можно выделить 4 периода.

Объём сточных вод, включая загрязнённый, оставался без особых изменений с 1981 по 1987 гг., что относилось к первому периоду. С 1988 по 1989 гг. были установлены нормы предельно допустимых сбросов веществ в водные

объекты, это привело к тому, что «нормативно очищенные» и «чистые» воды стали считаться «загрязнёнными». Также на учёт числились теперь и предприятия как промышленного, так и военного комплексов. Из этого следовало, что объём загрязнённых сточных вод резко увеличился по сравнению с почти неизменным объёмом сточных вод. Данное обстоятельство относилось ко второму периоду. В третьем периоде промышленное производство было значительно снижено, что способствовало уменьшению объёмов как сточных вод, так и загрязнённых. Для четвёртого периода с 1999 по 2003 характерно достижение показателей сточных вод минимальной отметки за последние декады.

Озеро Байкал – удивительный природный объект, уникальный по всем показателям. Оно вмещает в себя невероятные объёмы воды высочайшего качества, и в то же время таит в себе бесценное эстетическое богатство. Чтобы сохранить данный венец природы в первозданном состоянии, не допустить нарушения исключительной флоры и фауны, стоит глубже исследовать состояние всей Байкальской природной территории.

Следует на порядок увеличить число наблюдательных пунктов, под бдительным контролем изучать как непосредственно воды Байкала, так и близлежащие к нему территории, осуществлять координацию работ и постоянный мониторинг территории, заняться решением экономических и социальных задач региона, обеспечить экологическую безопасность, охранять природные ресурсы данного места, продолжать систематические исследования состояния экосистемы озера.

Стоит использовать громадный и разнообразный ресурсный потенциал Байкала, не нанося ущерб целостности его природного комплекса.

С помощью успехов научно-технического прогресса со временем можно будет найти замену сырьевым ресурсам, но ничто не поможет восполнить ни природную, ни эстетическую составляющие.

1. Большая иллюстрированная энциклопедия. В 32 томах. Т. 3. Б 79 Б–БИО–М.: АСТ: Астрель; 2010. – 501, [3] с.: ил. – 41 с.

2. Министерство транспорта Российской Федерации Федеральное агентство геодезии и картографии. Атлас Озеро Байкал Прошлое Настоящее Будущее / ФГУП «Восточно-Сибирское аэрогеодезическое предприятие». – Иркутск, 2005. – 1 с.

3. Сведения из Доклада МПР России «О состоянии озера Байкал и мерах по его охране в 2012 году» – Особо охраняемые природные территории [Электронный ресурс]. – URL: http://geol.irk.ru/baikal/baikal/rep_2013/pdf/baikal2013_p1-1-2.pdf.

Содержание

Секция «УПРАВЛЯЮЩИЕ И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ, ЭЛЕКТРОТЕХНИКЕ И ТЕХНОЛОГИЯХ»

<i>Акмалходжаев П.И.</i> Разработка динамического веб-приложения для определения типа связи химических элементов по электроотрицательности	4
<i>Акчурина М.Р.</i> Энергетический расчет СВЧ-излучателя мобильной установки для ликвидации борщевика Сосновского.....	7
<i>Богомолов В.А.</i> Диагностирование засоренности дисковых керамических фильтров на основе технологических характеристик.....	12
<i>Зайцев А.А.</i> Оценка энергетических показателей асинхронного двигателя на основе эквивалентной активно-индуктивной нагрузки	16
<i>Князева О.В.</i> Применение гексагональных схем в городских электрических сетях.....	20
<i>Колесова Л.Н.</i> Двухконтурная система управления погружным насосом системы автономного водоснабжения.....	23
<i>Майоров А.А., Мигазов И.Ф.</i> Типовая структурная схема канала измерения истинной воздушной скорости.....	25
<i>Макаров А.А., Богошевич С.Н.</i> Автоматизированная система управления освещением пешеходных зон	28
<i>Малышев М.А.</i> Исследование электропривода подъема плазматрона	30
<i>Мариничева О.В.</i> Компоненты и вариативная комплектация автоматизированной системы управления водоснабжением населенного пункта	35
<i>Пасюков А.А.</i> Разработка системы мониторинга воздуха на основе микроконтроллера Arduino	38

Секция «АВТОМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА»

<i>Азаров А.Е.</i> Unity 3D. Постпроцессинг и работа с шейдерами.....	41
---	----

Васендина И.С. Системный подход при структурном распознавании объектов изображений территорий	44
Галиев Р.М. Автоматизированная система для разработки профессиональных образовательных программ	48
Дмитриев П.В. Анализ типов нейронных сетей	51
Ковалева И.В. Метод «Дерева решений» для определения наилучшего инвестиционного проекта	54
Михеев В.А., Корягин К.П. Разработка системы управления робототехническим комплексом на микрофреймворке Flask	57
Размахнина А.Н. Решение стратегической игры в программе POM QM for Windows.....	60
Рашитов Т.Ф. Автоматизация защиты объектов интеллектуальной собственности с помощью блокчейн.....	63
Родиманова Е.С. Проблемы систем управления бизнесом и перспективы их развития	67
Сергеев А.С. Использование комплекса Riverbed Modeler в дисциплине "Сети и телекоммуникации"	70
Синягов А.И. Разработка искусственной нейронной сети Петри.....	73
Сиротина Е.В. Хроматографический анализ с применением нечеткой логики.....	76
Смирнова А.Ю. Интерактивные учебные комплексы на основе web-технологий	79
Титов М.С. Архитектура Android-приложения с геолокацией.....	83

Секция «ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА»

Березовский В.С. Применение метода анализа среды функционирования при сравнительном анализе эффективности электросетевых компаний	86
Болознев М.А. Снижение коммерческих потерь электроэнергии в сельскохозяйственном районе ПС 35/10,5 кВ «Можайская»	89
Власов А.М. Структурное моделирование электроэнергетических систем	93

Голицын А.М. Использование возобновляемых источников энергии для электроснабжения удаленных потребителей	95
Горяев Е.Ю., Егоров М.Ю. Повышение эффективности систем сепарации и перегрева пара атомных электростанций	98
Жиганов А.А. Оптимизация потребления электроэнергии в бюджетных образовательных учреждениях	102
Иванов Е.Ю., Логинов А.А. Расчет электромагнитной совместимости на электрических подстанциях в программе ZYM	105
Корчагинская А.М. Повышение эффективности измерительных преобразователей биомедицинских сигналов	109
Кулешов А.О., Ахметьянов С.В. Расчет электрических характеристик индукционных тигельных печей с ферромагнитным тиглем	114
Курицын О.Ю. Мультиагентный метод поиска энергоэффективных решений в электроэнергетике	118
Ладилов И.С. Выбор контроллеров для АСУ на базе Trace Mode	121
Миронов Е.А. Проточная погружная микрогидроэлектростанция	124
Мишин А.Ю. Возможности применения альтернативных источников энергии в Орловской области	127
Осипов Н.А., Коряковский М.В. Усовершенствование реклоузеров в распределительных сетях и определение затрат на их установку	130
Рысин О.Е. Моделирование эффективности работы устройств FACTS в программе MATLAB Simulink	133
Сахаров В.Н. Рациональное использование энергоресурсов на базе АСУ наружным освещением	136
Святков М.А. Перспективы использования когенерационной газопоршневой электростанции на предприятии	139
Смирнов И.Н. Эффективность электроснабжения предприятия при использовании блочных турбогенераторов	141
Усков Я.А. Анализ конструкции изоляции активной части трехфазного трансформатора	143

Ховрин О.И., Селиверстова О.С. Модернизация установки для сушки жома.....	147
Черникова Ю.С. Проектирование воздухоохладителя для газотурбинной установки	150
Чурбанова С.А. Исследование режима пуска асинхронного двигателя	153
Юферицын В.А. Учет регуляторов напряжения трансформаторов при расчетах коротких замыканий	157

**Секция «СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ,
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И СИСТЕМ
В МАШИНОСТРОЕНИИ, МЕТАЛЛУРГИИ,
ДЕРЕВООБРАБОТКЕ, СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ
И НА ТРАНСПОРТЕ»**

Белобрюшкова К.И. Разработка механизированного привода протеза кисти руки.....	161
Биричевский М.Г. Повышение производительности гидравлического упаковочного пресса.....	164
Богданов Д.Ю. Расчёт пролетной балки мостового крана с применением системы прочностного анализа АРМ FEM	168
Зайцева В.Н. Исследование конструктивных факторов, влияющих на прочность контейнера-трансформера	171
Залесова И.А. Инструментальное обеспечение фрезерных станков с ЧПУ.....	174
Измайлов А.В. Автоматизированная разработка конструкторско-технологической документации для модернизации привода раската.....	178
Карачев А.Ю. Анализ температурных деформаций деталей сложной топологии в приборостроении.....	180
Касаткин И.И., Егоров М.Ю. Анализ гидравлических потерь в сепараторах-пароперегревателях турбин атомных электростанций	184
Кулева Н.И. Анализ погрешностей измерения на координатно-измерительных машинах.....	188
Макаров А.Г. Контурный долбежный резец для станков с ЧПУ	193

Нестерова А.А. Автоматизированная подготовка конструкторско-технологической документации вращателя мобильной буровой установки.....	196
Новокишанов Ф.А., Тимофеев А.П. Применение систем телематического контроля для анализа расхода топлива.....	199
Скворцов С.Д., Егоров М.Ю. Применение интенсификации теплообмена в сепараторах-пароперегревателях атомных электростанций	201
Тимофеев А.П., Новокишанов Ф.А. Сравнение режима движения грузовых автомобилей со стандартным испытательным циклом.....	205
Шавкунова М.В. Разработка специальной двухсторонней протяжки для обработки трапецевидного паза	208

Секция «АРХИТЕКТУРА И ДИЗАЙН ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ»

Вайнило С.Н., Нилова Г.С. Методика послойного анализа депрессивной территории города Вологды	211
Гарина П.Э. Концепция средовой регенерации территории завода «Вагон».....	215
Григорьева Н.И., Столов П.А. Исследование способов разделения транспорта и пешехода на примере улиц г. Вологды	220
Подсосенная Д.В. Методика повышения конкурентной идентичности малого исторического города.....	224
Серова М.Е., Смирнова Ю.В. Методика исследования территориально-пространственных резервов застройки г. Вологды	229
Соловьев А.Ю. Сценарное проектирование модульно-блочного жилья для удаленных районов Чукотки.....	234
Тимофеева Е.Г. Комплексный анализ застройки микрорайона "Юго-западный" в г. Вологде	237

Секция «МЕХАНИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ»

Абашева М.М. Проблема оценки несущей способности и надежности строительных конструкций.....	242
--	-----

Анущенко А.М. Моделирование фотографического способа определения высоты строительных конструкций.....	245
Карпушова К.А. Определение надежности железобетонной балки с трещиной по Демпстеру-Шеферу.....	249
Корепина И.А. Разработка метода расчета щелевых фундаментов.....	253
Соболева Е.В. Новые методы расчета и технологии висячих свай.....	259
Соловьева А.А. Оценка надежности балки перекрытия (производство АО СКДМ)	263
Хуснутдинова И.Г., Биткулов Р.Д. Конструктивные элементы устройства для оценки технического состояния металлических конструкций.....	267

Секция «СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ И МАТЕРИАЛЫ»

Белкина Е.И. Особенности конструирования и расчета узлов соединения ЛСТК	271
Борисова Н.А. Экспертиза промышленной безопасности проектной документации "Проект здания автомойки по ул. Ленинградской"	274
Васильева А.И. Использование несъемной опалубки при зимнем бетонировании.....	276
Воробьева Д.В. Определение рационального расположения световых проемов в гипарах.....	279
Гимазова О.Н. Исследование распределения усилий в арочной и перекрестно-арочной системах	283
Городишенина А.П. Технология устройства фундамента для малоэтажного домостроения системы «Вологда»	286
Евсеева А.П. Деформации водоизоляционного ковра из рулонных материалов на различных основаниях покрытия	289
Каберов Д.А., Быков С.В. Разработка конструктивного решения стальной балки из тонкостенных профилей	293
Кузнецова Н.А. Исследование ветровых воздействий на комплекс жилых высотных зданий	296

Полюшкин Г.А. Материалы для клеемеханических соединений в мало-этажном строительстве.....	300
Резниченко А.Ю., Васильев А.С. К вопросу исследований несущей и деформативной способности пустотных плит.....	303
Шагин Н.Е., Петрушина О.Р., Прохоров А.В. Испытание трехслойной стеновой панели	307

Секция «АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГОРОДСКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА»

Богданова Д.А. Особенности проектирования хостелов при реконструкции	312
Быков И.Е. Исследование норм проектирования детских садов в России и за рубежом	316
Груздева А.В., Митюгов А.А. Верификация программы Autodesk Flow Design	321
Казакова Е.Д. Повышение энергетической эффективности общежития при реконструкции.....	323
Мельник В.С., Фомин С.С. Проблема паркинга многоквартирных домов.....	327
Сысоева А.А. Внедрение инновационных геодезических технологий в строительной деятельности.....	329
Хмелёв А.А. Анализ организации парковочных мест в центре города Вологды	332

Секция «СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ»

Брыгин А.Ю. Оценка эффективности работы городских канализационных очистных сооружений	336
Воробьева Т.А. Достижение природоохранных нормативов на малых очистных сооружениях канализации	339
Говоров В.О. Усовершенствованная технология обезжелезивания подземных вод	342

Исаенко Д.М. Электрохимическая обработка больничных стоков	345
Краева О.Н. Геодезические методы при определении высотного положения объектов водоотведения.....	349
Крылова Ю.В. Направления интенсификации работы канализационных очистных сооружений	352
Кузнецов Н.А. Применение замораживания и оттаивания осадков на иловых площадках	356
Куклин С.В. Промывка скорых фильтров с помощью ультразвука.....	359
Куцевол М.А. Исследование процесса предаэрации осадков сточных вод	362
Силинский В.А. Улучшение качества минерализованных вод, используемых для приготовления гипохлорита натрия.....	365
Соколова О.Е. Исследование возможности сокращения объема воды на собственные нужды ХВО.....	368
Телятникова А.М., Виноградов С.И. Мембранные фильтры для доочистки сточных вод	372
Шеталина Е.В. Влияние солесодержания на качество сточных вод "Башнефть-УНПЗ"	376
Шмалько В.М. Экологическая обстановка озера Байкал	380

Научное издание

**МАТЕРИАЛЫ МЕЖРЕГИОНАЛЬНОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
XI ЕЖЕГОДНОЙ НАУЧНОЙ СЕССИИ
АСПИРАНТОВ И МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ
Том I**

Редактор Ланькова А.И.

Оригинал-макет подготовлен Кудрявцевым С.В.

Подписано в печать 18.12.2017.
Формат 60×90 1/16. Бумага офисная.
Печать офсетная. Усл. печ. л. 24,75.
Тираж 100 экз. Заказ №

Отпечатано: ИП Киселев А.В.
г. Вологда, Пошехонское шоссе, 18, корпус Н