



IV НАЦИОНАЛЬНАЯ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ НАУКИ И ПРАКТИКИ В РАЗЛИЧНЫХ ОТРАСЛЯХ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА

ЧАСТЬ 5. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

ПЕНЗЕНСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ
АРХИТЕКТУРЫ И
СТРОИТЕЛЬСТВА

25-26 МАРТА 2021 Г.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**«ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АРХИТЕКТУРЫ И СТРОИТЕЛЬСТВА»**

**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ НАУКИ И ПРАКТИКИ
В РАЗЛИЧНЫХ ОТРАСЛЯХ НАРОДНОГО
ХОЗЯЙСТВА**

**Сборник докладов IV Национальной научно-практической конференции
25-26 марта 2021 г.**

Часть 5 – Технические науки

Пенза 2021

УДК 338
ББК 65.2/4
А43

Оргкомитет:

Сафьянов А.Н. – проректор по научной работе, к.э.н., доцент (председатель);

Белякова Е.А. – и.о. начальника научно-методического центра, к.т.н., доцент
(зам. председателя);

Артюшин Д.В. – директор инженерно-строительного института, к.т.н., доцент;

Ещина Е.В. – декан архитектурного факультета, к. архитектуры, доцент;

Тарасов Р.В. – декан технологического факультета, к.т.н., доцент;

Тараканов О.В. – декан факультета управления территориями, д.т.н., профессор;

Черницов А.Е. – директора института экономики и менеджмента, к.э.н., доцент;

Кочергин А.С. – директор института инженерной экологии, к.т.н., доцент;

Родионов Ю.В. – директор автомобильно-дорожного института, д.т.н.,
профессор.

Актуальные проблемы науки и практики в различных отраслях народного хозяйства: сб. докладов IV Национальной научно-практической конференции. Часть 5 – Технические науки. Пенза/ [ред кол.: А.Н. Сафьянов и др.]: ПГУАС, 2021. – 119 с.

ISBN 978–5–9282–1698–6 (Ч. 5)

ISBN 978–5–9282–1693–1

Статьи печатаются в авторской редакции.

В сборнике помещены материалы IV Национальной научно-практической конференции «Актуальные проблемы науки и практики в различных отраслях народного хозяйства», которая проходила 25-26 марта 2021 года в Пензенском государственном университете архитектуры и строительства.

Доклады, представленные в рамках секции «Технические науки», посвящены вопросам создания современных материалов и строительных конструкций; информационным технологиям; организации и технологии производства строительного-монтажных работ; транспортным и инженерным системам.

Рекомендуется научным работникам, преподавателям высших и средних учебных заведений, аспирантам, магистрантам и студентам.

ISBN 978–5–9282–1698–6 (Ч. 5)

ISBN 978–5–9282–1693–1

© Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, 2021

ПРЕДИСЛОВИЕ

Интеграция науки и практики, внедрение инновационных разработок во всех сферах деятельности, использование более совершенных и эффективных средств производства, модернизация и реконструкция оборудования, применение современных методов подготовки кадров, создание и использование новых технологий – все это увеличивает конкурентоспособность отдельных отраслей народного хозяйства и страны в целом.

Представляемый читателям сборник издается по итогам работы IV Национальной научно-практической конференции «Актуальные проблемы науки и практики в различных отраслях народного хозяйства» (Пенза, 25-26 марта 2021 г.).

В работе конференции приняли участие ведущие ученые, аспиранты и студенты различных вузов России. Было представлено более 80 актуальных работ.

Проведение данной конференции явилось результатом значительного интереса академического сообщества к обсуждению и внедрению разработок, решающих поставленные задачи и ведущие к увеличению инвестиционной привлекательности различных отраслей народного хозяйства, ускоряющих модернизацию и совершенствование техник и технологий при достижении национальных целей и стратегических задач развития Российской Федерации.

Составители материалов конференции условно разделили статьи на секции по общности затрагиваемых в них проблем.

Порядок представления статей – по тематическим платформам, рассмотренным на конференции (сборникам), а внутри них – по фамилиям авторов.

Выход в свет настоящего издания был бы невозможен без труда многих людей разных сфер деятельности. Оргкомитет присоединяется к благодарности заинтересованных читателей всем тем, кто своим трудом способствовал выходу в свет этого сборника.

*Оргкомитет IV Национальной научно-практической конференции
«Актуальные проблемы науки и практики
в различных отраслях народного хозяйства»*

УДК 697.34:621.311.22

К ВОПРОСУ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Н.В. Аржаева, канд. техн. наук, доцент кафедры теплогазоснабжения и вентиляции

В.В. Шейкин, аспирант кафедры теплогазоснабжения и вентиляции

***Пензенский государственный университет архитектуры
и строительства, Пенза***

Ориентация российской энергетики на централизованное теплоснабжение при плановом ведении хозяйства была оправдана и технически, и экономически. В то же время в работе систем централизованного теплоснабжения выявляется достаточное количество недостатков, которые снижают экономичность и надежность таких систем. В связи с этим в последнее время в России возрос интерес к внедрению поквартирного теплоснабжения, т.е. происходит активное проектирование децентрализованных систем. Безусловно, децентрализованные системы позволяют исключить потери теплоты при ее транспортировке, повысить надежность систем отопления и горячего водоснабжения, вести жилищное строительство там, где нет развитых тепловых сетей, обеспечить комфортные условия в индивидуальном и малоэтажном домостроении.

Однако популярный сегодня переход от централизации к децентрализации в системе теплоснабжения не должен быть единственным и окончательным решением. В каждой конкретной ситуации наиболее выгодным может оказаться как подключение к существующим тепловым сетям, так и строительство автономного источника тепла – все зависит от конкретных условий и характеристик объекта. Для оценки эффективности возможного решения необходимы критерии, позволяющие судить о том, какой из вариантов наиболее целесообразен.

В Федеральном законе «О теплоснабжении» №190-ФЗ вводится понятие радиуса эффективного теплоснабжения – «максимальное расстояние от теплопотребляющей установки до ближайшего источника тепловой энергии в системе теплоснабжения, при превышении которого подключение теплопотребляющей установки к данной системе теплоснабжения нецелесообразно по причине увеличения совокупных расходов в системе теплоснабжения». Радиус теплоснабжения определяет границу зоны действия источника тепла и должен включаться в схему теплоснабжения как ее обязательный параметр.

Федеральный закон обуславливает необходимость расчета радиуса эффективного теплоснабжения (РЭТ) при выполнении схем теплоснабжения и определяет РЭТ как «максимальное расстояние от

телопотребляющей установки до ближайшего источника тепловой энергии в СЦТ, при превышении которого подключение ведет к причине увеличения совокупных расходов в СЦТ».

Среди множества проблем, рассматриваемых при разработке схем теплоснабжения поселений и городских округов, встречаются как общие, так и индивидуальные проблемы. Применительно к городам и городским округам с населением свыше 500 тыс. человек выделяются следующие общие проблемы, оказывающие ключевое влияние на качество и надежность теплоснабжения конечных потребителей [2]:

1. Несоответствие проектных и фактических температурных графиков отпуска тепловой энергии от источников (свойственно для ТЭЦ, ГРЭС и крупных районных котельных);

2. Разрегулированность систем транспорта тепловой энергии от источников к конечным потребителям (отсутствие стационарных и динамических регулирующих устройств);

3. Применение центрального качественного метода регулирования (которое, как правило, не дополняется автоматизированным групповым и местным методами количественного регулирования);

4. Эксплуатация открытых систем ГВС (которые, несмотря на свою простоту, имеют ряд значительных недостатков; кроме того, согласно нормативно-правовым актам должны быть исключены к 2022 г. [2]);

5. Экономически необоснованный выбор способа теплоснабжения в различных районах городского округа.

Эти проблемы в последнее время активно ликвидируются, т.к. технические мероприятия по решению данных задач не являются новаторскими и находят все большее применение в развитых СЦТ на территории РФ. Самым серьезным препятствием для решения данных проблем остается недостаток средств на осуществление проектов модернизации СЦТ.

Наименее изученной остается проблема подключения к существующим сетям новых удаленных от источника потребителей. Системы обеспечения конечных потребителей тепловой энергией в крупных городах носят сложный характер. Как правило, теплоснабжение наибольшей части города осуществляется от крупного источника/источников тепловой энергии (ТЭЦ, ГРЭС и крупных котельных), а теплоснабжение потребителей, расположенных на периферии, осуществляется преимущественно от локальных источников тепловой энергии (квартальных котельных) и индивидуальных (подомовых и поквартирных) источников тепловой энергии.

Переход от централизованного к автономному или индивидуальному теплоснабжению обусловлен значительной удаленностью потребителей от существующих источников централизованного теплоснабжения. Кроме того, существенную роль при выборе перспективного источника

теплоснабжения играет плотность тепловой нагрузки. Так для индивидуальной и малоэтажной застройки централизованное теплоснабжение нецелесообразно по следующим причинам:

- необязательная установка приборов учета тепловой энергии у потребителей с тепловой нагрузкой менее 23,3 кВт, причиной чего является невозможность составления корректных балансов тепловой энергии при отсутствии средств контроля уровня теплопотребления;
- наличие трубопроводов малого диаметра, но значительной протяженности, что приводит к дополнительным потерям тепловой энергии при ее транспортировке.

Присоединение любого дополнительного абонента всегда увеличивает совокупные расходы, требует дополнительных инвестиций, расхода топлива и т.д. В действительности важно, чтобы не увеличивались удельные затраты на производство, транспорт и использование тепла. Требуется определенная методика расчетов для определения эффективности проектного решения.

Приказом Минэнерго России от 05.03.2019 г. №212 были утверждены Методические указания по разработке схем теплоснабжения, в соответствии с которыми для определения радиуса эффективного теплоснабжения должно быть рассчитано максимальное расстояние от теплопотребляющей установки до ближайшего источника тепловой энергии в системе теплоснабжения, при превышении которого подключение (технологическое присоединение) теплопотребляющей установки к данной системе теплоснабжения нецелесообразно по причине увеличения совокупных расходов в системе теплоснабжения. Предлагаемая методика предполагает определение большого количества технических и экономических показателей

С учетом важности проблемы необходима разработка четких критериев оценки и методик определения радиуса эффективного теплоснабжения на федеральном уровне. Разработчики схем теплоснабжения очень часто сами выбирают или разрабатывают самостоятельно методику определения этого параметра.

С понятием эффективного радиуса тесно связана величина максимального радиуса теплоснабжения R_{max} , который определяет длину теплопровода от источника до наиболее удаленного потребителя.

В качестве критерия для определения искомой величины эффективного радиуса можно использовать рост среднегодового чистого дисконтированного дохода от присоединения дополнительных потребителей к действующей системе теплоснабжения.

В общем виде годовой эффект представляется в виде системы 4-х уравнений [4]:

$$\Delta \mathcal{E} = \Delta R - \Delta \mathcal{Z} - \frac{\Delta K_{\Sigma}}{D_s} \quad (1)$$

$$\Delta R = C_q \cdot \Delta Q \quad (2)$$

$$\Delta \mathcal{Z} = C_m \cdot \frac{\Delta Q}{Q_n^p \cdot \eta_{кот} \cdot \eta_{мс}} + \alpha_{аро} \cdot \Delta K_{\Sigma} + \varepsilon \cdot \Delta Q \cdot C_{\varepsilon} + \frac{(1 - \eta_{мс}) \cdot \Delta Q}{\eta_{мс}} \cdot C_q + \Delta \mathcal{I} \cdot \Phi_{зн} \cdot (1 + \alpha_{сс}) \quad (3)$$

$$D_s = \frac{(1 + E)^T - 1}{E \cdot (1 + E)^T} \quad (4)$$

где $\Delta \mathcal{E}$ – Рост среднегодового чистого дисконтированного дохода от присоединения новых (виртуальных) потребителей тепловой энергии, расположенных на радиусе $R_{max} + \Delta R$ (экономический результат);

ΔR – увеличение годовой выручки от продажи тепловой энергии новым (виртуальным) потребителям тепловой энергии;

$\Delta \mathcal{Z}$ – годовой прирост эксплуатационных затрат, связанный с изменением тепловой нагрузки системы теплоснабжения, руб./год;

C_q – стоимость (тариф) тепловой энергии на границе балансовой ответственности теплосетевой компании и потребителя, руб./Гкал;

ΔQ – изменение количества потребляемой тепловой энергии, обусловленное подключением новых потребителей за счет увеличения радиуса теплоснабжения, Гкал/год;

C_m , C_{ε} – стоимости топлива и электроэнергии, руб./кг у.т., руб./кВт·час;

Q_n^p – низшая теплота сгорания топлива, кДж/кг у.т.;

$\eta_{кот}, \eta_{мс}$ – КПД котельной и тепловой сети;

$\alpha_{аро}$ – коэффициент отчислений на амортизацию, ремонт и обслуживание тепловых сетей;

$\Delta K_{мс}$ – дополнительные капиталовложения, обусловленные модернизацией тепловых сетей за счет увеличения радиуса теплоснабжения;

ε – удельный расход электроэнергии на производство и транспорт тепловой энергии, кВт·час/Гкал;

$\Delta \mathcal{I}$ – изменение численности обслуживаемого персонала;

$\Phi_{зн}$ – фонд зарплаты, руб./(чел.·год);

$\alpha_{сс}$ – коэффициент, учитывающий отчисления на социальное страхование;

D_s – сумма коэффициентов дисконтирования за весь срок жизни инвестиционного проекта (T)

E – ставка дисконтирования, 1/год.

Величина $R_{эф}$ определяется, исходя из нахождения такого максимального значения ΔR , которое обеспечит положительный прирост

экономического результата при заданной величине подключаемой нагрузки.

Практический расчет эффективного радиуса может производиться следующим образом:

1. Определяется резервная мощность источника тепла.
2. Устанавливается ряд проектных параметров проектируемой тепловой сети, необходимых для проведения экономических расчетов, которые включают в себя стоимость прокладки 100 м трубопровода до нового потребителя.
3. Задаваясь значениями нормативных показателей в уравнениях (1)...(4), определяется значение прироста суммарного экономического результата $\Delta \mathcal{E}$.
4. При положительном значении прироста повторяются расчеты при следующих шагах ΔR до достижения $\Delta \mathcal{E} \leq 0$.
5. Соответствующее значение радиуса принимается равным эффективному радиусу для рассматриваемого источника тепла.

Такая методика потребует выполнить анализ экономических затрат, возникающих при реализации проекта присоединения новых потребителей к существующим источникам теплоты.

Для упрощенного экспресс анализа рассматриваемого случая, можно ввести параметр, характеризующий расширяемую зону действия источника тепловой энергии – уже известную относительную материальную характеристику тепловой сети, $\text{м}^2/\text{Гкал}/\text{ч}$ [6],

$$\mu = \frac{M}{Q_{\text{сумм}}} , \quad (5)$$

где M – материальная характеристика всех изменяемых тепловых сетей в результате их реконструкции с увеличением диаметра, всех планируемых к строительству магистральных тепловых сетей и всех планируемых к строительству распределительных тепловых сетей,

$Q_{\text{сумм}}$ – вся тепловая нагрузка (отопление, вентиляция и горячее водоснабжение), которая будет присоединена к тепловым сетям в результате расширения зоны действия источника.

Чем меньше будет величина относительной материальной характеристики, вычисленной по результатам мероприятий расширения зоны действия источника, тем эффективнее будет проект реконструкции тепловой сети.

Радиус эффективного теплоснабжения не просто критерий, а экономическая категория, которая может быть использована при рассмотрении задач о расширении, сокращении, трансформации, объединении зон действия, определения эффективности инвестиционных проектов.

Для существующих зон действия источников теплоснабжения может быть вычислен только сложившийся радиус зоны действия источника тепловой энергии (мощности) или радиусы действия выводов тепловой мощности. Радиус эффективного теплоснабжения для существующей зоны действия рассчитывать бессмысленно, так как зона действия уже сложилась и, естественно, установлены все индикаторы стоимости товарного отпуска тепловой энергии.

Радиусы эффективного теплоснабжения целесообразно вычислять только при возникновении задачи реконструкции (или нового строительства) зоны действия конкретного источника тепловой энергии.

Радиус эффективного теплоснабжения, прежде всего, зависит от прогнозируемой конфигурации тепловой нагрузки относительно места расположения источника тепловой энергии и плотности тепловой нагрузки.

При расширении зоны действия источника тепловой энергии в каком-либо направлении (увеличение радиуса действия) следует решить задачу о тарифных последствиях этого действия.

Острыми вопросами дальнейшего исследования являются, во-первых, как правильно прогнозировать перспективные тепловые нагрузки, чтобы не завышать ожидания теплоснабжающих компаний в товарном отпуске тепловой энергии, а, во-вторых, как разрабатывать тарифно-балансовые модели, необходимые для оценки эффективности реализации проектов схемы теплоснабжения.

Список литературы

1. *Постановление Правительства Российской Федерации от 22.02.2012 г. №154 «О требованиях к схемам теплоснабжения, порядку их разработки и утверждения» // Собрание законодательства Российской Федерации, Выпуск №1, 2012 г., ст.1242.*
2. *Федеральный закон от 27.07.2010 г. №190-ФЗ «О теплоснабжении» // Собрание законодательства Российской Федерации, Выпуск №31, 2010 г., ст.4159*
3. *Методические указания по разработке схем теплоснабжения утверждены приказом Минэнерго России от 5 марта 2019 г. № 212.*
4. *Папушкин В.Н., Григорьев А.С., Щербаков А.П., Задачи перспективных схем теплоснабжения. Изменение зон действия источников тепловой энергии (систем теплоснабжения), 2013.*
5. *Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов. Минэкономразвития, 1999.*
6. *Фокин А.М., Киселева А.И. Определение комплексного показателя качества функционирования промышленных тепловых энергосистем // Интернет-журнал «Науковедение» Том 9, №3 (2017).*
7. *Аржаева Н.В. Технологические решения по повышению надежности и экономичности систем централизованного теплоснабжения/Н.В.Аржаева, О.В.Тараканов, С.А. Степанов // Журнал «Региональная архитектура и строительство»: Пенза, 2016. - № 4.*

УДК 624.078.41

ОПЫТ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ УЗЛОВЫХ СОПРЯЖЕНИЙ КОЛОНН С БАЛКАМИ МОНОЛИТНЫХ КАРКАСНЫХ ЗДАНИЙ

Д.В. Артюшин, доцент, канд. техн. наук, декан инженерно-строительного института

П.В. Коновалов, аспирант, ассистент кафедры «Строительные конструкции»

***Пензенский государственный университет архитектуры
и строительства, Пенза***

Современная строительная практика требует постоянного совершенствования методов расчета несущих конструкций зданий и сооружений. Зачастую при проектировании узлов монолитных каркасов зданий, обеспечивающих совместную работу несущих элементов, до 80% арматуры принимается по конструктивным требованиям. В результате сечения узлов оказываются переармированными, что создает препятствие для их качественного бетонирования. При этом анализ показывает, что напряжения в стержнях составляют всего 20-30% от допустимых величин, т.е. большая часть арматуры работает неэффективно, и в результате снижается безопасность каркасов зданий в целом. Это является недопустимым, поскольку узлы сопряжения обеспечивают совместную работу несущих элементов всего каркаса здания в целом.

Статический расчет монолитных каркасов определяет все виды усилий, действующих в узловых соединениях колонн и балок (ригелей). При действии вертикальных нагрузок в монолитных узлах действуют отрицательные моменты и поперечные силы в нормальных и наклонных сечениях, проходящих по грани колонн и в приопорных зонах балок. В центральной части колонн действуют продольные сжимающие усилия, приложенные к сечению колонн с эксцентриситетом либо без него. В этом случае расчет прочности нормальных сечений и наклонных приопорных сечений балок рассчитывается по соответствующим расчетным формулам СП 63.13330.2018. Расчет центральной части узлов не имеет нормативных рекомендаций.

При совместном действии вертикальных и горизонтальных сил в узлах монолитных каркасов возникает более сложный характер напряженного состояния. Коротко особенности сопротивления узлов можно охарактеризовать как сопротивление при кососимметричном нагружении. Расчет узлов в этом случае также производится по нормальным и наклонным сечениям балок в приопорной зоне. Нормативные методы расчета центральной части узлов монолитных каркасов отсутствуют.

Несмотря на отсутствие целенаправленных экспериментальных исследований, единичные испытания фрагментов узлов показывают, что разрушение узлов наиболее часто происходит по их центральной части, что подтверждается большим числом разрушений железобетонных каркасов при действии сейсмических воздействий.

В 1971 г. в МНИИТЭП были проведены испытания девяти монолитных узлов сопряжения колонн с длинными балконными консолями [1]. Изучалась прочность узлов сопряжения колонн с консольными балками. Испытания проводились по схеме, приведенной на рис. 1. Схема разрушения показана на рис. 2. Разрушение произошло по центральной части узлов при развитии наклонных трещин диагонального характера, интенсивно развивающихся при повышении нагрузки. Ширина трещин и их количество уменьшалось при обжатии ствола колонны.

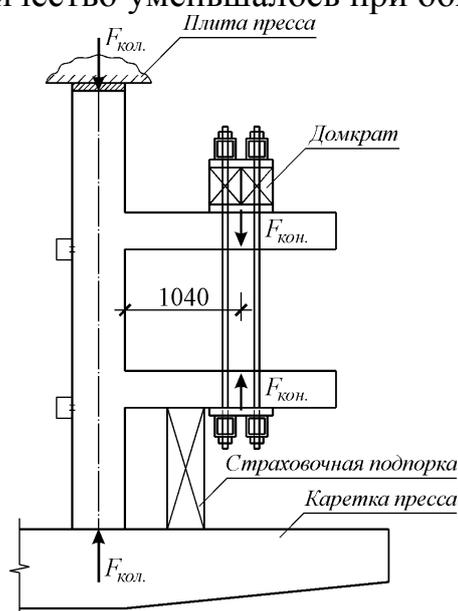


Рисунок 1 – Схема испытаний колонн с балконными консолями (МНИИТЭП, 1971 г.)

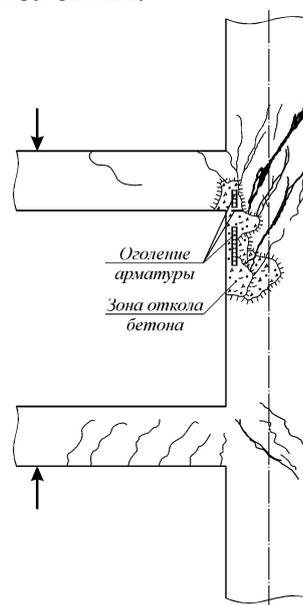


Рисунок 2 – Схема трещинообразования и разрушения узловых соединений балконных консолей и колонн (МНИИТЭП, 1971 г.)

В 1974 году в НИИЖБ была испытана серия натуральных крайних узлов рам железобетонного каркаса [2]. Изучались варианты анкеровки растянутой арматуры ригелей. Характерные схемы разрушений показаны на рис. 3. Был сделан вывод, что контактно-точечная сварка, поперечных стержней и продольной арматуры ригелей должна осуществляться на длине не менее $10d$. Выявлено два вида разрушения – в результате чрезмерного развития наклонной трещины, рис. 3 (1); а также в результате раздробления бетона центральной части узлов, рис. 3 (2).

С целью расширения экспериментальной базы в Пензенском ИСИ проводились испытания фрагментов узлов в силовой установке, изготовленной по аналогии с установкой, используемой НИИЖБ [3]. Схема испытаний позволяла создать систему усилий в элементах узлов

сопряжения несущих конструкций подобную реальной работе монолитных каркасов (рис. 4).

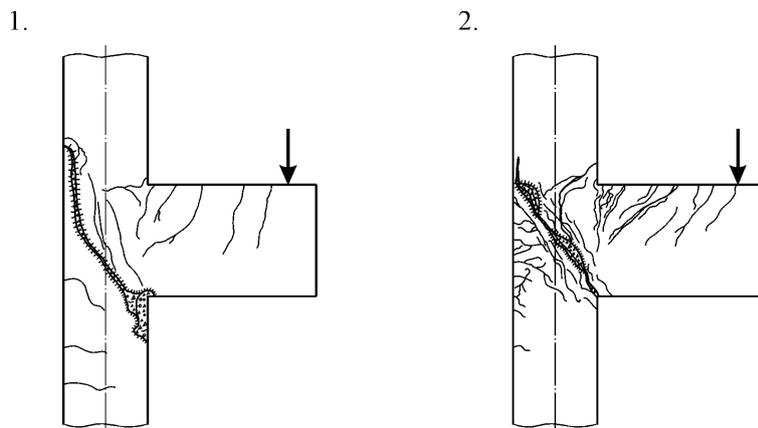


Рисунок 3 – Схемы разрушения монолитных узлов сопряжения колонн с ригелями многоэтажных зданий (НИИЖБ, 1974 г.): 1 – разрушение по диагональной трещине; 2 – раздробление сжатого бетона с последующим срезом

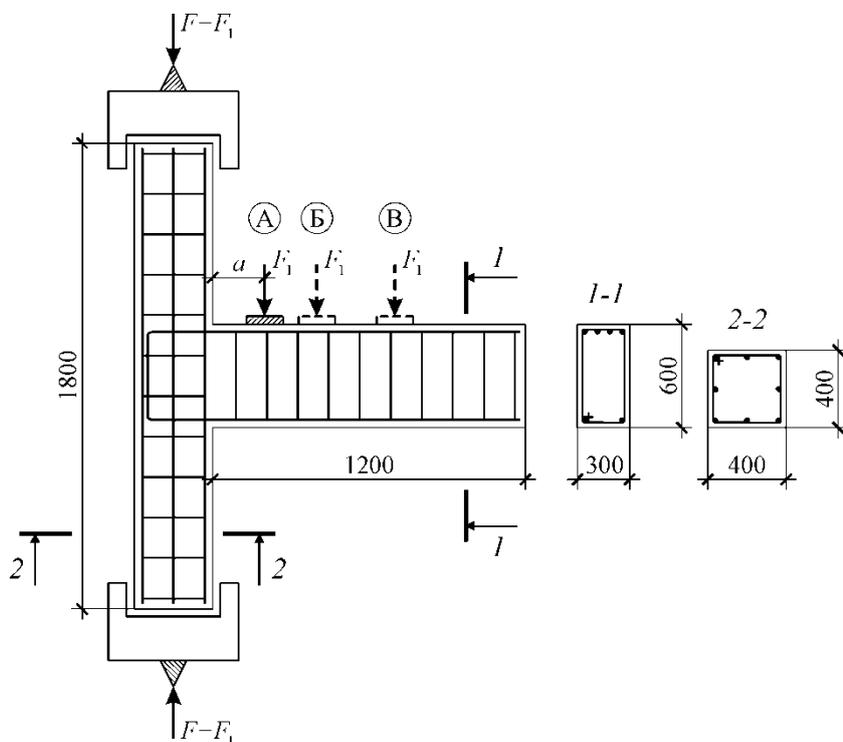


Рисунок 4 – Схема испытания монолитных узлов сопряжения железобетонных каркасов зданий (Пензенский ИСИ, 1984 г.)

Цель испытаний заключалась в изучении влияния расстояния приложения сосредоточенной силы относительно грани колонн. Получены два вида разрушения – по нормальной трещине в опорном сечении ригеля, а также по наклонной сжатой полосе ригеля в приопорной зоне. Оба вида разрушения сопровождалось образованием наклонной трещины в колонне в уровне сопряжения с консолью. Наклонная трещина образовалась при нагрузке равной 0,75 от разрушающей. С уменьшением расстояния

приложения сил увеличилась разрушающая сила и изменялась схема разрушения, рис. 5. Повышение прочности центральной части узла по сравнению с ранее проведенными испытаниями, объясняется использованием трех сварных сеток при армировании узловой зоны колонн.

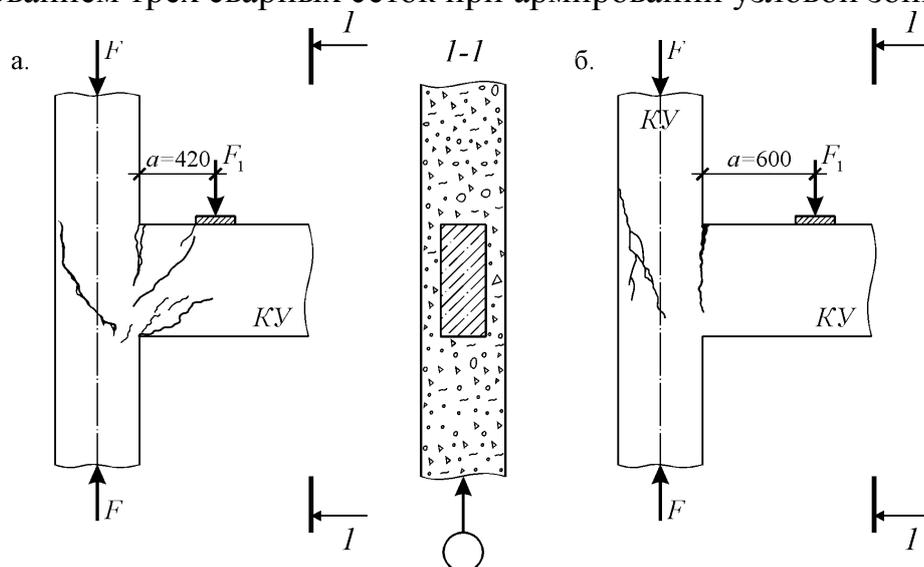


Рисунок 5 – Схемы образования трещин и схемы разрушения узловых сопряжений железобетонных конструкций (Пензенский ИСИ, 1984 г.): а – при $a=420$ мм; б – при $a=600$ мм

Однако оценивая в целом результаты проведенных экспериментальных исследований монолитных узлов, следует отметить имеющуюся в них незавершенность. Она заключается в том, что так и не был установлен максимальный процент поперечного армирования, обеспечивающий наиболее эффективное использование арматуры. Результаты опытов показывают, что во многих случаях излишнее армирование отрицательно сказывается на работе узлов, снижая при этом трещиностойкость бетона.

В ПГУАС в рамках выполнения научной работы планируется проведение экспериментальных исследований центральной части монолитных железобетонных узлов сопряжения колонн крайних рядов с балками (ригелями) с целью выявления напряженного состояния узлов и наиболее эффективных вариантов их армирования [4, 5]. Результаты эксперимента необходимы для разработки более точных методов расчета и рекомендаций по применению новых вариантов армирования в многоэтажном строительстве.

Список литературы

1. Испытания монолитных узлов сопряжения колонн с консольными балками: отчет о НИР / МНИИТЭП. – М., 1971.
2. Испытание натуральных крайних узлов рам железобетонного каркаса: отчет о НИР / НИИЖБ. – М., НИИЖБ, 1974.
3. Экспериментальные исследования узлов сопряжения колонн и монолитных ригелей: отчет о НИР / Пензенский ИСИ, НИИЖБ. – Пенза, 1984.

4. *Артюшин Д.В. Программа экспериментальных исследований монолитных узлов сопряжения колонн крайнего ряда с балками / Д.В. Артюшин, П.В. Коновалов // Моделирование и механика конструкций. 2019. – № 10. – С. 185-192.*
5. *Артюшин Д.В. Исследование монолитных узлов сопряжения колонн крайнего ряда с балками численным методом / Д.В. Артюшин, П.В. Коновалов, И.А. Цырулева // Эффективные строительные конструкции: теория и практика. Сборник статей XX Международной научно-технической конференции. Под редакцией Н.Н. Ласькова. – Пенза, 2020. – С. 16-20.*

УДК 625.76

СПОСОБЫ ОТВОДА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

А.П. Бажанов, д-р техн. наук, профессор кафедры «Геотехника и дорожное строительство»

Е.С. Саксонова, ст. преподаватель кафедры «Геотехника и дорожное строительство»

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, Пенза

Автомобильные дороги в процессе эксплуатации подвергаются разрушающим воздействиям от атмосферных осадков и поверхностного стока, что отрицательно влияет на их транспортно-эксплуатационные характеристики. Дождевые осадки оказывают определяющее воздействие на изменение водно-теплового режима земляного полотна и дорожных одежд.

Особенности строительства автомобильных дорог в районах с различными природно-климатическими условиями, конструкций поперечного и продольного профилей земляного полотна, разнообразие сочетаний продольных и поперечных уклонов автомобильных дорог, микробассейнов стокообразования, многообразие сооружений дорожного водоотвода определяют особые условия формирования поверхностного стока и специфику схем организации водоотвода [1].

Автомобильная дорога федерального значения на участке реконструкции пересекает несколько пониженных мест, в которых расположены существующие водопропускные трубы.

На автодороге применена открытая системы поверхностного водоотвода.

Открытая система водоотвода устраивается на участках при высоте насыпи до 3,0 м по водоотводным канавам (кюветам) в пониженные места местности (лога и овраги) и очистные сооружения. Сток воды с проезжей части осуществляется посредством продольных и поперечных уклонов. В местах устройства бортового камня отвод воды обеспечивается поперечными сбросами воды водосбросами через 55 м в кювет, а на

подходах к мосту с лева в железобетонный лоток, расположенный на полке откоса насыпи.

Ширина продольных водоотводных канав (кюветов) принята 1,0 м. Укрепление дна и откосов кюветов принята:

- до 20 %о -растительным грунтом с засевом многолетних трав;
- от 20 %о до 30 %о -щебнем осадочных пород (М 600);
- свыше 30 %о - монолитным бетоном.

Конструкция элементов системы поверхностного водоотвода представлена на рис. 1.

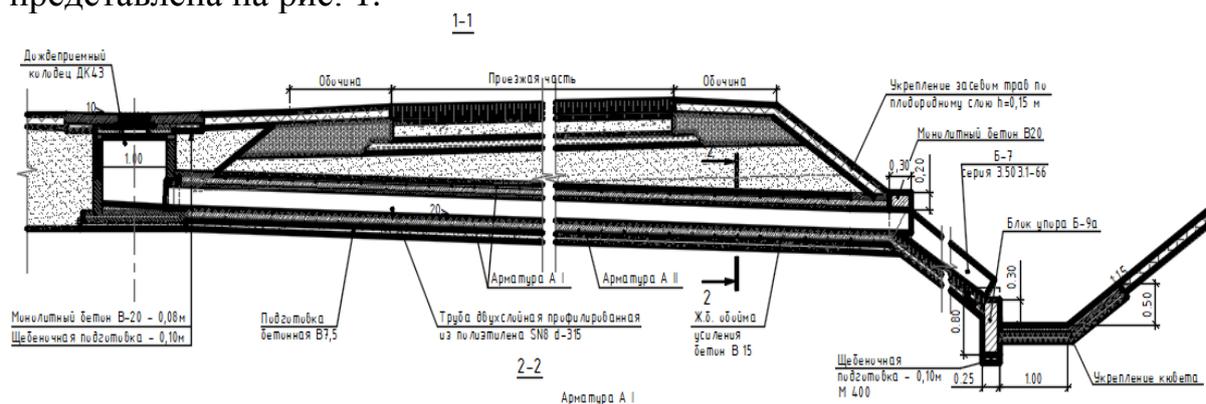


Рисунок 1 – Конструкция элементов системы поверхностного водоотвода

Все существующие трубы разбираются и устраиваются новые. Предусмотрено две железобетонные водопропускные трубы d-1,20 м под основной дорогой: длиной L=47.50м, L=49.60м. И под съездами 4 трубы. Три d-1,1 м и одна d-0,8 м. по ходу пикетажа:

- (слева) – d=1,00 м, L=25,0 м;
- (слева) – d=1,00 м, L=15,0 м;
- (слева) – d=1,00 м, L=21,0 м;
- (слева) – d=0,80 м, L=15,0 м.

Все водопропускные трубы располагаются в рабочем слое насыпи с расстоянием от верха трубы до верха покрытия не более 1 м. В связи с тем, что рабочий слой на глубину 1,2 м от поверхности цементобетонных покрытий во II дорожно-климатической зоне должен состоять из непучинистых или слабопучинистых грунтов, обратную засыпку новых труб предусмотрено производить из привозного песчаного грунта с коэффициентом фильтрации более 1 м/сут.

Грунтом от разборки старых труб являются суглинки и глины, по классификации относящиеся к сильнопучинистым. Данный грунт предусмотрено применять в нижние слои насыпи.

Для обоснования размеров отверстий искусственных сооружений, обеспечивающих пропуск воды, необходимо определить пропускную способность сооружения.

При гидравлических расчетах пропускной способности малых искусственных сооружений были соблюдены основные принципы, предъявляемые к проектам малых искусственных сооружений:

- сооружения должны обеспечивать беспрепятственный пропуск транспортных потоков при проходе расчетных паводков;
- сооружения должны проектироваться равнопрочно, т.е. на паводки одной и той же вероятности превышения в соответствии с категорией дороги согласно требованиям СНиП;
- для снижения высоты насыпи проектируют многоочковые трубы, но, как правило, количество отверстий, охваченных одним сооружением, не должно быть более четырех;
- проектирование труб (особенно круглых) не допускается на постоянных водотоках, при наличии ледохода и карчехода, а также в местах возможного образования наледей;
- полунапорный и напорный режимы протекания воды в трубах допускаются при условии обеспечения устойчивости труб и прилегающих участков земляного полотна от фильтрации воды;
- учет аккумуляции при назначении отверстий малых мостов и труб обязателен там, где ее следует ожидать;
- укрепление верхнего, особенно нижнего бьефа труб и лотков, и, как правило, подмостовых русел малых мостов является обязательным элементом проектов малых искусственных сооружений [2].

Гидрологический расчет производился для трубы на ПК 28+45,1 (слева), т.к. она имеет значительную площадь водосборного бассейна и длину подводящего кювета, при этом труба на ПК 32+08,0 (слева) принималась аналогичной. В остальных случаях гидравлический расчет не производился ввиду малой площади водосборного бассейна и малой длины подводящего кювета. Отверстие трубы в данных случаях принимается согласно п.1.13 СП 35.13330.2011 «Мосты и трубы» [4].

Гидравлический расчет:

Площадь водосборного бассейна $F=0,05 \text{ км}^2$;

Длина подводящего кювета $L=2,3 \text{ км}$;

Средний уклон кювета $i_{cp}=0,013\%$;

Уклон у сооружения $i_{соор}=0,0053\%$;

Ливневый район – №6;

Интенсивность ливня часовой продолжительности ($a_{час}$) – 1,01;

Коэффициент стока (a) (площадью водосбора является автомобильная дорога) – 1,0;

Коэффициент перехода от интенсивности ливня часовой продолжительности к интенсивности ливня расчетной продолжительности:

$$K_t = (5,5/L^{2/3}) i^{1/6} = (5,5/2,3^{2/3}) \cdot 0,013^{1/6} = 2,4;$$

Коэффициент редукации:

$\varphi = 1/(\sqrt[4]{10 \cdot F})$ – при этом для $F \leq 0,1 \text{ км}^2$ $\varphi=1$.

Для расчетного расхода принимаем максимальный расход ливневых вод с превышением 1%, т.к. он однозначно будет больше чем максимальный расход талых вод, из-за небольших площадей водосбора и небольшого снежного покрова для данной области.

Максимальный расход ливневых вод:

$$Q_{\text{л}} = 16,7 \cdot a_{\text{час}} \cdot F \cdot Kt \cdot a \cdot \varphi = 16,7 \cdot 1,01 \cdot 0,05 \cdot 2,4 \cdot 1 \cdot 1 = 2,02 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Объем стока:

$$W = 60000 \cdot a_{\text{час}} \cdot F \cdot \varphi / \sqrt{Kt} = 60000 \cdot 1,01 \cdot 0,05 \cdot 1 / 1,55 = 2326 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Определяем подпор воды перед трубой с учетом аккумуляции графоаналитическим методом, строим кривые по точкам:

Точка 1: $H^3=0$; $Q=Q_{\text{л}} \cdot 0,62 = 2,02 \cdot 0,62 = 1,25 \text{ м}^3/\text{с}.$

Точка 2: $H^3 = a = 6 \cdot i_{\text{соор}} \cdot W / m_1 + m_2 = 6 \cdot 0,0053 \cdot 2326 / 6 + 8 = 5,3 \text{ м}^3$; $Q=0.$

Точка 3: $H^3=0$; $Q=Q_{\text{л}} = 2,02 \text{ м}^3/\text{с}.$

Точка 4: $H^3 = a \cdot 0,7 = 5,3 \cdot 0,7 = 3,71 \text{ м}^3$; $Q=0.$

Ниже представлен график пропускной способности труб с нанесенной кривой (рис. 2.)

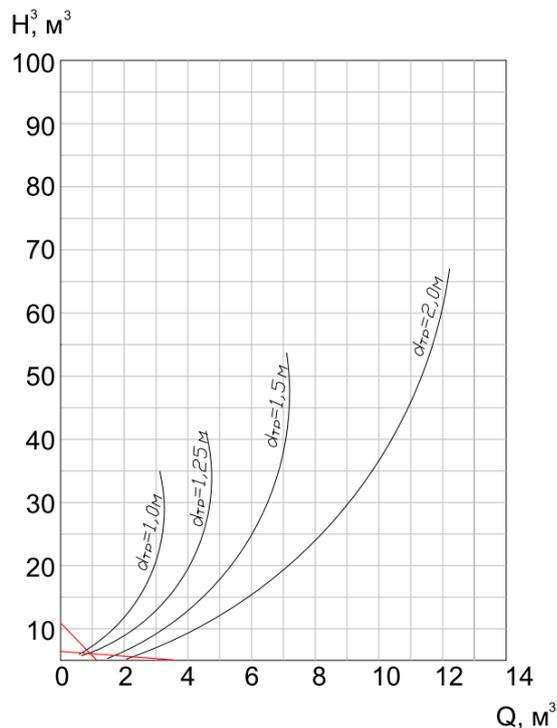


Рисунок 2 – График пропускной способности труб

Принимаем трубу $\varnothing 1,0 \text{ м}$, для нее $Qa = 0,95 \text{ м}^3/\text{с}$, $H^3 = 1,4 \text{ м}^3$.

Отсюда подпор перед трубой равен $H = \sqrt[3]{H^3} = 1,11 \text{ м}.$

Вывод: труба работает в безнапорном режиме, т.к. высота трубы \approx высоте подпора воды перед трубой.

Список литературы

1. Сооружения системы водоотвода с проезжей части автомобильных дорог // Обзорная информация. Выпуск 2, Москва 2002.

2. *Е.С. Саксонова. Проектирование и строительство водопропускной трубы.// Учебное пособие. Пенза. ПГУАС, 2013г.*
3. *Лисов В.М. Дорожные водопропускные трубы [Текст] / В.М. Лисов. – М. Информ.-изд. Центр «ТИМР», 1998.-100с.*
4. *СП 35.13330.2011. Мосты и трубы. Актуализированная редакция СНиП 2.05.03-84*. Дата введения 2011-05-20.*

УДК 666.9-405.8:666.3-127

СЫРЬЕВЫЕ СМЕСИ НА ОСНОВЕ ОПОКОСОДЕРЖАЩЕГО ПРИРОДНОГО СЫРЬЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СТЕКЛОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

В.А. Береговой, профессор, д-р техн. наук, заведующий кафедрой «Технология строительных материалов и деревообработки»

Д.С. Сорокин, аспирант кафедры «Технология строительных материалов и деревообработки»

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, Пенза

Актуальной задачей строительного материаловедения является расширение сырьевой базы и снижение энергоемкости получения стеклокристаллических материалов с улучшенными технико-экономическими показателями. С учетом их высоких декоративных качеств и долговечности в условиях циклического замораживания такие материалы целесообразно использовать для наружной отделки зданий.

Наиболее известной группой стеклокристаллических материалов являются ситаллы, микроструктура которых содержит более 50 % кристаллической фазы. В технологическом плане их главное отличие от традиционной керамики заключается в повышении температур обжига до величин, обеспечивающих полное плавление нагреваемой массы. Кристаллическая фаза формируется в процессе постепенного охлаждения. Применение повышенных температур, а также высокоабразивного кварцевого песка в качестве источника SiO₂ определяют значительную энергоемкость существующих схем производства стеклокристаллических материалов.

Задача снижения энергоемкости технологических процессов решалась путем использования природной опоки – микропористой породы с содержанием аморфного кремнезема 75...80%. Первый этап получения стеклокристаллического композита предусматривает варку фритты, которую после измельчения вводили в основную сырьевую смесь. Фритту изготавливали в результате обжига легкоплавкой сырьевой смеси, основу которой составляла природная опока и добавки-плавни.

Предварительно осуществляли компактирование смеси способом двухстороннего прессования [1] под давлением 10 МПа в течение 1 мин. Это позволило снизить количество технологической воды для формирования гранулята до 6-8%.

Температурный диапазон получения материала был ограничен 920-930°C с целью возможности использования существующей технологической базы по производству керамических строительных изделий. В этом температурном диапазоне происходят следующие превращения в отдельных компонентах сырьевой смеси [1-3]:

1. Дегидратация гидрокарбонатов натрия (калия);
2. Начало полиморфных превращений кварца 550-600°C и дегидратация примесных минералов глины с образованием метакаолинита $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$;
3. Начало процесса силикатообразования в результате твердофазовых реакций между щелочными компонентами и кремнеземом при температурах 600-700°C с образованием силикатов $Na_2CO_3 + SiO_2(аморфн) = Na_2O \cdot SiO_2 + CO_2$.
4. Насыщение метасиликата до дисиликата натрия, имеющего минимальную температуру плавления (874°C) среди двухкомпонентных смесей в системе Na_2O-SiO_2 .
5. Термическая диссоциация $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$ и появление жидкого расплава 750...880°C.
6. Начало растворения непрореагировавших частиц аморфного кремнезема при 850°C.
7. Формирование достаточного количества жидкой фазы (35-45%) 900-920°C и начальная стадия процесса синтеза минералов муллита.
8. Охлаждение массы с получением стеклокристаллической микроструктуры.

Окончательное формирование структуры и свойств композита происходит при повторном нагреве до температуры 820-830°C. Для этого на следующем технологическом переделе фритта измельчалась до удельной поверхности частиц 400-450 м²/кг. Полученный таким образом материал смешивали с отощителем – порошкообразной природной опокой.

Изменение характера поверхности обожженного материала с различным количеством отощителя иллюстрирует рисунок 1.

На следующем этапе оценивались перспективы повышения прочности и декоративных качеств стеклокристаллического материала из природных опок [4]. На рисунке 2 показаны составы, обожженные при температуре 880 °C с добавлением 1-2% красителей стекла.

Анализ образцов показал, что для получения более равномерного окраса поверхности материала температуру повторного обжига целесообразно увеличить до 920-930°C.

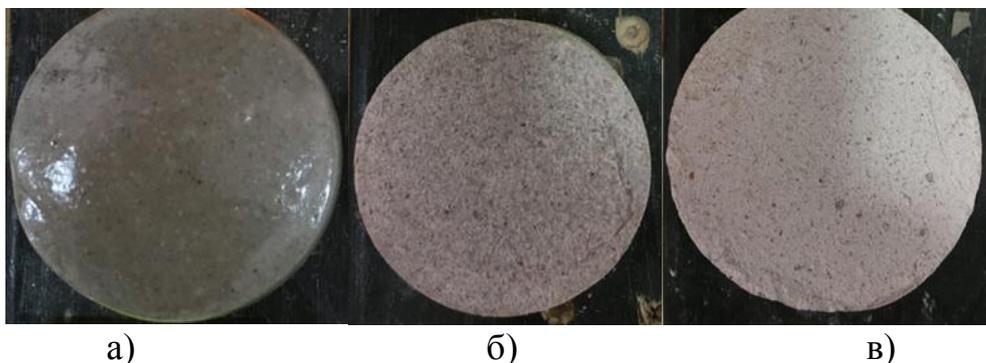


Рисунок 1 – Образцы стеклокристаллического материала: а – без отоцителя; б и в – содержащие добавку отоцителя в количестве 15 и 30% соответственно



Рисунок 2 – Образцы с добавлением красителей (слева направо): оксид железа (III); оксид кобальта; краситель фиолетовый; оксид меди

С целью повышения прочности на сжатие в состав сырьевой смеси добавляли специально подготовленную базальтовую фибру в количестве от 1 до 3%. В ходе испытаний контрольных образцов установлено, что оптимальное количество указанной добавки составляет 2% от массы сырьевой смеси. Это обеспечивает увеличение прочности после обжига на 40-50% по отношению к базовому составу.

Список литературы

1. Уплотнение как способ улучшения технологических свойств стекольных шихт. Вопросы теории и практики/ Н.С. Крашенникова, О.В. Казьмина. Изд-во Томского политехнического университета (2011), с.168.
2. V. Kutugin, V. Lotov, Y. Pautova and A. Reshetova, "Perspective technologies for production of thermal insulating materials with hard cellular structure," 2012 7th International Forum on Strategic Technology (IFOST), Tomsk, 2012, pp. 1-4, doi: 10.1109/IFOST.2012.6357541.
3. О.В. Казьмина, В.И. Верещагин, Б.С. Семухин, А.Н. Абияка. Низкотемпературный синтез стеклогранулята из шихты на основе кремнеземсодержащих компонентов для производства пеноматериалов// Стекло и керамика, 2009, № 10, с. 5-8.
4. V.A.Beregovoi, A.M. Beregovoi, Heat-Resistant Porous Composite Based on Ordinary Clay for Thermal Insulation of Hot Surfaces, Key Engineering Materials,736 (2017)166-170.

УДК 628.16

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ИНТЕНСИВНОСТИ ПЕРЕМЕШИВАНИЯ АЛЮМОСОДЕРЖАЩИХ КОАГУЛЯНТОВ С РЕЧНОЙ ВОДОЙ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЕЕ ОСВЕТЛЕНИЯ

М.В. Бикунова, канд. техн. наук, доцент кафедры водоснабжения, водоотведения и гидротехники

С.М. Салмин, канд. техн. наук, доцент кафедры водоснабжения, водоотведения и гидротехники

В.О. Борискин, аспирантка кафедры водоснабжения, водоотведения и гидротехники

Р.Д. Шигаев, аспирантка кафедры водоснабжения, водоотведения и гидротехники

***Пензенский государственный университет архитектуры
и строительства, Пенза***

Для улучшения условий коагуляции примесей в маломутных речных водах может быть использован метод концентрированного коагулирования, при котором раствор коагулянта вводится лишь в часть потока осветляемой воды. После перемешивания с коагулянтом поток обработанной воды объединяется с остальным потоком некоагулированной воды и далее направляется на осветление в отстойники и фильтры. Ускоренное хлопьеобразование в части обработанной коагулянтом воды позволяет улучшить условия осветления всего потока воды, подаваемого на очистку. Процесс хлопьеобразования в значительной степени зависит от интенсивности перемешивания коагулянта с водой, характеризуемой градиентом скорости перемешивания G [1].

Целью настоящей работы являлось экспериментальное определение влияния высокоградиентного перемешивания алюмосодержащих коагулянтов с речной водой на эффективность ее последующего осветления отстаиванием и фильтрованием. Объектом исследований являлась вода р. Суры в летний период, качество которой характеризовалось следующими показателями:

- температура 23°C ;
- мутность $5,9-6,2$ мг/л;
- щелочность $2,35-2,38$ мг-экв/л;
- pH $7,68-7,72$.

Опытные и контрольные пробы исходной речной воды объемом 1 л разделялись на 2 части – вспомогательный объем (100-400 мл), который обрабатывался коагулянтами и остальной объем (600-900 мл), не обрабатываемый коагулянтами. Таким образом относительный объем воды

IV Национальная научно-практическая конференция «АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ НАУКИ И ПРАКТИКИ В РАЗЛИЧНЫХ ОТРАСЛЯХ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА»

P_y , обработанный коагулянтами в экспериментах, составлял от 10 до 40%. Вспомогательные объемы воды в контрольных пробах обрабатывались стандартным методом концентрированного коагулирования сернокислым алюминием (СА) с содержанием Al_2O_3 16% при градиенте скорости перемешивания $G=120\text{ с}^{-1}$, создаваемого лабораторной мешалкой, в течение 1 мин. Вспомогательные объемы опытных проб исходной речной воды перемешивались с растворами коагулянтов СА и полиоксихлорида алюминия (ПОХА) «АКВА-АУРАТ 30» с содержанием Al_2O_3 30% при величинах градиентов G от $0,8 \cdot 10^4$ до $4 \cdot 10^4\text{ с}^{-1}$ в течение 5-15 с в одну, две или три ступени с убыванием интенсивности смешения ($G_1 > G_2 > G_3$).

После перемешивания с растворами коагулянтов вспомогательные объемы контрольных и опытных проб переливались в мерные цилиндры емкостью 1 литр каждый, куда добавлялись остальные объемы некоагулированной воды в соотношениях от 1:9 до 4:6. Полученные смеси отстаивались в течение 1 часа, после чего отстаиваемая вода из верхних частей цилиндров отбиралась и фильтровалась через бумажный фильтр. Эффективность действия коагулянтов оценивалась по показателю мутности фильтрата для контрольных и опытных проб.

В экспериментах с контрольными пробами доза СА составляла $D_k=10$ мг/л, в опытных пробах дозы СА (D_1) и ПОХА (D_2) при их отдельном или совместном применении изменялись от 7,0 до 8,0 мг/л. Полученные данные лабораторных испытаний метода концентрированного коагулирования речной воды с использованием ее высокоградиентного перемешивания с растворами алюмосодержащих коагулянтов показаны на рис. 1, 2 и 3.

Концентрация взвешенных веществ M_{ϕ} в контрольных пробах после коагулирования, отстаивания и фильтрования составляли 0,25 мг/л. При высокоградиентном концентрированном коагулировании с использованием СА наиболее значимое снижение мутности фильтрата (до 0,21-0,25 мг/л) наблюдалось при двух- и трехступенчатом перемешивании для величин P_y от 30 до 40% (рис. 1, графики 2). Доза СА при этом составляла 8 мг/л, что на 20% ниже, чем доза СА в контрольных пробах.

При одноступенчатом перемешивании с $G=4 \cdot 10^4\text{ с}^{-1}$ имело место ухудшение качества фильтрата ($M_{\phi} > 0,29$ мг/л) вследствие образования после перемешивания воды с раствором СА значительного количества мелкодисперсных агломератов скоагулированных примесей.

При использовании коагулянта ПОХА с дозами 8 мг/л высокое качество очистки воды фильтрованием ($M_{\phi}=0,19-0,23$ мг/л) было также достигнуто при двух- и трехступенчатом высокоградиентном перемешивании, но во всем диапазоне изменения P_y (от 10 до 40%). В этом случае весовая экономия коагулянта, как и в предыдущей серии экспериментов составила 20% (рис. 2, графики 2).

При совместном использовании коагулянта СА и ПОХА мутность фильтрата, меньшая по сравнению с мутностью воды в контрольной пробе,

также была получена при двух- и трехступенчатом перемешивании вспомогательного объема исходной воды, равного от 300 до 400 мл (см. рис. 3, графики 2). Доза коагулянта СА при этом была равна $D_1=6$ мг/л, а доза ПОХА $D_2=1,5$ мг/л. Таким образом, весовая экономия коагулянтов СА и ПОХА при их совместном использовании составила 25% по сравнению с дозой СА, взятой для обработки контрольной пробы.

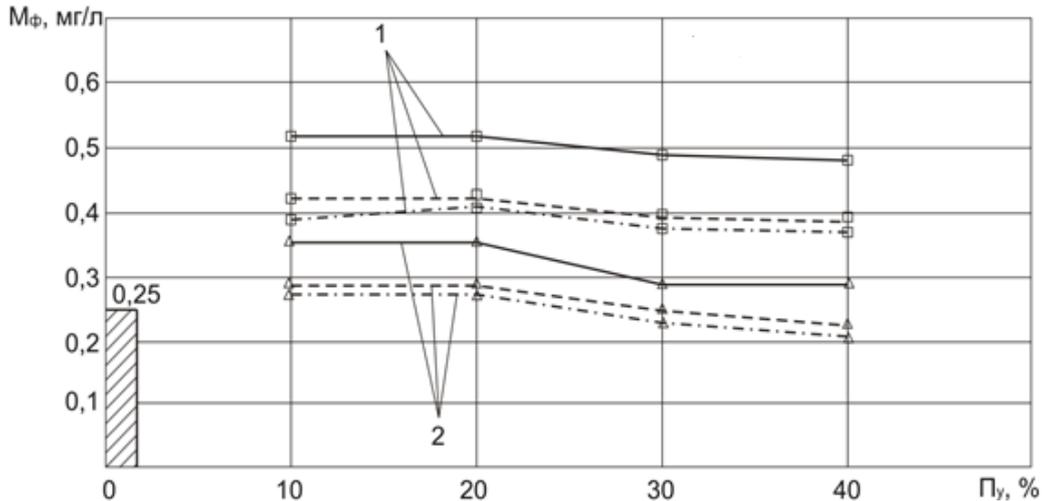


Рисунок 1 – Зависимости мутности фильтрата от относительного объема воды, обработанной СА в лабораторной установке для доз СА по товарному продукту:

1 – 7,0 мг/л; 2 – 8,0 мг/л: — — — — — при $G_1=4,0 \cdot 10^4 \text{ с}^{-1}$; - - - - - при $G_1=3,2 \cdot 10^4 \text{ с}^{-1}$ и $G_2=1,0 \cdot 10^4 \text{ с}^{-1}$; - · - · - при $G_1=2,5 \cdot 10^4 \text{ с}^{-1}$, $G_2=1,6 \cdot 10^4 \text{ с}^{-1}$, $G_3=0,8 \cdot 10^4 \text{ с}^{-1}$;
 – контрольная проба при $D_k=10,0$ мг/л (СА)

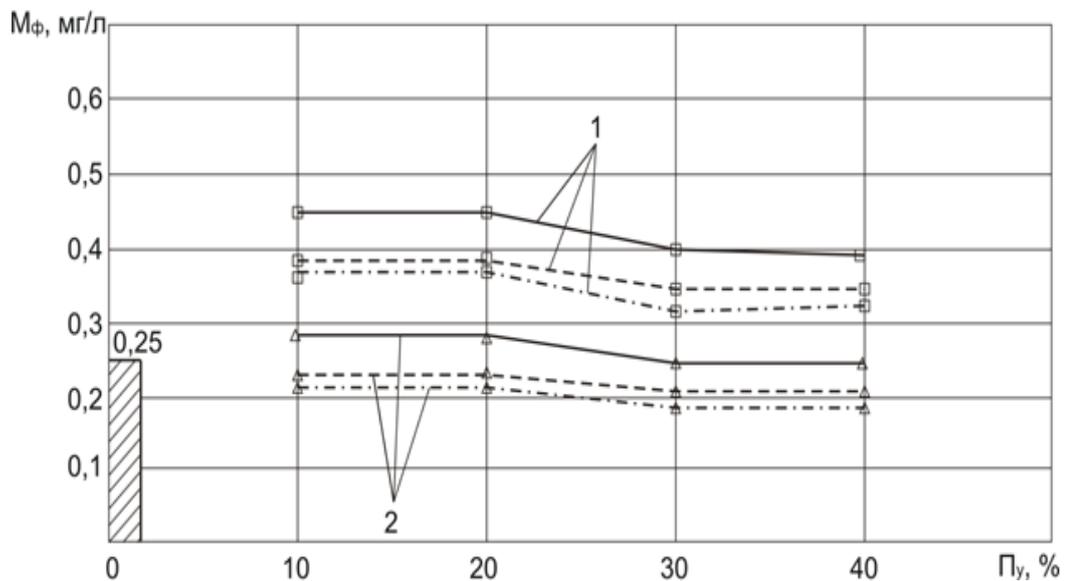


Рисунок 2 – Зависимости мутности фильтрата от относительного объема воды, обработанной ПОХА в лабораторной установке для доз ПОХА по товарному продукту:

1 – 7,0 мг/л; 2 – 8,0 мг/л: — — — — — при $G_1=4,0 \cdot 10^4 \text{ с}^{-1}$;
 - - - - - при $G_1=3,2 \cdot 10^4 \text{ с}^{-1}$ и $G_2=1,0 \cdot 10^4 \text{ с}^{-1}$; - · - · - при $G_1=2,5 \cdot 10^4 \text{ с}^{-1}$,
 $G_2=1,6 \cdot 10^4 \text{ с}^{-1}$, $G_3=0,8 \cdot 10^4 \text{ с}^{-1}$;  – контрольная проба при $D_k=10,0$ мг/л (СА)

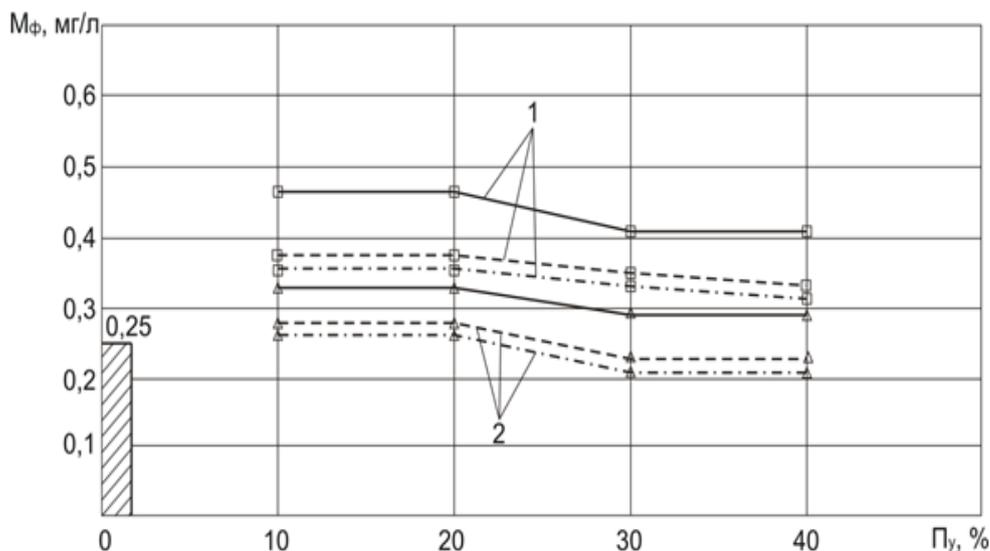


Рисунок 3 – Зависимости мутности фильтра от относительного объема воды, обработанной СА и ПОХА для доз СА (D_1) и ПОХА (D_2) по товарному продукту: 1 – $D_1=5,0$ мг/л, $D_2=2,0$ мг/л; 2 – $D_1=6,0$ мг/л, $D_2=1,5$ мг/л: — при $G_1=4,0 \cdot 10^4$ с⁻¹; - - - - при $G_1=3,2 \cdot 10^4$ с⁻¹ и $G_2=1,0 \cdot 10^4$ с⁻¹; - · - · - при $G_1=2,5 \cdot 10^4$ с⁻¹, $G_2=1,6 \cdot 10^4$ с⁻¹, $G_3=0,8 \cdot 10^4$ с⁻¹; ▨ – контрольная проба при $D_k=10,0$ мг/л (СА)

Полученные экспериментальные результаты позволяют сделать вывод о перспективности дальнейших исследований метода концентрированного коагулирования с высокоградиентным перемешиванием и использованием для обработки речной воды смесевых алюмосодержащих коагулянтов.

Список литературы

1. Драгинский В.Л., Коагуляция в технологии очистки природных и сточных вод / В.Л. Драгинский, А.П. Алексеева, С.В. Гетманцев. – М.: Научное издание, 2005. – 576 с.

УДК 629.3.083

К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

К.А. Бурцев, аспирант

И.В. Поздов, студент группы 19ЭТМК1м

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, Пенза

Для автотранспортного предприятия (АТП) большое значение имеет сокращение затрат на приобретение автомобилей и поддержание их в технически исправном состоянии. Не менее важно определение момента, когда автомобиль экономически выгоднее заменить, чем эксплуатировать. Для решения вопроса нахождения момента автор методики определения сроков замены автомобиля на основе оценки его эксплуатационной

надежности предлагает подробно рассмотреть годовые переменные эксплуатационные затраты C_3 . Они определяются с учетом параметра «поток отказов». Также необходимо знать первоначальную стоимость C_0 и изменение остаточной стоимости $C_{ост}$ автомобиля в зависимости от возраста [1].

В дальнейшем В.С. Дынченков указывает, что изменение общих затрат на эксплуатацию подвижного состава с течением наработки происходит по экспоненциальному закону. В данной методике не учитывается изменение эффективности эксплуатации подвижного состава, неотъемлемой частью которой является определение прибыли.

Широко известно, что с наработкой не только увеличиваются затраты на поддержание автомобилей, но и падает прибыль, которую они приносят. В итоге в случае невысоких эксплуатационных затрат возможно низкое значение эффективности. В результате в данной методике по указанной стратегии будет резкий скачок затрат без учета повышения прибыли. Ограничением рассматриваемой методики является период эксплуатации в размере 5 лет. В условиях многих АТП эффективность применения подвижного состава не падает так интенсивно, почему автомобили не стареют так быстро, что затраты на эксплуатацию могут сравняться со стоимостью новых автомобилей. Открытым вопросом остается процесс определения остаточной стоимости подвижного состава. Если данная величина рассчитывается относительно тех же 5 лет эксплуатации, то очевидна низкая эффективность способа.

Учеными из Вологды был выполнен анализ экономически эффективной периодичности замены автобусов, эксплуатируемых на территории РФ [2]. Также были определены расчеты эффективности каждой отдельной модели подвижного состава. Для определения необходимо знать, как изменяются транспортная работа и затраты по годам. Сложным вопросом является определение коэффициента дисконтирования d , т.к. зачастую при приобретении автобусов применяется как внешнее финансирование, так и лизинг, чаще вместе, со сложной системой подсчета. K_{nn} , который оценивает привлекательность, также, может сильно варьироваться в зависимости от предпочтений пользователя. В результате проделанной работы было установлено, не всегда автобус иностранного производства более эффективен, чем отечественный. На примере автобуса ЛиАЗ – 5256 с двигателем Катерпиллер и коробкой передач Цанрадфабрик (модификация ЛиАЗ – 5256.25) делает его дороже на 17% в эксплуатации по сравнению с другим аналогом с двигателем КАМАЗ 740 и коробкой Фойт (ЛиАЗ 5256.40). Это происходит потому, что существует проблема с распространением обслуживания первых систем, а со вторыми восстановление работоспособности возможно на каждом втором предприятии сервисного обслуживания. Однако приведен пример применения автомобилей Мерседес Бенц Т-О35 поставки 96 – 97 годов,

IV Национальная научно-практическая конференция «АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ НАУКИ И ПРАКТИКИ В РАЗЛИЧНЫХ ОТРАСЛЯХ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА»

которые имели довольно низкую надежность, даже по сравнению с отечественными автобусами. Однако, общая их эффективность была высокой, т.к. обслуживающий сервис выполнял свою работу качественно и оперативно.

В работе другого ученого – исследователя представлено изменение годовых пробегов в зависимости от общих пробегов самосвалов КАМАЗ – 55111 [3]. В течение эксплуатации подвижного состава рассмотренного предприятия значение годового пробега падает на менее чем 6 %. Этот показатель непосредственно оценивает скорость старения автомобилей. Данная организация придерживается стратегии сохранения среднего возраста подвижного состава, почему и выполняет замену автомобилей после 3-х лет интенсивной эксплуатации. В течение этого интервала времени автомобили имеют пробеги около 300-350 тыс. км. Как видно из полученной зависимости, данная величина изменяется за все время на 23%, причем основная интенсивность роста значения происходит на пробеге в первые 200 тыс. км.

Выполнено другое исследование определения эффективного ресурса автомобилей во Владимире [4]. Оценивались автобусы большой вместимости MAN SL-202. Особенностью является большой пробег автомобилей на начало исследования (700-800 тыс. км), причем за пределами РФ. По результату проведенного анализа диаграммы общих значений прибыли и затрат на эксплуатацию данных автобусов видно, что подвижной состав стабильно приносит прибыль предприятию в течение 700 тыс. км, после чего стоимость ремонта превышает результаты их деятельности, а значит, последующая их эксплуатация убыточна. Продолжение функционирования данных автомобилей нецелесообразно.

Ранее эффективность различных вариантов инженерных решений оценивалась по величине народнохозяйственного экономического эффекта – комплексному показателю эффективности, учитывающему себестоимость реализации вариантов:

$$\mathcal{E}_{\text{нх}} = (C_1 + E_n K_1) - (C_2 + E_n K_2) \quad (1)$$

где C_1, C_2 - текущие годовые производственные издержки по 1-му и 2-му вариантам, руб.;

K_1, K_2 – капитальные вложения по вариантам, руб.;

E_n – коэффициент приведения капитальных вложений по вариантам к текущим годовым производственным издержкам.

Затем эффективность эксплуатации автомобилей предлагалась оценивать по значению составляющих себестоимости. Наиболее актуальным является предложенный технико-экономический показатель – приведенные удельные затраты на перевозку Z_n , которые определяются по формуле:

$$Z_n = \frac{C_2 + 0,1(K + 0,1(C_a + C_n))100}{W_2} \quad (2)$$

где C_3 – себестоимость эксплуатации, руб.;
 K – капитальные затраты, руб.;
 C_a – ликвидная стоимость автомобиля, руб.;
 C_n – ликвидная стоимость прицепа, руб.;
 W_2 – годовая производительность автомобиля, руб.

Важной особенностью формулы (2) является учет не только стоимости капитальных вложений, а также производительности автомобиля, но и ликвидной стоимости автомобиля.

А.Х. Фасхиевым предложено использовать целевую функцию, которая характеризует значение прибыли эксплуатирующего автомобиль субъекта, а также рыночное значение стоимости автомобиля с учетом спроса и эксплуатационных затрат:

$$P_{pi} = (C_i - S_i - E_H \frac{K_{pi}}{N_{zodi}}) N_{zodi} \rightarrow \max \quad (3)$$

где C_i – рыночная цена по которой может быть реализован автомобиль i -го варианта, руб./шт.;

S_i – себестоимость i -го варианта автомобиля (с учетом затрат на реализацию), руб./шт.;

E_H – коэффициент экономической эффективности фирмы, эквивалентный таким величинам как стоимость капитала, ставка дисконтирования и т.п. и рассчитываемый индивидуально для конкретного проекта;

N_{zodi} – годовой объем реализации i -го варианта автомобиля, определяемый на основе маркетинговых исследований.

Работу по оценке удельных затрат на эксплуатацию провели ученые МАДИ. Рассматривались автомобили иностранного производства Mercedes и DAF также с начальными пробегами, в районе 400 тыс. км. Установлено, что, что за пробег в 450 тыс. км значение удельных затрат на поддержание работоспособного состояния увеличивается на 160% и 105% соответственно в группах автомобилей Mercedes и DAF.

По полученным результатам также можно оценить, как состояние подвижного состава, так и интенсивность потери его эффективности. Т.к. две марки автомобилей, в работе, эксплуатировались в условиях одного предприятия, можно оценить, на сколько менее надежен (или дорог) автомобиль Mercedes по отношению к DAF. Следует заметить, что состояние первой группы более стабильное, чем второй, хотя и затратнее. Потому выполнять планирование будет легче для автомобилей Mercedes.

Не менее важным вопросом, как указывалось ранее, является определение эффективности групп автомобилей, т.к. без этого значения их сравнение не однозначно. Стоит напомнить, что целью любого АТП является получение прибыли, а не подсчет затрат на эксплуатацию. Даже при высоких значениях удельных затрат на эксплуатацию можно

добиваться еще более высоких показателей, характеризующих эффективность эксплуатации подвижного состава [5].

По результатам проведенного анализа установлено, что выбор показателей эффективности эксплуатации конкретными исследователями во многом осуществляется в зависимости от решаемых ими задач.

Список литературы

1. Дынченков, В.С. *Определение сроков замены автомобиля на основе оценки его эксплуатационной надежности / Автомобильная промышленность, 2010. - № 9. - С. 28-32.*
2. Дажин, В.Г. *Российский автобус: цена и качество // Автомобильная промышленность, 2004. - № 6. - С. 1-3.*
3. Курганов, В.М. *Как повысить КТГ автопарка / В.М. Курганов, М.В. Грязнов // Мир транспорта, 2011. - № 3. - С. 106-117.*
4. Аринин, И.Н. *Управление ресурсом городских автобусов в региональных условиях / И.Н. Аринин, А.Г. Кириллов, А.Н. Иголкин // Автотранспортное предприятие, 2011. - № 2. - С. 32-35.*
5. Родионов, Ю.В. *Выбор рационального парка грузовых автомобилей / Ю.В. Родионов, М.Ю. Обшивалкин. – Пенза: ПГУАС, 2014. – 176 с.*

УДК 624.131.8

ДВА ВАРИАНТА ФУНДАМЕНТОВ ДЕВЯТИЭТАЖНОГО ЖИЛОГО ДОМА В Г. ТАМБОВЕ

М.В. Глухова, старший преподаватель кафедры геотехники и дорожного строительства

Д.А. Фатеев, студент 4 курса направления 08.03.01 Строительство

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, Пенза

Выбор оптимального вида фундаментов для здания производится по результатам сравнения технико-экономических показателей нескольких вариантов. При проектировании фундаментов учитываются особенности надземной части здания, а также инженерно-геологические условия площадки строительства.

В качестве примера рассмотрен девятиэтажный односекционный жилой дом размерами в плане 20,6×29,4 м. Здание кирпичное с конструктивной схемой в виде продольных и поперечных несущих стен разной толщины – 0,38, 0,51 м, 0,77 м. Стены подвала высотой 2,4 м сложены фундаментными блоками.

Сбор вертикальных нагрузок от надземной части на фундамент ведется для четырех характерных участков: торцевые стены, а также стены средних осей в разных направлениях. Для каждого участка определены грузовые площади и введены обозначения А1, А2, А3, А4 (рис. 1).

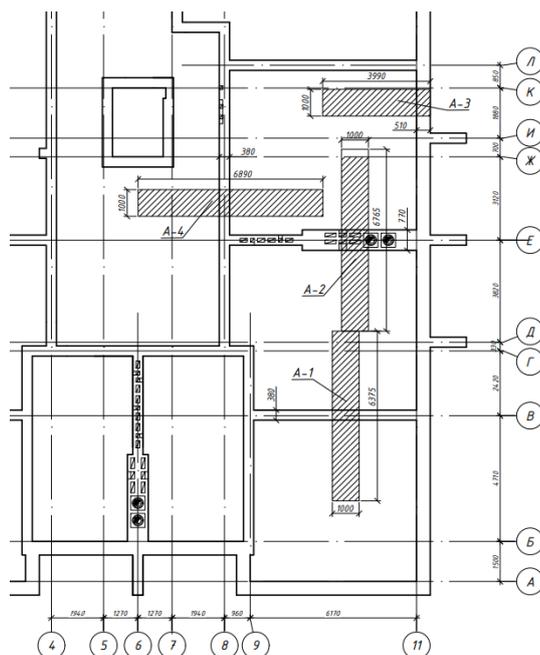


Рисунок 1 – План-схема этажа с выделенными грузовыми площадями характерных участков для сбора нагрузок

Расчет конструкций и грунтового основания по несущей способности ведется для расчетных нагрузок N_i , определяемых с учетом соответствующих коэффициентов перегрузки по СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия». Нагрузки N_{II} для расчета конструкций и основания по деформациям принимаются с коэффициентом перегрузки равным единице. С учетом всех постоянных, длительных, полезной, а также снеговой нагрузок составлена таблица 1 результата сбора нагрузок.

Таблица 1

Сбор нагрузок

Участок	N_{II}	N_i
	кН/м.п.	
A1	372	423
A2	464	523
A3	419	471
A4	502	575

Площадка строительства находится в г. Тамбове. Инженерно-геологический разрез представлен следующим напластованием грунтов:

ИГЭ – 1 почвенно-растительный слой мощностью 0,8 м;

ИГЭ – 2 глина тугопластичная – 3,5 м;

ИГЭ – 3 суглинок полутвердый – 6,0 м;

ИГЭ – 4 песок крупный – 10,0 м.

Физико-механические характеристики слоев грунта указаны в таблице 2.

IV Национальная научно-практическая конференция «АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ НАУКИ И ПРАКТИКИ В РАЗЛИЧНЫХ ОТРАСЛЯХ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА»

Анализ инженерно-геологических условий площадки строительства и конструктивных особенностей здания позволяют рассмотреть следующие виды фундаментов:

- фундаменты мелкого заложения на естественном основании в виде лент под стены здания;
- свайный фундамент в виде призматических свай 30×30 см.

Таблица 2

Физико-механические характеристики грунтов основания

Наименование грунта	γ , кН/м ³	γ_s , кН/м ³	γ_d , кН/м ³	W, %	W _l , %	W _p , %	I _p	I _l	e	S _r	φ , °	C, кПа	E, МПа
Почвенно-растительный слой	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Глина	18,2	27,0	13,5	35	46	28	18,0	0,39	1,00	0,9	14	15	15,0
Суглинок	19,0	26,6	15,0	27	36	20	16,0	0,24	0,78	0,9	16	15	15,0
Песок крупный	18,6	26,4	14,8	26	-	-	-	-	0,79	0,8	36	-	26,0

Расчет и проектирование ленточных фундаментов

Основанием ленточных фундаментов служит слой ИГЭ – 2 глина тугопластичная со значительными прочностными и деформативными характеристиками: удельное сцепление $c = 15,0$ кПа, угол внутреннего трения $\varphi = 14^\circ$, модуль деформации $E = 15,0$ МПа.

Наличие подвала позволяет «пройти» глубину промерзания равную 1,2 м для района строительства и расположить подошву фундамента ниже на глубине 1,94 м (рис. 2).

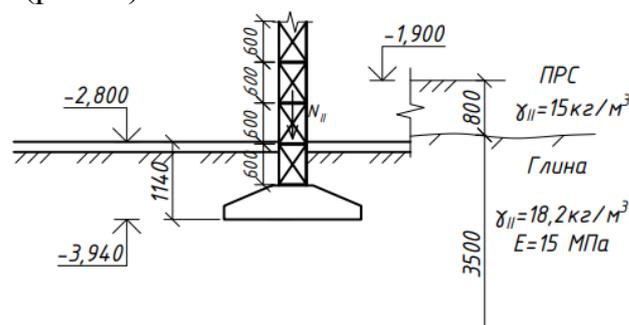


Рисунок 2 – Расчетная схема к подбору размеров ленточных фундаментов

Ширина подошвы фундамента подбирается из условия, что давление под подошвой меньше расчетного сопротивления грунта:

$$P = \frac{N_{II} + Q_{ф.гр.}}{A} \leq R, \quad (1)$$

где N_{II} – нагрузка на фундамент, кН/м.п.;

$Q_{ф.гр.}$ – вес фундамента и грунта на обрезах фундамента, кН/м.п.:

$$Q_{\text{ф.гр.}} = h_I \cdot A \cdot \gamma_b \quad 2)$$

где h_I – толщина слоя грунта со стороны подвала, $h_I = 1,14$ м;

γ_b – осредненный удельный вес железобетона и грунта на обрезах фундамента, $\gamma_b = 20$ кН/м³;

A – площадь подошвы фундамента, в рассматриваемом случае $A = b \times 1$ м.п.;

R – расчетное сопротивление грунта. Для зданий с подвалом находится по известной формуле СП 22.13330.2016 «Основания зданий и сооружений»:

$$R = \frac{\gamma_{c1} \cdot \gamma_{c2}}{k} (M_\gamma \cdot b \cdot k_z \cdot \gamma_{II} + M_q \cdot d_I \cdot \gamma'_{II} + (M_q - 1) \cdot d_b \cdot \gamma'_{II} + M_c \cdot c_{II}) \quad (3)$$

На примере самого нагруженного фундамента участка А4 определяем давление под подошвой фундамента и расчетное сопротивление грунта.

При ширине подошвы фундамента $b = 3,2$ м и с учетом характеристик грунта из табл. 2 расчетное сопротивление грунта составляет:

$$R = \frac{1,2 \cdot 1,1}{1} (0,29 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 18,2 + 2,17 \cdot 1,14 \cdot 18 + (2,17 - 1) \cdot 0,9 \cdot 18 + 4,69 \cdot 15) = 190,6 \text{ кПа};$$

Вес фундамента и грунта на обрезах фундамента:

$$Q_{\text{ф.гр.}} = 1,14 \times 3,2 \times 20,0 = 73,0 \text{ кН/м.п.}$$

Тогда давление под подошвой фундамента:

$$P = (502,0 + 73,0) / 3,2 = 180,0 \text{ кПа} < R = 190,6 \text{ кПа.}$$

Условие подбора размера подошвы фундамента выполняется. Указанное позволяет приступить к расчету фундамента по деформациям в линейной постановке (рис. 3).

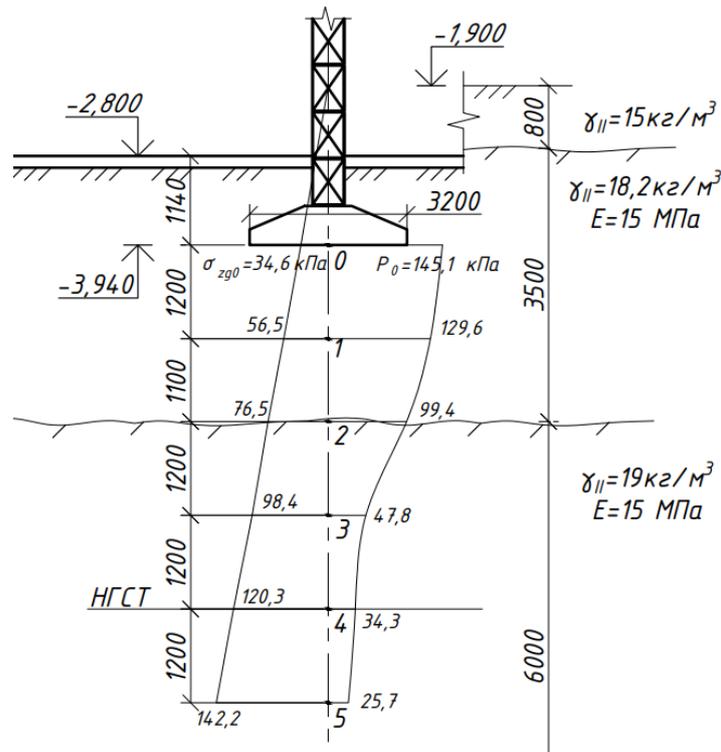


Рисунок 3 – Расчетная схема осадки ленточного фундамента

Осадка определяется с использованием расчетной схемы грунтового основания в виде линейно-деформируемого полупространства. В пределах сжимаемой толщи осадка определяется методом послойного суммирования и равна $S = 2,3$ м, что значительно меньше расчетно-допустимого значения осадки для зданий бескаркасных с несущими стенами из кирпичной кладки без армирования $S_u = 12$ см.

Окончательно принимаем под центральные стены по цифровым осям фундамент шириной 3,2 м.

Размеры подошвы фундаментов приняты из ГОСТ 13580-85 «Плиты железобетонные ленточных фундаментов». Для участка А1 приняты фундаментные плиты шириной 2,4 м типоразмера и маркировки ФЛ24.30-1; для участков А2 и А3 – шириной 2,8 м и маркировки ФЛ28.24-1; для участка А4 – шириной 3,2 м и маркировки ФЛ32.12-1.

Расчет и проектирование забивных свай

Выбор длины сваи производится на основе анализа свойств грунтов основания и характера напластования слоев. В качестве несущего выбран слой ИГЭ – 3 суглинок полутвердый с показателем текучести $I_L = 0,24$. Принимаем призматическую сваю С8 – 30 сечением 30×30 см длиной 8 м (рис. 4). Устройство свай ведется забивкой дизель-молотом.

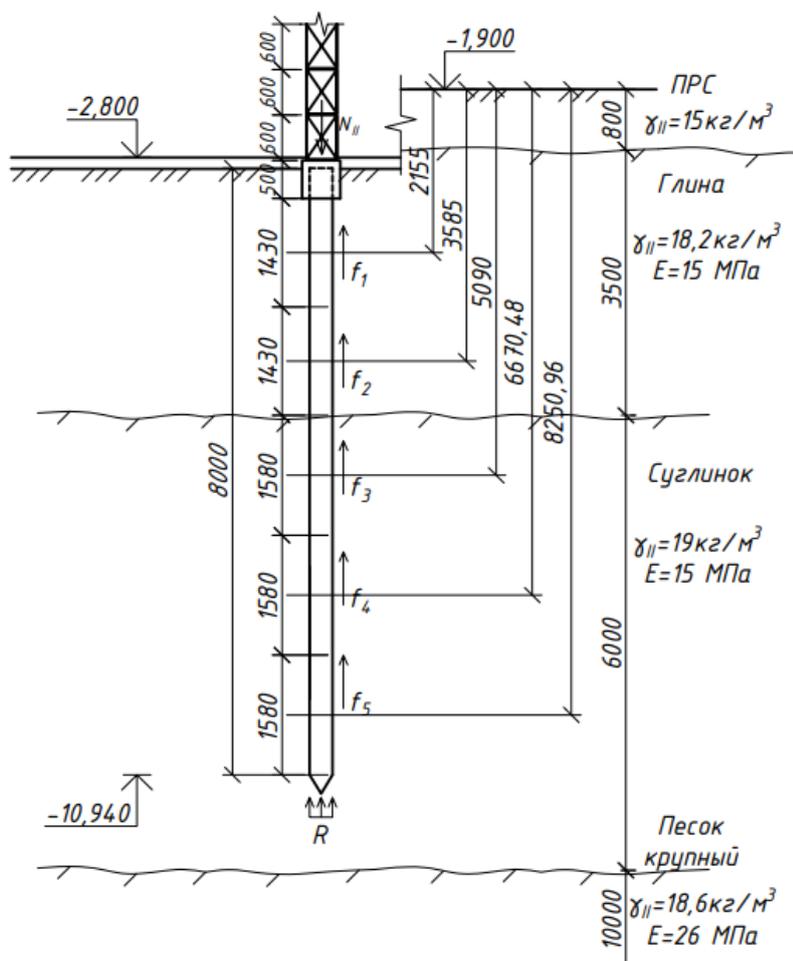


Рисунок 4 – Расчетная схема сваи

При определении несущей способности свай учитывается расчетное сопротивление грунта под острием $R = 4067$ кПа и вдоль боковой поверхности f_i по таблицам СП 24.13330.2011 «Свайные фундаменты».

Несущая способность свай находится по формуле:

$$F_d = \gamma_c (RA\gamma_{CR} + U\sum f_i h_i \gamma_{cf}), \quad (4)$$

где γ_c – коэффициент условий работы свай в грунте, принимаемый равным 1;

γ_{CR} , γ_{cf} – коэффициенты условий работы свай под острием и вдоль боковой поверхности свай с учетом влияния способа погружения свай, $\gamma_{CR} = \gamma_{cf} = 1$.

A – площадь опирания свай на грунт, $0,3 \times 0,3 = 0,09$ м²;

U – наружный периметр поперечного сечения ствола свай, $0,3 \times 4 = 1,2$ м²;

h_i – толщина i -ого слоя грунта, соприкасающегося с боковой поверхностью, м.

Тогда несущая способность свай:

$$F_d = 1 (4067 \cdot 0,09 \cdot 1 + 1,2 (1,43 \cdot 22,5 + 1,43 \cdot 27,2 + 1,58 \cdot 49,8 + 1,58 \cdot 52,7 + 1,58 \cdot 55,1)) = 750,2 \text{ кН.}$$

При определении несущей способности свай расчетным методом расчетно-допускаемая нагрузка на сваю составит:

$$N_{рд} = F_d / \gamma_n = 750,2 / (1 \times 1,4) = 535,8 \text{ кН.}$$

Под стены здания сваи расставляются в ряд с шагом в пределах $3d < c < 6d$ и объединяются ростверком высотой $h_{р-ка} = 0,5$ м, шириной $b_{р-ка} = 0,5$ м. Вес ростверка $Q_{р-ка} = 0,5 \times 0,5 \times 25 = 6,25$ кН/м.п.

Определяем шаг свай под стены из выражения:

$$c \geq N_{рд} / (N_I + Q_{р-ка}) = 535,8 / (575,0 + 6,25) = 0,9 \text{ м.}$$

Посчитанные нагрузки от стен позволяют варьировать шаг свай от 0,9 до 1,2 м в зависимости от участка здания (рис. 5). Общее количество свай под здание составило 250 шт.

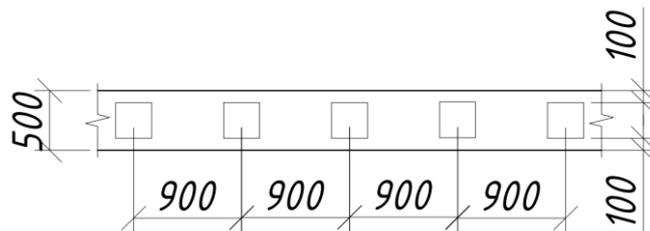


Рисунок 5 – Схема расположения свай в характерных сечениях

По результатам расчетов двух вариантов фундаментов подобраны размеры ленточных фундаментов, длина и количество призматических свай.

При укрупненном расчете сметной стоимости устройства ленточного фундамента учитываются земляные работы по отрывке котлована с обратной засыпкой от пола подвала до подошвы фундамента, устройство сборных фундаментов из блоков и фундаментных плит, включая стоимость

строительных материалов. Сметная стоимость варианта составляет 4 400,0 тыс. руб.

При определении стоимости варианта из свайных фундаментов учитываются земляные работы по отрывке котлована с обратной засыпкой от пола подвала до низа ростверков, забивка свай дизель-молотом, устройство монолитного ростверка, включая стоимость строительных материалов. Сметная стоимость составляет 3 600,0 тыс. руб.

Разработка второго варианта фундамента из призматических свай позволила снизить стоимость работ нулевого цикла на 20% по сравнению с вариантом фундаментов мелкого заложения.

УДК 691.4

САМОУПРОЧАЮЩИЕСЯ ПОЛИМЕРНЫЕ КРИОГЕЛИ С ТЕХНИЧЕСКИМ УГЛЕРОДОМ В КАЧЕСТВЕ НЕРАСТВОРИМОГО НАПОЛНИТЕЛЯ

С.А. Дудникова, начальник проектно-конструкторского бюро технического отдела

Сосногорский газоперерабатывающий завод филиал ООО «Газпром переработка», Сосногорск, Республика Коми

В.Ю. Дудников, заведующий кафедрой экологии, землеустройства и природопользования

Ухтинский государственный технический университет, Ухта, Республика Коми

Известно, что в настоящее время для решения проблемы отходов, особенно для отдаленных и труднодоступных районов, в которых невелика вероятность организации полноценных мусоросортировочных комплексов, активно внедряется термодеструкция как способ утилизации мусора. По этой теме не утихают споры экологов и операторов по обращению с твердыми коммунальными отходами, однако, когда речь идет об использовании отечественного метода плазменной утилизации мусора, специалистами экологами поддерживается внедрение установок, в которых нет горения, а мусор подвергается газификации ионизованным газом температурой в несколько тысяч градусов. При такой температуре в зоне реактора не образуется вредный газ (нет горения и кислорода, поэтому нет условий для образования диоксинов, фуранов и пр.), отходы превращаются в золу, которую авторам видится перспективным использовать в качестве нерастворимого наполнителя самоупрочняющегося полимерного криогеля. В этой связи обращает на себя внимание исследование СО РАН по использованию в качестве наполнителя криогеля мелкодисперсного

технического углерода (марок П 145, 161, 245, 514 и N339) [1], прекурсоры композиционных криогелей которых содержали в своем составе 5% технического углерода, 5% поливинилового спирта и воду. Композиционные криогели синтезировали в процессе «криогенной» обработки полученных гидрогелей в криостате, контролируя температуру и скорость. Опыты показали, что композиционные криогели поливинилового спирта (ПВС), содержащие в своем составе технический углерод обладают «улучшенными эксплуатационными характеристиками, а именно, повышенной прочностью и гидрофобностью, которые, в свою очередь, зависят от морфологии технического углерода и функционального покрова его поверхности».

Вывод о том, что морфологические параметры технического углерода оказывают сильное влияние на прочностные характеристики углеродных суспензий, позволяет рассчитывать, что продолжение исследований с некоторыми уникальными марками техуглерода, выпускаемыми Сосногорским ГПЗ могут дать достаточно интересный результат, а беспрецедентно высокий рН водной вытяжки, например, печной сажи также «сыграет» свою роль в экспериментах. Эксперименты, объединяющие интересы уникального заводского производства по поиску новых направлений использования, сбыта своей продукции и исследователей, еще только предстоят, однако использованием технического углерода в качестве нерастворимого наполнителя криогеля получен материал нового состава и функциональных свойств.

Придание криогелям гидрофобности свидетельствует о перспективности применения его в качестве гидроизолирующего материала. Учитывая противифльтрационные свойства видится уместным его использование в качестве дополнительного барьера безопасности, например, при обустройстве различных природоохранных сооружений, предназначенных для сбора, обезвреживания и захоронения отходов. Композиционные криогели ПВС, содержащие технический углерод, могут быть рекомендованы для строительства противифльтрационных элементов гидротехнических сооружений и решения актуальнейшей проблемы современности в области мелиорации – большие потери воды из каналов и водоемов, 90% из которых происходят вследствие фильтрации из оросительной сети. Актуальность рекомендации подтверждается анализом «свежих» изданий по проблематике, который ожидаемо не выявил предложений по использованию криотропных композиций в качестве противифльтрационного мероприятия.

Однако, очевидно, что применение противифльтрационных устройств должно быть обосновано на основании технико-экономического сопоставления вариантов, однако, как минимум, в качестве дополнения к малонадежным (порывы и пр. нарушения целостности) пленочным

противофильтрационным устройствам использование нового материала будет более чем уместно.

Список литературы

1. Алтунина Л.К., Сваровская Л.И., Фуфаева М.С., Филатов Д.А., Овсянникова В.С. Криогели для защиты почв от дефляции и создание зеленого покрова // Северный регион: наука, образование, культура. – 2015. – Т. 2, № 2 (32). – С. 216–221.

УДК 698

ВЛИЯНИЕ ПРИСТЕННОГО КОНВЕКТИВНОГО ПОТОКА ОТ НАГРЕТОЙ ПОВЕРХНОСТИ ОТОПИТЕЛЬНОГО ПРИБОРА НА ЦИРКУЛЯЦИЮ ВОЗДУХА В ЗАЛЕ БОГОСЛУЖЕНИЯ ХРАМА СВЯТЫХ ПЕРВОВЕРХОВНЫХ АПОСТОЛОВ ПЕТРА И ПАВЛА

А.И. Еремкин, профессор, д-р техн. наук, зав. кафедрой теплогазоснабжения и вентиляции

В.А. Леонтьев, канд. техн. наук, доцент кафедры теплогазоснабжения и вентиляции

К.А. Петрова, магистрант

Н.С. Фильчакин, студент

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, Пенза

И.К. Пономарева, доцент, канд. экон. наук, доцент каф. «Бухгалтерский учет, налоги и аудит»

Пензенский государственный университет, Пенза

Обеспечение комфортных условий для прихожан и служащих, а также сохранности интерьера и убранства зала богослужения храма и собора достигается различными системами отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха. В храме Святых первоверховных апостолов Петра и Павла в г. Пенза применяется система водяного отопления, в качестве отопительных приборов установлены секционные алюминиевые и чугунные радиаторы вдоль наружных стен и под окнами. Большинство радиаторных узлов состоят из 25 и более секций. Воздухообмен в зале богослужения обеспечивается системой естественной вентиляции по схеме «снизу-вверх». Задача указанных систем климатизации, кроме создания комфортных условий, призвана сохранить в залах богослужения золочения, иконы, живопись, художественные росписи, фрески, произведения зодчества, имеющие культурную, художественную и историческую ценность.

Обследование ряда соборов и храмов в г. Пенза позволяют сделать вывод, что применяемые системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха в залах богослужения не справляются с поставленной задачей. Убранства залов в результате выделения при сгорании свечей копоти, сажи, дыма и влаги с годами приобретают неприглядный внешний вид. Восстановление культурных и художественных ценностей требует значительных финансовых и материальных затрат, а также приостановку проведения мероприятий богослужения.

В данной статье приводятся результаты исследований по воздействию восходящих загрязняющих тепловых потоков от отопительных приборов на состояние поверхностей внутренних стен, сводов, куполов и размещенных на данных поверхностях элементов убранства. На рисунке 1 показаны загрязнения поверхностей внутренних стен в зале богослужения в храме Святых первоверховных апостолов Петра и Павла в г. Пенза продуктами сгорания свечей в виде копоти, дыма, сажи и влаги.



Рисунок 1 – Общий вид загрязнения внутренней поверхности стены и икон над отопительным прибором

В зале богослужения храмов и соборов в период богослужения, как правило, установлены несколько десятков подсвечников с сотнями горящих свечей (рисунок 2).



Рисунок 2 – Подсвечники, установленные в зале богослужения Спасского кафедрального собора и храме Святых первоверховных апостолов Петра и Павла в г. Пенза

Выделяющиеся продукты от сгорания свечей перемещаются по объему зала богослужения за счет вентиляционного и естественного движения воздуха в сторону вытяжных вентиляционных отверстий и

восходящих конвективных потоков от нагретых поверхностей отопительных приборов и восходящих конвективных потоков за счет теплоты при сгорании свечей. Визуальный анализ движения конвективного потока от нагретой поверхности отопительного прибора в зале богослужения показан на рисунке 3.

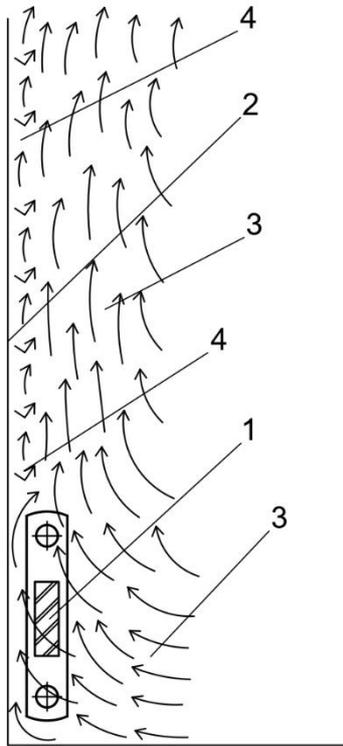


Рисунок 3 – Схема движения загрязненного воздуха в пристенном конвективном потоке от нагретой поверхности отопительного прибора: 1 – отопительный прибор; 2 – охлажденный конвективный поток; 3 – загрязненный воздух; 4 – нагретый пристенный загрязненный конвективный поток

Проведенный анализ показал, что нагретый и охлажденный конвективные потоки вдоль тепловоспринимающей внутренней поверхности стены движутся во взаимно противоположном направлении. Охлажденный поток направлен вниз, а нагретый – вверх, оказывая взаимное торможение скорости движения конвективных потоков.

Теплота от отопительного прибора передается прилегающим слоям воздуха, которые становятся менее плотными и вытесняются более плотной окружающей средой вверх. Загрязненный воздух из окружающего пространства достигает нагретой поверхности отопительного прибора, нагревается, увеличивается в объеме и вытесняется вверх более плотным окружающим воздухом. В результате загрязненный воздух скользит по внутренней поверхности стены и образуется постоянный восходящий загрязненный воздушный конвективный поток возле охлажденной внутренней поверхности наружной стены.

Совместное взаимодействие нагретых и охлажденных конвективных потоков определяет общий процесс циркуляции воздуха возле и над отопительными приборами, на поверхности стены и в целом в объеме зала богослужения. Благодаря циркуляции и постоянному подтеканию загрязненного окружающего воздуха (рисунок 3) из пространства помещения, восходящий конвективный поток захватывает пыль, копоть, сажу, дым, влагу и уносит вверх, налипая на вертикальную внутреннюю поверхность стен, икон, живописи, золочения и другое убранство.

Профиль изменения скорости движения воздуха в поперечном сечении восходящего пристенного конвективного потока от нагретой поверхности отопительного прибора приведен на рисунке 4.

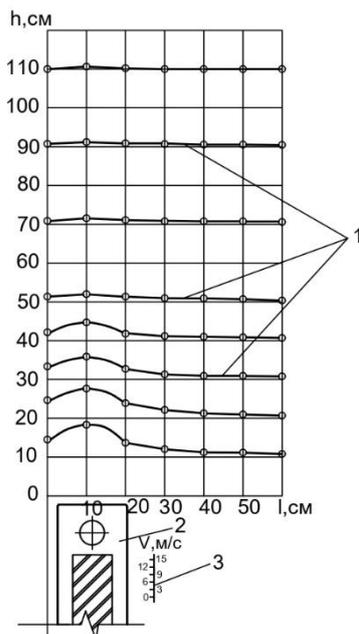


Рисунок 4 – Профиль изменения скорости воздуха в поперечном сечении пристенного восходящего конвективного потока от нагретой поверхности отопительного прибора: h – высота пристенного восходящего конвективного потока, см; l – расстояние от стены в сторону помещения, см; 1 – профиль изменения скорости, м/с; 2 – отопительный прибор (радиатор); 3 – масштаб скорости.

Из анализа профиля скорости в поперечном сечении пристенного потока следует, что скорость вблизи тепловоспринимающей поверхности стены ниже, чем в конвективном потоке над отопительным прибором. Это происходит за счет торможения двух взаимно встречных потоков, охлажденного на поверхности стены и нагретого в объеме конвективного потока. Значение скорости воздуха в начале возрастает до 18 м/с и затем, за счет присоединения воздуха из окружающей среды, снижается до 0,6 м/с. При этом прилегающий воздух поступает только со стороны помещения и в результате объем и толщина конвективного потока возрастают.

Установлено, что прилегающий воздух, поступающий в конвективный поток со стороны помещения, загрязнен сажей, дымом, влагой, копотью, пылью, настиляется на поверхности стен и убранства зала богослужения. И по мере удаления от стены скорость воздуха в конвективном потоке снижается до уровня окружающего воздуха в помещении. Профиль изменения температуры воздуха в поперечном сечении пристенного восходящего конвективного потока от нагретой поверхности отопительного прибора приводится на рисунке 5.

По тепловоспринимающей поверхности стены вертикально вверх направлен загрязненный нагретый конвективный поток с температурой до 20°C, затем, по мере удаления от стены, температура воздуха в потоке повышается и над отопительным прибором достигает до 24°C, при температуре на поверхности отопительного прибора 42,3°C.

Структура пристенного конвективного потока сложна, его толщина непрерывно возрастает за счет присоединения воздуха из окружающей среды помещения, при этом прилегающий воздух поступает только со стороны помещения с загрязнениями, копотью, сажей, дымом, влагой. В результате в поперечном сечении температура воздуха в конвективном потоке снижается до 19°C и достигает температуры воздуха в помещении. В результате совместного действия скорости и температуры воздуха

конвективный поток скользит по внутренней поверхности стен, на которых размещено убранство зала богослужения.

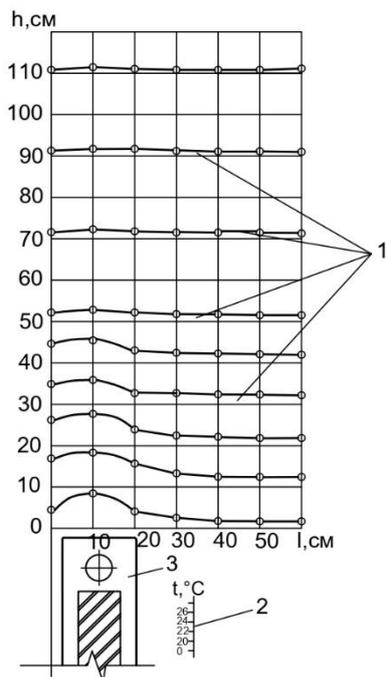


Рисунок 5 – Профиль изменения температуры воздуха в поперечном сечении пристенного восходящего конвективного потока от нагретой поверхности отопительного прибора: h – высота пристенного восходящего конвективного потока, см; l – расстояние от стены в сторону помещения, см; 1 – профиль изменения температуры, °C; 2 – масштаб температуры, °C; 3 – отопительный прибор (радиатор)

Проведенные авторами исследования показали, что элементы оформления интерьера зала становятся закопченными и имеют неприглядный внешний вид. В процессе эксплуатации периодически проводятся реставрационные работы и тратятся значительные средства. Экспериментально установлено, что в каждом поперечном сечении пристенного конвективного потока образуются профили скоростей и температуры с высокими параметрами, которые интенсифицируют движения загрязненного воздуха по внутренней поверхности стены и элементам убранства зала богослужения.

Для устранения негативного воздействия необходимо предусмотреть мероприятия, при которых важно перенаправить восхождение конвективного потока от поверхности стены во внутрь помещения к месту удаления воздуха из зала богослужения.

Список литературы

1. АВОК Стандарт – 2-2004. Храмы православные. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха: отраслевой стандарт: дата введения НП «АВОК» 09.06.04. – Москва: АВОК-ПРЕСС, 2004. – 14 с.
2. I. СП 31- 103 – 99. Здания, сооружения и комплексы православных храмов / Госстрой России. – М.: АХЦ «Арххраам», ГУП ЦПП, 2000.
3. Еремкин А.И., Пономарева И.К., Петрова К. Анализ использования гибридных систем создания и поддержания искусственного микроклимата в православных соборах и храмах // Образование и наука в современном мире. Инновации. – 2020. - № 4. – С. 158-167.
4. МДС 31-9.2003. Православные храмы. Т.2. Православные храмы и комплексы / Архитектурно-художественный центр Московской Патриархии; составитель М.Ю. Кеслер. – Москва: Технорматив, 2008. – 194с.
5. Чем дышат храмы? Благовест. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://blagovest/ru/blog/chem-dyshatphramy>, свободный – (01.03.2021).

УДК 721:699.86

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО ЗДАНИЯ

Е.В. Казакова, студентка магистратуры 2 курса

Т.В. Учинина, канд. экон. наук, доцент кафедры «Экспертиза и управление недвижимостью»

***Пензенский государственный университет архитектуры
и строительства, Пенза***

Энергоэффективность зданий – это новое понятие, включающее использование современных технологий, обеспечивающих максимальное использование энергии по низкой стоимости. Каждый элемент системы тесно взаимодействует и напрямую влияет на деятельность другого [1].

Энергоэффективность любого элемента будет зависеть от следующих условий: подходящего местоположения с учетом расположения здания относительно базовой точки и планировочных решений для данной территории. Экономичность такого дома заключается в сокращении условных коммунальных расходов – отопление, водоснабжение, канализацию и так далее [3].

В настоящее время проблема энергоэффективности жилых зданий является актуальной потому, что большинство существующих многоквартирных домов в России, и, в частности в Пензенской области, используют старые технологии, и материалы коммуникаций оставляют желать лучшего. Данная тема активно изучается, многие застройщики уже на стадии проектирования активно внедряют новые методы для повышения энергоэффективности будущих жилых домов, поэтому она нуждается в более тщательном исследовании.

Рассмотрим пример существующих энергоэффективных зданий в Европе. Современные зарубежные энергосберегающие здания - истинный символ достижений научной мысли, сочетающий в себе достижения многих авторов и ученых. Одним из главных символов и дизайнеров этого типа зданий является Норман Фостер, который спроектировал уникальные здания по всему миру. Его архитектура основана на принципе устойчивого развития среды человека. Когда ресурсы, потребляемые из окружающей среды, используются рационально, земля может быть защищена и сохранена для будущих поколений.

Одним из примеров успешной реализации является небоскреб Commerzbank высотой 254 метра и площадью 85 000 квадратных метров [2]. На рисунках 1 и 2 изображен фасад здания.

Энергоэффективность высотных коммерческих банков формируется за счет сочетания следующих факторов:

IV Национальная научно-практическая конференция «АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ НАУКИ И ПРАКТИКИ В РАЗЛИЧНЫХ ОТРАСЛЯХ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА»

- архитектурно-планировочная концепция: форма здания – треугольник, верх – круглая, стороны – выпуклые, а середина – атриум, входящий в систему внутренней вентиляции;
- охлаждающая теплопоглощающая краска со встроенным трубопроводом;
- энергосберегающее сантехническое оборудование.



Рисунок 1 – Внешний фасад



Рисунок 2 – Внутреннее озеленение

Следует отметить, что существуют некоторые практические методы, с помощью которых можно значительно сэкономить при использовании ресурсов при максимальной эффективности [5].

На рис. 3 показаны методы и способы снижения энергопотребления во время эксплуатации здания.



Рисунок 3 – Методы и приемы снижения энергозатрат

Одна из основных функций энергоэффективных зданий – соларизация жилых помещений. В основе этой функции лежит особое устройство дома, при котором солнечные лучи проникают в окна и выделяют много тепла,

Рассмотрим компоненты энергоэффективных зданий. Рассмотрим строительные материалы и конструкцию будущих новостроек еще на этапе проектирования. Диаграмма основных строительных материалов, показана на рис. 4.

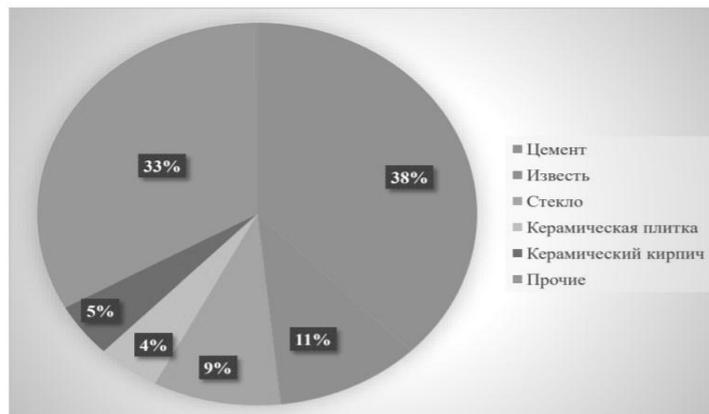
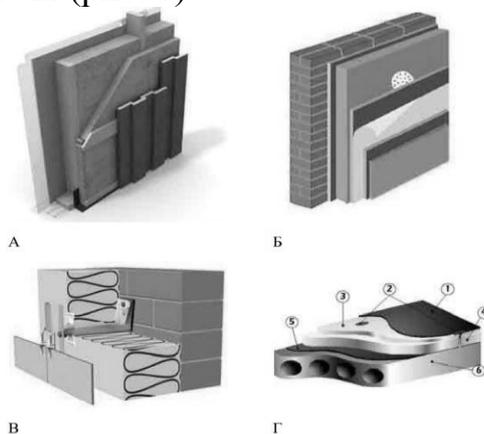


Рисунок 4 – Доли энергетических ресурсов на производство основных строительных материалов

Чтобы снизить потребление энергии зданием, необходимо увеличить тепловое сопротивление ограждающей конструкции. Этот метод достигается за счет использования многослойной конструкции и эффективного утеплителя (рис. 5).



- А – каркасная стена;
- Б – система наружного утепления со штукатурным покрытием;
- В – конструкция навесного вентилируемого фасада;
- Г – многослойная конструкция плоского покрытия с рулонной кровлей.

Рисунок 5 – Многослойные строительные конструкции

В настоящее время разработаны специальные высокоэффективные стеклопакеты, позволяющие увеличить коэффициент сопротивления теплопередачи до и более 2. Стекло может иметь мягкое или твердое покрытие (рис. 6).

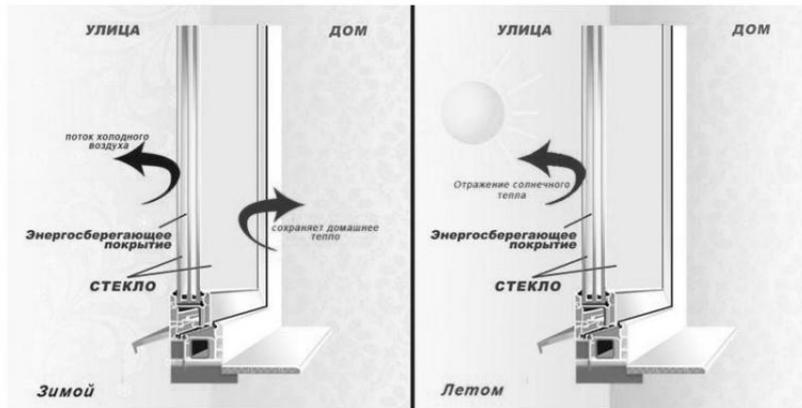


Рисунок 6 – Принцип работы энергосберегающего стеклопакета

В зданиях, которые построены с правильным размещением относительно сторон света, предусмотрено «пассивное солнечное отопление», которое может снизить расходы на отопление. Солнечная энергия может обеспечивать теплом от 20% до 60% зданий независимо от климата [4].

Одним из инженерных методов повышения энергоэффективности зданий является использование тепловых насосов. Тепловой насос – это устройство, используемое для передачи тепловой энергии от низкого уровня (низкая температура) носителям с более высокими температурами (теплоноситель). В термодинамике тепловые насосы подобны холодильным машинам.

Конденсатор – это теплообменник, который вырабатывает тепло для носителей, а испаритель – это теплообменник, который использует низкоуровневое тепло: вторичную энергию и (или) возобновляемые источники энергии. Принцип работы теплового насоса показан на рис. 7.

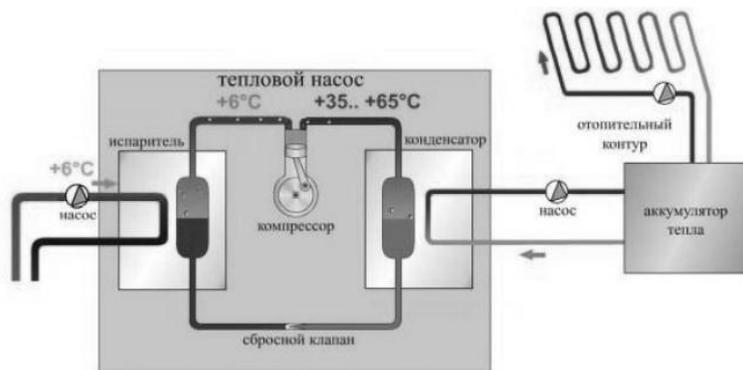


Рисунок 7 – Принцип работы теплового насоса

Перспективными способами экономии энергии являются:

- применения ветровой энергии за счет ветряных турбин;
- солнечная энергия, получаемая на южном фасаде или крыше здания;

– водные ресурсы.

Лучшее место для установки ветряных турбин – это районы, подверженные сильным ветрам и постоянным течениям. «Топливо» солнечных панелей - это огромный солнечный свет, и он не ограничен.

Преимуществами солнечных батарей являются их долговечность (30 лет и более), и они не требуют постоянного обслуживания. На ветряные турбины приходится около 10-15% от общего энергопотребления зданий. Вместе с солнечными электростанциями они могут снизить потребление энергии на 20-30%.

Еще один способ экономии ресурсов – минимальное потребление воды. Меры по сбережению воды, относящиеся к многоэтажным зданиям, включают сбор дождевой воды, вторичное использование «серы» (после использования в душевых и ваннных комнатах) и морской воды для смыва туалетов, что улучшит экологическую санитарию [6].

Проанализируем цены за коммунальные услуги по Пензенской области для того чтобы предположить, на сколько будет снижение тарифов при использовании энергоэффективных домов.

Таблица 1

Данные за коммунальные услуги по Пензенской области с 2018 по 2020 гг.

Коммунальные услуги	2018	2019	2020
Водоснабжение холодное, руб.	24,17	25,18	26,34
Водоотведение, руб.	15,65	16,73	17,32
Техническая вода, руб.	3,87	4,25	4,74
Горячее водоснабжение, руб.	133,40	143,13	148,577
Отопление, руб.	1525,07	1638,48	1674,36
Газ сетевой, руб.	5,21	5,6	5,935
Электроэнергия, руб.	3,27	3,37	3.63

Таблица 2

Данные за коммунальные услуги ЖК «Аристократ»

Наименование услуги	Размер платы, руб.
Содержание и ремонт помещения + доп.услуги+водоснабжение	1144,84
Отопление	638,96
Водоотведение	206,77
Электричество	150,45
Итого	2141,02

Общая средняя цена по г. Пенза за коммунальные услуги (водоснабжение, водоотведение, электроснабжение, капитальный ремонт и др.) в не энергоэффективном многоквартирном кирпичном доме за

IV Национальная научно-практическая конференция «АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ НАУКИ И ПРАКТИКИ В РАЗЛИЧНЫХ ОТРАСЛЯХ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА»

однокомнатную квартиру площадью 40 м² с учетом проживания 2-х человек в отопительный сезон составляет 2500 рублей.

Для того, чтобы выяснить, насколько эффективно использует энергоэффективный дом, проанализируем оплату коммунальных услуг в отопительный сезон в ЖК «Аристократ» 1-комнатную квартиру 40 м² с учетом двух проживающих по адресу г. Пенза, ул. Бородина 2.

Итоговой суммой выплат услуг получилась сумма 2141,02 руб. в месяц. Отсюда можно сделать вывод, что коммунальные услуги в энергоэффективном доме обходятся дешевле ориентировочно на 358,98 руб.

Итогами данного исследования являются выводы, что:

- можно повысить энергоэффективность зданий не только за счет использования специальных материалов и оборудования, но также за счет использования соответствующего объемного пространства, строительных, планировочных и дизайнерских решений. Это может снизить потребление энергии, снизить влияние на окружающую среду и повысит комфорт проживания;
- использование альтернативных источников энергии улучшает экологичность зданий, создает условия для энергосбережения и сводит к минимуму негативное воздействие на окружающую среду;
- проживание в энергоэффективном доме является более выгодным, так как коммуникации используются в полной мере, однако при этом цены на коммунальные услуги не растут, а наоборот имеют тенденцию к снижению.

Список литературы

1. Томашук Е.А. Методы организации малого бизнеса при формировании системы взаимодействия предприятий // Инженерный вестник Дона, 2012, №4 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p2y2012/1316.
2. Зильберова И.Ю., Петров К.С., Зильберов Р.Д. Разработка предложений по повышению энергоэффективности многоквартирных жилых домов массовой застройки // Инженерный вестник Дона, 2012, №4 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p1y2012/1080.
3. Новоселова И.В. Развитие жилищной политики России на основе опыта европейских стран // Научное обозрение. 2016. № 10. С. 224-226.
4. Новоселова И.В., Шеина С.Г. Формирование социально-экономической политики России в области обеспечения населения жильем на основе опыта Австрии и Германии // Недвижимость: экономика, управление. 2011. № 2. С. 85-88.
5. Шеина С.Г., Федяева П.В. Эффективность выполнения энергосберегающих мероприятий в жилых зданиях повышенной этажности // Инженерный вестник Дона, 2012, №3 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2012/971.

УДК 697.921.452

АЭРОДИНАМИЧЕСКИЙ СТЕНД ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ИСПЫТАНИЯ ВЕНТИЛЯТОРОВ

Л.И. Квашнин, аспирант

А.Г. Аверкин, д-р техн. наук, профессор кафедры «Теплогазоснабжение и вентиляция»

***Пензенский государственный университет архитектуры
и строительства, Пенза***

Главное назначение промышленного вентилятора – создавать движущую силу для непрерывного перемещения воздуха по вентиляционной системе. Чем больше воздуха за одну и ту же величину времени мы пытаемся прокачать через вентиляционную систему (расход воздуха, м³/час), тем выше будут потери давления в системе. То, насколько большой расход воздуха в системе сможет создать вентилятор, зависит от конструкции самого вентилятора, потерь давления в вентиляционной сети, оборотов его рабочего колеса. В подавляющем количестве случаев, рабочее колесо вентилятора вращается от асинхронного электродвигателя, вследствие чего его обороты практически постоянны. Соответственно, основная характеристика вентилятора – это зависимость его полного давления от расхода воздуха. Мощность, требуемая вентилятору для работы, тоже не постоянна и будет тем больше, чем больший расход воздуха он создает.

В настоящее время нет методики, позволяющей надежно вычислить характеристики вентилятора теоретическим путем, зная только геометрию лопаток его рабочего колеса. Это связано со сложностью течения потока в проточной части вентилятора. Поэтому ее получают экспериментально для каждого типа вентилятора.

Расход и потери давления можно определить и в смонтированной вентиляционной системе. Однако, там мы получим всего одну рабочую точку. А при изменении оборотов двигателя построим характеристику сети. Для получения всей кривой зависимости «полное давление – производительность» применяется специальный стенд, на котором имитируются различные потери давления с помощью специального клапана.

Процесс испытаний вентилятора выглядит следующим образом. Оператор стенда закрывает клапан, измеряет расход и давление. Т.о. мы получим крайнюю левую точку кривой – полное давление при нулевой производительности. Затем, слегка приоткрывает клапан и снова измеряет.

Процесс продолжается, пока клапан не будет полностью открыт. При этом за мере мы получим крайнюю правую точку зависимости. Но это не будет точка нулевого давления, т.к. стенд имеет свое сопротивление. Чтобы получить эту точку используют вентилятор поддува. В данной работе в этом нет необходимости. В зависимости от способа измерения, снятие каждой точки может длиться от минуты, до нескольких десятков минут. Довольно утомительное, монотонное действие. Для построения графической зависимости минимально можно снять 5-7 точек, но для надежности требуется 10-15. Обычно не снимают больше точек.

Уровень развития современной электроники позволяет автоматизировать эти действия. Главное достоинство такого подхода – получение характеристик вентилятора полностью без ручного труда человека. Таким образом, сводится к минимуму риск ошибки из-за невнимательности оператора, появляется возможность снять гораздо больше точек, провести замеры несколько раз подряд для контроля. Как следствие, автоматизация аэродинамических испытаний позволит уменьшить временную нагрузку на человека. Особенно это важно при создании новой конструкции рабочего колеса вентилятора, когда требуется проводить множество замеров для получения его оптимальных параметров под конкретную задачу. Можно провести замеры в ночное время: вечером включить стенд, а утром уже получить рабочую характеристику. Снижается до нуля и вторая часть экспериментальных исследований – время на обработку полученных данных замеров. С помощью компьютерной программы исходные данные сразу же пересчитываются по стандартной методике, и на выходе создается таблица и график требуемой зависимости. Экспериментатору не нужно затрачивать время на эти операции.

Основной недостаток такого подхода, повышенная стоимость аэродинамического стенда с системами автоматики. Однако, эти затраты впоследствии окупаются за счет сэкономленного времени. Есть риск систематической ошибки за счет некорректной работы электроники. Для устранения такого недостатка должна быть возможность ручного режима работы стенда, в котором можно проверить корректность работы датчиков и провести требуемую отладку. Кроме того, необходимы такие датчики, показания которых легко сможет «прочитать» автоматика.

Принципиальная схема разработанного аэродинамического стенда для испытаний вентиляторов в автоматическом режиме приведена на рис. 1.

Рассмотрим подробнее процесс разработки и создания стенда, а также проблемы, которые пришлось решать в процессе создания.

Диаметр воздухопроводов был выбран 125 мм, т.к. этого вполне достаточно для получения характеристик до пятого номера вентилятора на сниженных оборотах. Характеристика при рабочих оборотах получается

путем простого пересчета. В качестве устройства для измерения расхода воздуха было решено использовать сопло Вентури (1), т.к. оно обеспечивает высокую точность измерений в нормальных пределах работы, не имеет движущихся частей в конструкции, позволяет производить замеры относительно быстро. Чтобы оно корректно работало, необходимо точно выдержать сложный профиль сопла. По этой причине оно было напечатано на 3Д принтере, а потом отшлифовано. Из-за ограничений, связанных с размером области печати принтера, сопло пришлось изготовить из трех одинаковых, радиально симметричных, частей. Благодаря применению 3Д печати стало возможным сразу напечатать на сопле отверстия для отбора воздуха и объединить их каналом, проходящим внутри сопла.

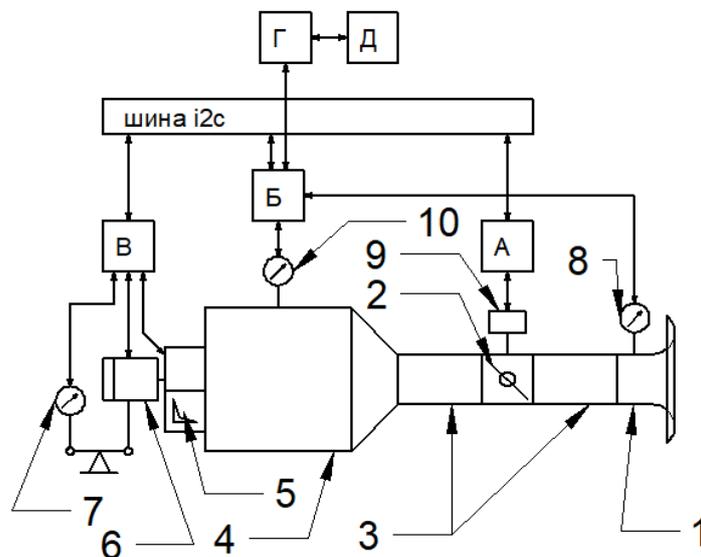


Рисунок 1 – Принципиальная схема автоматизации аэродинамического лабораторного стенда: А, Б, В – контроллеры, Г – модуль радиосвязи, Д – андроид-устройство. 1 – сопло Вентури, 2 – клапан, 3 – воздуховоды, 4 – камера статического давления, 5 – вентилятор, 6 – электродвигатель, 7 – тензодатчик, 8 – микроманометр, 9 – привод клапана, 10 – дифференциальный микроманометр

Для дросселирования системы, с целью имитации изменения потерь давления в системе вентиляции необходим клапан. Он должен обеспечивать полное, герметичное закрытие системы для измерения давления при нулевом расходе. Также он не должен допускать подсос воздуха из окружающей среды. Под эти требования идеально подошел клапан КВК-125 фирмы «Арктика» [2].

Для измерения полного давления предусмотрена камера статического давления (4). Ее диаметр – 1 метр, она имеет металлический каркас, на котором крепится прозрачный монолитный поликарбонат толщиной 2,0 мм для возможности визуализации эксперимента. По кругу камеры расположены 6 точек отбора статического давления, также напечатанных на 3д принтере требуемого размера и конфигурации.

Испытываемый вентилятор (5) вращает электродвигатель (6). В

IV Национальная научно-практическая конференция «АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ НАУКИ И ПРАКТИКИ В РАЗЛИЧНЫХ ОТРАСЛЯХ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА»

качестве двигателя выбран M3G112-GA53-72 фирмы EBM PAPST. Это электронно-коммутируемый двигатель постоянного тока, что позволяет легко задавать ему любую частоту вращения. Так же для него характерна плавная зависимость между силой тока и крутящим моментом, что позволяет довольно точно вычислять крутящий момент, что необходимо для оценки КПД вентилятора.

Весь двигатель установлен на нестандартном подшипнике и имеет возможность вращаться вокруг своей оси, опираясь на тензодатчик TEDEA-HUNTLEIGH 1012 (7), который непосредственно измеряет крутящий момент. Для снятия показаний с тензодатчика применяется аналого-цифровой преобразователь НХ-711.

Для измерения частоты вращения вентилятора применен оптический тахометр собственного изготовления.

Для измерения давления в сопле Вентури, а также в камере статического давления применены два дифференциальных микроманометра REGIN DMD-C (8), (10); поставляемые фирмой «Арктика» [5]. Они выдают на контроллер (Б) аналоговый сигнал 0-10 В. Как оказалось, их необходимо устанавливать строго вертикально, в противном случае они выдают недостоверные показания. Данная информация приведена только в англоязычной инструкции на сайте производителя и отсутствовала в русскоязычной инструкции, поставляемой вместе с датчиком, которой мы руководствовались при изготовлении стенда.

От привода клапана требуется, чтобы он мог с высокой точностью задавать положение клапана, надежно удерживать заданное положение. Стандартные приводы, применяемые в вентиляции, не имеют датчик положения и, следовательно, не удовлетворяют данным требованиям. Было принято решение изготовить на 3д принтере собственный, нестандартный привод. Клапан приводится в действие шаговым двигателем стандарта NEMA17. Что бы его усилия хватило на вращение клапана, потребовался двухступенчатый редуктор. Диаметр зубчатых колес был ограничен размерами области печати 3Д принтера – 180 мм. Модуль зацепления был взят заведомо с большим запасом, чтобы обеспечить равномерное вращение, несмотря на возможные неточности 3д печати. Начальное положение клапана определяется с помощью концевого выключателя.

Шаговым двигателем управляет контроллер (А) через оптические развязки с помощью MOSFET SMD транзисторов.

Контроллер (В) отвечает за работу вентилятора: включает и выключает двигатель, задает обороты электронно-коммутируемого двигателя [4] с помощью ШИМ модуляции через оптическую развязку; снимает показания тахометра, тензодатчика крутящего момента.

Между собой три контроллера связаны с помощью i2c интерфейса.

Контроллер (Б) выступает в качестве «мастера», принимает аналоговые показания с микроманометров, отправляет данные на андроид-устройство через Bluetooth интерфейс и получает команды для управления стендом с него же.

Применение планшета в качестве устройства управления стендом очень удобно. При его отладке экспериментатор может находиться где угодно в зоне действия радиосвязи, подойти к любой части стенда, при этом имея возможность включать и выключать любую часть стенда, видеть показания всех датчиков. При реализации эксперименте в ручном режиме оператор может находиться в соседней комнате, что устраняет влияние человека на ход эксперимента; а оператору позволяет сосредоточиться на эксперименте, не отвлекаясь на шум вентилятора. При проведении автоматического эксперимента связь между планшетом и стендом не обязательно должна быть непрерывной, достаточно лишь осуществить начальный «пуск» стенда, а потом прийти и скачать полученные экспериментальные данные. В процессе эксперимента эти данные хранятся в оперативной памяти контроллера (Б). По завершении они копируются в программу, управляющую стендом, она копирует их в буфер обмена. Затем их можно тем или иным путем направить на компьютер, где специальный макрос расшифрует текстовые данные и занесет их в таблицу Excel, на основе которой можно построить графическую зависимость – характеристику вентилятора.

Вывод. Данный стенд можно применять для автоматизированного испытания вентиляторов, их рабочих колес; изготовленных штучно в экспериментальных целях. Это позволяет конструировать, изготавливать и испытывать различные рабочие колеса с нестандартным профилем лопатки и разработать профиль с максимальным КПД. По нашим оценкам в России есть несколько десятков стендов для аэродинамических испытаний, однако в открытой печати нами не обнаружены сведения о попытках автоматизировать процесс испытаний вентиляторов и их рабочих колес. Серийные промышленных вентиляторы тоже можно испытывать на разработанном аэродинамическом стенде, но для выдачи официальных результатов испытаний требуется аттестация стенда.

Список литературы

1. ГОСТ 10921-2017 Вентиляторы радиальные и осевые. Методы аэродинамических испытаний.
2. ГОСТ 10616-2015 Вентиляторы радиальные и осевые. Размеры и параметры.
3. Джереми Блум: «Изучаем Arduino. Инструменты и методы технического волшебства.» ВHV, 2020 г.
4. www.ebm-papst.ru.
5. www.arktika.ru.
6. www.amperca.ru.

УДК 69.01

СТЕРЖНЕВАЯ МОДЕЛЬ СЖАТОЙ БЕТОННОЙ ПОЛОСЫ КОРОТКИХ КОНСОЛЕЙ БАЛОК

В.А. Комаров, канд. техн. наук, профессор кафедры «Строительные конструкции»

О.В. Болдырева, канд. техн. наук, доцент кафедры «Строительные конструкции»

Д.В. Еркин, аспирант кафедры «Строительные конструкции»

***Пензенский государственный университет архитектуры
и строительства, Пенза***

Существующие в настоящее время методы расчета сжатых бетонных полос, расположенных между наклонными трещинами, можно разделить на нормативные методы расчета, базирующиеся на расчетных сечениях, и методы расчета, базирующиеся на расчетных стержневых и каркасно-стержневых моделях.

СП 63.13330.2012 “Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция” требований по проектированию конструкций с подрезками и СНиП 52-01-2003 по поперечной силе на действие изгибающего момента. Расчетная схема и расчетные зависимости прочности сжатой полосы бетона консоли балки и приняты по аналогии консоли колонны (п.3.48, 3.99, 3.100 [2]) даны в “Пособии по проектированию бетонных и железобетонных конструкций из тяжелых и легких бетонов без предварительного напряжения к ранее действующему СНиП 2.03.01-84*”

В коротких консолях балок экспериментально обосновано формирование и разрушение сжатых полос бетона, расположенных над опорной площадкой короткой консоли по направлению к условной грузовой площадке [1] (рис. 1):

I – между опорной площадкой короткой консоли и условной грузовой площадкой пакета сосредоточенных хомутов A_{sw1} с продольной арматурой ригеля A'_s

II – между опорной площадкой короткой консоли и физической грузовой площадкой $a \leq 1,5h_0$

При пролетах среза $a \leq 1,5h_0$ проявляются особенности коротких элементов, т.е. на характер образования и развития трещин и схемы разрушения в зоне действия поперечных сил оказывают как внутренние силовые факторы, действующих в рассматриваемых по длине пролета среза элемента сечениях (моменты и поперечные силы), так и местные возмущения напряженного состояния в местах приложения сосредоточенных сил. Грузовые (физические и условные) площадки формируют сжатые полосы и способствуют концентрации главных

сжимающих напряжений в пределах соответствующих наклонных полос бетона.

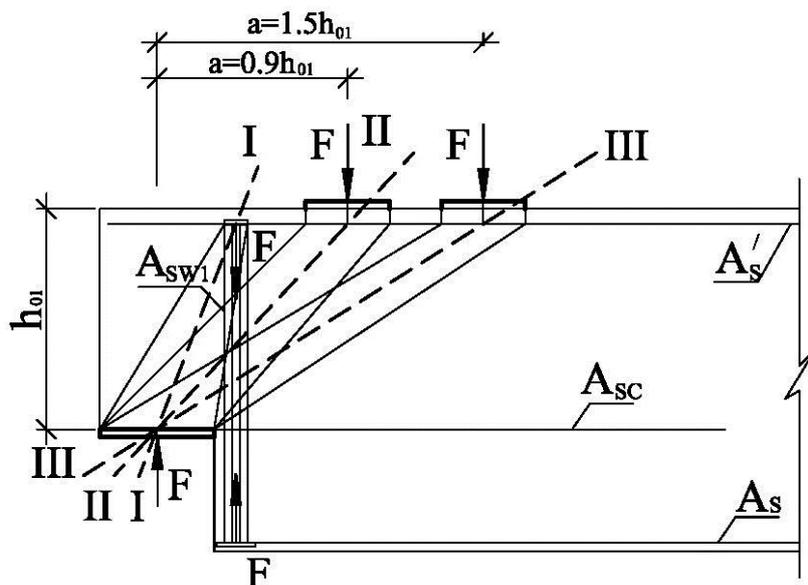


Рисунок 1 – Схемы сжатых полос бетона между физическими и условными грузовыми и опорными площадками при пролетах среза $a/h_0 \leq 0,9$

В качестве условных грузовых площадок приняты жесткие узлы сопряжения дополнительной сосредоточенной арматуры A_{sw1} с продольной арматурой ригеля A'_s . Установлено, что формирование и разрушение сжатых полос бетона происходит при длине условных грузовых площадок $l_{sup,v} \geq \frac{1}{2}$

$l_{sup,d}$ и расчетным усилием в дополнительной сосредоточенной арматуре $R_{sw}A_{sw1} \geq Q$.

Анализ результатов физического и численного экспериментов позволяет усовершенствовать стержневую модель сжатой полосы бетона короткой консоли балки, представленную в ранее действующих нормах, на основе новой оценки характера напряженного состояния и введения гипотезы образования условных внутренних промежуточных опор, которые являются грузовыми площадками, формирующими полосы бетона и способствующими концентрации главных сжимающих напряжений. Целесообразно за основной угол наклона главных сжимающих напряжений принять угол наклона θ к горизонтали линии, соединяющей центр опорной площадки консоли с центром тяжести вертикальных хомутов, сосредоточенных у подрезки, на уровне верхней продольной арматуры ригеля, т.е.

$$\sin^2 \theta = \frac{(h_{01} - a')^2}{(h_{01} - a')^2 + (l_{sup} + a_x)^2} \quad (1)$$

Границы расчетной сжатой полосы определяются линиями, соединяющими внешние и внутренние границы опорной и условной грузовой площадок. Ось расчетной полосы проходит через центры опорной

и условной грузовой площадок на уровне продольной арматуры ригеля и является параллельной основному направлению главных сжимающих напряжений. Ширина наклонной полосы определяется по перпендикуляру к расчетной оси. Предельное состояние бетонной полосы наступает в сечениях с наименьшей прочностью, т.е. в расчетных сечениях. Наиболее опасной или расчетной зоной в бетонной полосе короткой консоли балки является ее нижняя опорная зона. В этой зоне бетон испытывает продольное наклонное сжатие и поперечное растяжение. Следовательно, расчетное сечение располагается именно в нижней зоне полосы (рисунок 2).

Прочность наклонной сжатой полосы бетона определяется по зависимости

$$Q \leq R_b b \ell_{\text{sup}} \sin^2 \theta (1 + 5\alpha \mu_w) \quad (2)$$

как в пособии [2], в котором правая часть принимается не более $3,5R_{bt}bh_{01}$ и не менее $2,5R_{bt}bh_{01}$, где ℓ_{sup} – длина площадки опирания; θ – угол наклона расчетной сжатой полосы к горизонтали; μ_w – коэффициент армирования хомутами, расположенными по высоте консоли

$$\mu_w = \frac{A_{sw}}{b \cdot s_w} \quad (3)$$

где S_w – расстояние между хомутами.

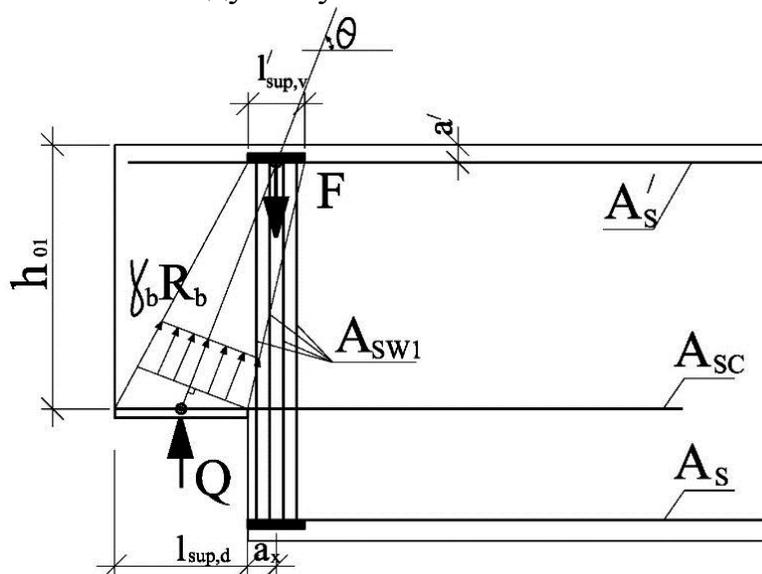


Рисунок 2 – Усовершенствованная стержневая модель сжатой полосы бетона короткой консоли балки

Оценка предлагаемой стержневой модели осуществляется путем сопоставления графиков опытных данных и расчетных нормативных и предлагаемых зависимостей (рисунок 3). Прочность, выявленная в экспериментах, хорошо описывается предлагаемой усовершенствованной нормативной стержневой моделью при пролетах среза $a < 0,9h_{01}$ среднее отклонение расчетных величин $F^{\text{test}}/F^{\text{calc}}$ составляет $\approx 1,20$, по нормативной модели $\approx 1,4$.

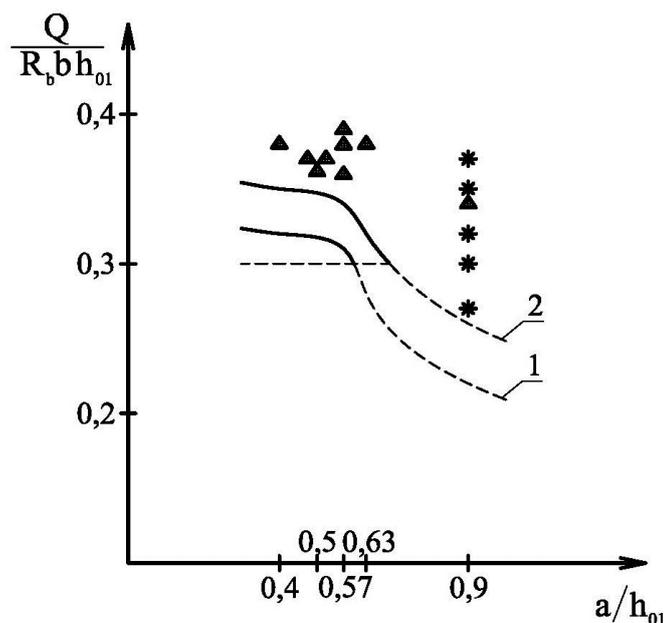


Рисунок 3 – График сопоставления расчета прочности сжатых полос бетона консольных опор балок на сжатие с опытными величинами: 1 – по стержневой модели ранее действующих норм; 2 – по усовершенствованной нормативной стержневой модели

Выводы:

1. Усовершенствована стержневая модель сжатой полосы бетона короткой консоли балки на основе результатов физического, численного экспериментов и гипотезы образования условных грузовых опор, наиболее близко отвечает физической работе. Расчетная разрушающая сила повышается в 1,3 раза, обеспечивая требуемую безопасность при соотношении $F^{\text{test}}/F^{\text{calc}} \geq 1,20$;

2. Расчет сжатой полосы короткой консоли балки следует производить по методике ранее действующего СНиП 2.03.01-84* и СП 63.13330.2012 (приложение Ж) с учетом предлагаемых уточнений по расчетной модели и расчетным зависимостям.

Список литературы

1. СНиП 2.03.01-84* "Бетонные и железобетонные конструкции." - М. Стройиздат - 1984.
2. Пособие по проектированию бетонных и железобетонных конструкций из тяжелых и легких бетонов без предварительного напряжения арматуры (к СНиП 2.03.01-84*)
3. СП-52-101-2003 Свод правил по проектированию и строительству. Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного напряжения арматуры. М. НИИЖБ Госстроя России. 2004.
4. СП 63.13330.2012 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003. М. - 2013.
5. Баранова В.Н., Залесов А.С. Каркасно-стержневые расчетные модели и инженерные методы расчета железобетонных конструкций. – М.: Издательство АВС.- 2003

6. Комаров В.А. Разрушение по сжатым полосам бетона консольных опор ригелей многоэтажных каркасов / В.А. Комаров, О.В. Болдырева// Бетон и железобетон. – 2015. – №3. – С.10-13.
7. Комаров В.А. Оценка прочности бетона ригелей с подрезкой многоэтажных каркасов / В.А. Комаров, О.В. Болдырева// Строительная механика и расчет сооружений. – 2016. – №4. – С.6-9.

УДК 691.32:666.9

ПОВЫШЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК САМОУПЛОТНЯЮЩИХСЯ МЕЛКОЗЕРНИСТЫХ БЕТОНОВ ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПЛЕКСНЫХ МИНЕРАЛЬНО- ХИМИЧЕСКИХ ДОБАВОК

М.О. Коровкин, доцент, канд. техн. наук, доцент кафедры «Технология строительных материалов и деревообработки»

А.А. Короткова, аспирант кафедры «Технология строительных материалов и деревообработки»

Н.А. Ерошкина, канд. техн. наук, доцент кафедры «Технология строительных материалов и деревообработки»

С.М. Саденко, профессор, канд. техн. наук, профессор кафедры «Технология строительных материалов и деревообработки»

**Пензенский государственный университет архитектуры
и строительства, Пенза**

Использование возможностей значительного снижения водопотребности бетонных смесей за счет введения суперпластификаторов (СП) позволяет кардинально улучшить технологические и эксплуатационные свойства бетонов. Однако в современном строительстве революционное повышение характеристик бетона остается практически не востребованным, за исключением возведения уникальных строительных объектов, таких как высотные здания, крупные мосты и другие инфраструктурные объекты [1].

Из-за значительного снижения водопотребности бетонной смеси при введении в нее добавки высокоэффективного СП смесь становится намного более чувствительной к дозировке воды. Даже при небольшом отклонении в большую или меньшую сторону расхода воды от его оптимального значения в таких бетонных смесях может произойти, соответственно, расслоение или потеря подвижности. По этой причине водоцементное отношение не может быть использовано в качестве эффективного технологического параметра, управляющего прочностью таких бетонов.

Для регулирования прочностных характеристик в суперпластифицированных бетонных смесях целесообразно использование инертных минеральных добавок (ИМД), которые могут оказывать

различное влияние на реотехнологические свойства смесей, а при замещении части цемента снижают прочность бетона. Активные минеральные добавки (АМД), обладающие пуццолановыми и вяжущими свойствами, в зависимости от их состава и дисперсности могут не только оказывать влияние на удобоукладываемость бетонной смеси и прочность бетона, но и повышать его долговечность и другие характеристики [1].

Использование минеральных добавок для управления свойствами бетонов с высокоэффективными СП в большей степени оправдано для составов с повышенным объемом цементного теста. К числу таких бетонов относятся мелкозернистые бетоны, для которых вследствие высокой межзерновой пустотности заполнителя характерна высокая «цементоемкость». Несмотря на этот и другие недостатки мелкозернистые самоуплотняющиеся бетоны широко применяются в качестве ремонтных, монтажных и инъекционных составов.

ИМД можно рассматривать в качестве нового вида заполнителя – тонкого заполнителя. Этот вид заполнителя представляет собой химически инертный по отношению к продуктам гидратации минеральный порошок – измельченные каменные горные породы или отходы производства (сталеплавильные и другие шлаки).

Ю.М. Баженовым и его сотрудниками [2] предложено классифицировать минеральные добавки по дисперсности на три группы:

- уплотнители, имеющие размер частиц меньше частиц цемента;
- разбавители с близким к цементу гранулометрическим составом;
- наполнители, с большим размером частиц, чем у цемента.

Влияние размера частиц ИМД не ограничивается только топологической оптимизацией гранулометрии смешанного цемента. При повышении удельной поверхности минеральной добавки возрастает влияние на свойства бетонной смеси и бетона поверхностных явлений на границе минеральной добавки и жидкой фазы. Эти явления определяют свойства коагуляционной структуры цементного теста, вызывая его разжижение или загущение. При наличии химического средства между продуктами гидратации цемента и ИМД на поверхности последней происходит эпитаксиальное наращивание новообразований. Влияние этого механизма структурообразования смешанного цемента на прочность возрастает при снижении водоцементного отношения.

В тоже время увеличение удельной поверхности минеральной добавки может оказывать негативное влияние на свойства цемента, так как, по мнению [3], в контактной зоне образуются макропоры, которые могут оказывать определяющее влияние на прочность, проницаемость и морозостойкость бетона.

Введение АМД в состав самоуплотняющегося мелкозернистого бетона может оказывать еще большее влияние на его свойства, что

позволяет эффективнее управлять характеристиками такого бетона. Известно, что применение в рецептуре бетона доменного гранулированного шлака, золы уноса, метаксаолина, микро- и нанокремнезема позволяет значительно повысить прочность и долговечность бетона [4, 5].

В настоящее время, несмотря на достаточно продолжительные исследования минеральных добавок в портландцементных бетонах с СП сформировались только общие представления о совместном влиянии этих добавок на свойства бетонной смеси и бетона. Имеющиеся знания о влиянии на эти материалы минеральных добавок и СП не всегда позволяют достоверно прогнозировать технологические и эксплуатационные свойства бетона. В связи с этим при разработке составов различного назначения выбор вида и дозировки минеральных добавок и СП производят на основе данных экспериментальных исследований.

Исследования самоуплотняющегося мелкозернистого бетона с комплексными минеральными добавками, включающими в свой состав до 4 компонентов (маршалит, доменный шлак, микрокремнезем и метаксаолин) показали, что эти добавки разнонаправленно действуют на консистенцию смеси и прочность бетона.

Исследования проводились на составах, в которых 30% цемента марки ПЦ 500 Д0 замещалось маршалитом. В состав цемента вводилось 15 и 30% доменного шлака, часть которого в отдельных составах замещалась микрокремнеземом или метаксаолином, а также их смесью.

Как видно на графике (рис. 1а) зависимости расплыва смеси под действием собственного веса из формы-конуса (ГОСТ 310.4-81) превышение дозировки шлака выше оптимального приводит к некоторому снижению расплыва. При замещении шлака в смешанном вяжущем микрокремнеземом и метаксаолином при оптимальной дозировке этих добавок значительно повышается текучесть (рис 1 б). При совместном использовании этих добавок отмечалось значительное ухудшение удобоукладываемости смеси.

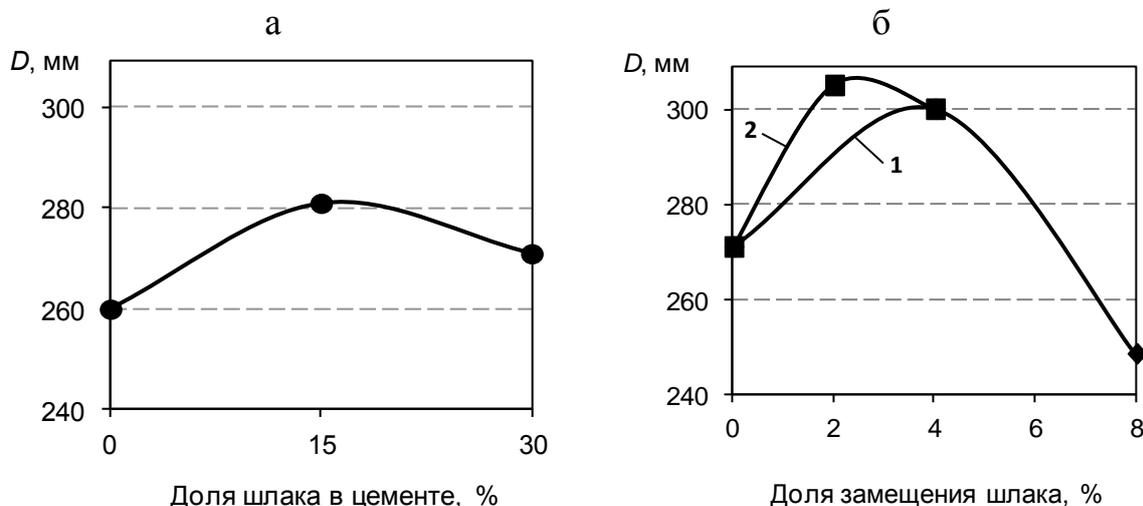


Рисунок 1 – Влияние степени замещения цемента шлаком (а), микрокремнеземом (1) и метаксаолином (2) (б) на расплыв смеси

Анализ графика на рис. 2 а показывает, что замещение цемента шлаком в количестве 15 и 30% приводит к снижению прочности приблизительно на 20 и 40%, соответственно. Однако даже при минимальном содержании цемента в смешанном вяжущем – 40% прочность в ранние сроки достаточно высока – около 35 МПа. В более поздние сроки испытания – через 7 суток негативное влияние добавки шлака на прочность значительно уменьшается, а через 28 суток практически нивелируется.

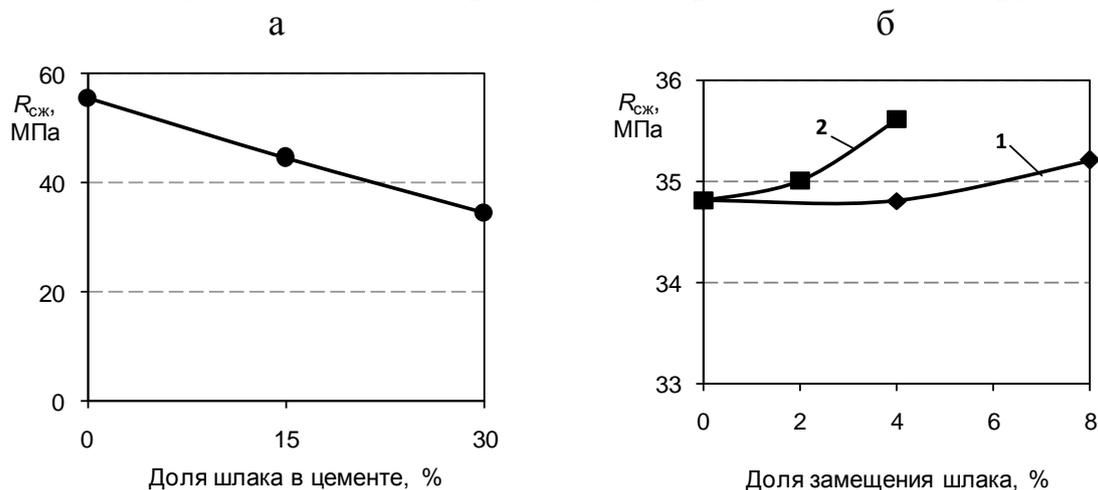


Рисунок 2 – Влияние степени замещения цемента шлаком (а), микро-кремнеземом (1) и метаксаолином (2) (б) на прочность в возрасте 3 суток

В составах с расходом шлака 30% замещение небольшого количества этой минеральной добавки микрокремнеземом и метаксаолином (рис. 2 б) позволяет незначительно уменьшить снижение прочности. В возрасте 28 суток эти добавки в исследованных составах позволяют повысить прочность на 6-18%. Совместное применение микрокремнезема и метаксаолина не дает положительного эффекта для прочности исследованного бетона.

Таким образом, оптимальная дозировка микрокремнезема – 4% и метаксаолина – 2% повышает текучесть самоуплотняющегося мелкозернистого бетона, приготовленного с применением смешанного цемента, включающего в свой состав 30% маршалита и 30% гранулированного доменного шлака. Замещение цемента шлаком приводит к значительному снижению прочности бетона в начальные сроки твердения, однако, в поздние сроки прочность составов с добавкой шлака сопоставима с прочностью состав без этой добавки. Введение в исследованные составы добавок микрокремнезема и метаксаолина позволяет незначительно повысить прочность.

Список литературы

1. Каприелов, С.С. Модифицированные бетоны нового поколения: реальность и перспектива / С.С. Каприелов, В.Г. Батраков, А.В. Шейнфельд // Бетон и железобетон. – 1999. – № 6. – С.6-10.

2. Баженов, Ю.М. Развитие теории формирования структуры и свойств бетонов с техногенными отходами / Ю.М. Баженов, Л.А. Алимов, В.В. Воронин // Известия вузов. Строительство. – 1996. – №4 – С. 55-58.
3. Баженов, Ю.М. Прогнозирование свойств бетонных смесей и бетонов с техногенными отходами / Ю.М. Баженов, Л.А. Алимов, В.В. Воронин // Известия вузов. Строительство. – 1997. – №4. – С. 68-72.
4. Калашиников, В.И. Супер- и гиперпластификаторы. Микрокремнеземы. Бетоны нового поколения с низким удельным расходом цемента на единицу прочности // ALITinform: Цемент. Бетон. Сухие смеси. – 2011. – № 4. – С. 60-69.
5. Калашиников, В.И. Высокодисперсные наполнители для порошково-активированных бетонов нового поколения / В.И. Калашиников, Р.Н. Москвин, Е.А. Белякова, В.С. Белякова, А.В. Петухов // Системы. Методы. Технологии. 2014. № 2 (22). С. 113-118.

УДК 628.1

РЕКОНСТРУКЦИЯ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ТЕПЛООВОГО ПУНКТА ПГУАС

Т.И. Королева, д-р техн. наук, профессор кафедры «Теплоснабжение и вентиляция»

А.А. Безяев, аспирант кафедры «Теплоснабжение и вентиляция»

М.А. Россиев, студент

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, Пенза

Пензенская область является энергодефицитным регионом. Около 99% топливных ресурсов и около 80% электроэнергии поставляется из других субъектов Российской Федерации.

В настоящее время существенно уменьшился объем средств и материальных ресурсов, выделяемых на ремонт и реконструкцию оборудования тепловых источников и тепловых сетей [1].

В соответствии с современными требованиями по энергосбережению в зданиях необходимо осуществлять реконструкцию и модернизацию тепловых пунктов.

Устаревшие ИТП оснащены элеваторными узлами смешения воды на систему отопления, имеют ограниченные возможности регулирования параметров теплоносителя и, следовательно, экономии потребляемой тепловой энергии.

Основными задачами модернизации индивидуальных тепловых пунктов являются организация учета теплоснабжения абонентом и сокращение потерь тепловой энергии при улучшении уровня теплового комфорта в обслуживаемых помещениях. Для этого, как минимум, на абонентском вводе устанавливают прибор учета и систему автоматического регулирования потребления тепловой энергии.

Модернизация абонентских вводов позволяет:

- оптимизировать распределение тепловой нагрузки из теплосети;
- управлять гидравлическим и тепловым режимами системы теплоснабжения здания;
- снизить потери в тепловых сетях;
- экономить энергоресурсы;

Автоматизированные ИТП в сочетании с индивидуальным автоматическим регулированием теплоотдачи отопительных приборов позволяют полностью осуществить в зданиях мероприятия по экономии тепла, воды, электроэнергии на перекачку, а также получить снижение затрат на прокладку трубопроводов систем теплоснабжения. Наличие малошумных циркуляционных насосов, компактных теплообменников и приборов авторегулирования подачи и учета тепла позволяют успешно решить эту задачу [3].

В рамках научно-исследовательской работы студентов и аспирантов кафедры «Теплогазоснабжение и вентиляция» было выполнено обследование теплового пункта учебного корпуса №1 ПГУАС.



Рисунок 1 – Существующий тепловой пункт учебного корпуса №1

В ходе обследования было установлено:

- износ оборудования данного теплового пункта составляет 50-80%.
- наблюдается «недотоп» и «перетоп» помещений из-за отсутствия автоматического регулирования в зависимости от колебаний температуры наружного воздуха в течение отопительного периода.

Состояние оборудования теплового пункта:

- высокий износ грязевиков, что приводит к коррозии

трубопроводов и запорно-регулирующей арматуры.

- на задвижках видны потеки и ржавчина. Из-за это появляются высокие местные сопротивления.
- разрушена изоляция на трубчатых теплообменниках, что является причиной дополнительных теплопотерь.
- громоздкость теплового пункта.

Все эти факторы негативно сказываются на теплоснабжении корпусов Пензенского государственного университета архитектуры и строительства. Ввиду высокой аварийности, система отопления может выйти из строя, а ремонт будет продолжительным по времени, что недопустимо во время отопительного периода.

С целью модернизации и реконструкции существующего теплового пункта можно предложить новую схему с зависимой системой отопления со смесительным трехходовым клапаном и циркуляционным насосом. Модернизированная схема индивидуального теплового пункта представлена на рисунке 2.

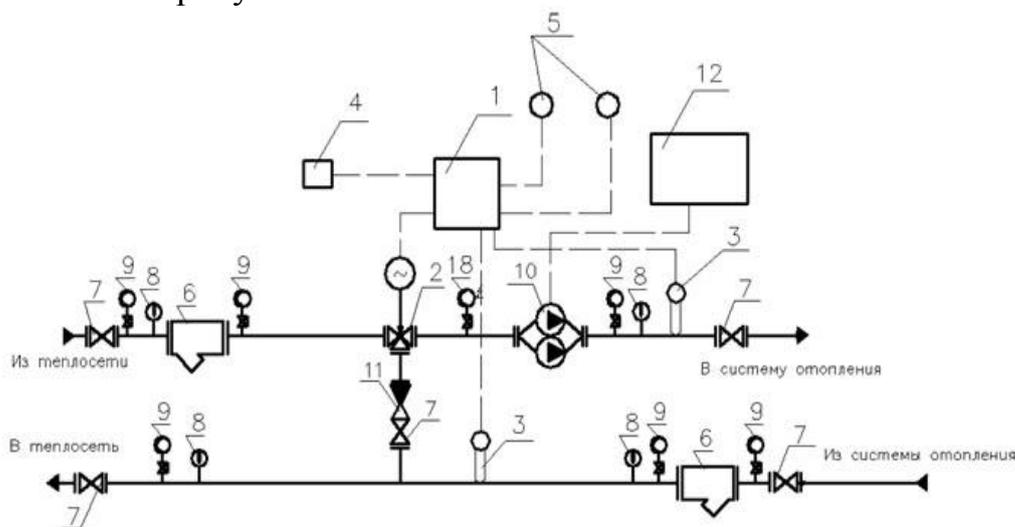


Рисунок 2 – Схема модернизированного теплового пункта

В таблице 1 приведен перечень и стоимость оборудования нового теплового пункта.

Цена ориентировочная и указана по расчету по укрупненным показателям (цены по прайсу). Датчики температуры выводятся на регулятор температуры РТ-2010 (до 18-ти каналов регулирования).

Альтернативный вариант: замена трехходового смесительного клапана и циркуляционного насоса насосом с частотным приводом.

С помощью датчиков температуры и системы автоматики с погодным регулированием возможно поддержание параметров теплоносителя по температурному графику. Цена насоса превышает цену обычного циркуляционного насоса в 2,5-3 раза. Но частотный привод позволяет увеличить экономический эффект работы ИТП на 15-20%. Срок окупаемости зависит от количества потребляемого тепла. В нашем случае

мы будем иметь прибыль уже через 1-2 года. как показала практика, такие насосы окупают себя в случае, если потребность теплоты более 3 МВт.

Таблица 1

Примерная ведомость оборудования для реконструируемого теплового пункта учебного корпуса №1 ПГУАС

Поз.	Наименование	Количество	Цена на ед. руб с НДС
1	Регулятор температуры РТ-2010	1	8900
2	Клапан смесительный трехходовой сервоприводом и погодным регулированием	1	16000
3	Датчик температуры теплоносителя	2	2950
4	Датчик температуры наружного воздуха	1	2950
5	Датчик температуры воздуха внутри помещения	2	2950
6	Фильтр сетчатый магнитный	2	16500
7	Заслонка поворотная	5	5000
8	Термометр Т-100-Т 0-1600С L=100 мм с гильзой	4	530
9	Манометр 16 бар	6	480
10	Насос циркуляционный сдвоенный	1	По расчету
11	Клапан обратный	1	3685
12	Шкаф ПЗА и управления нагрузками с резервированием для двух трехфазных нагрузок 10-15кВт	1	26750
18	Манометр ЭКМ	1	
	Итого с НДС без насоса		127185

Таким образом, рекомендуется реконструкция теплового пункта здания 1-го корпуса ПГУАС в связи с большим физическим и моральным износом. Это позволит:

- иметь более качественное регулирование параметров теплоносителя.
- при наличии средств автоматизации, получить экономию энергетических ресурсов, благодаря их рациональному использованию, более 30%.
- повысить гидравлическую устойчивость системы отопления.
- при наличии диспетчерского контроля на базе систем GSM, GPRS, своевременно устранять аварийные ситуации.

Также стоит учесть удобство монтажа современных индивидуальных тепловых пунктов, что позволяет снизить капитальные затраты. Высокие капитальные затраты компенсируются короткими сроками окупаемости (около двух лет) и отсутствием большого штата людей, осуществляющих диспетчеризацию.

Список литературы

1. Королева, Т.И. Энергосберегающие мероприятия в системах отопления общественных зданий / Т.И. Королева, А.А. Кузьмишкин, М.Е. Васин, А.П. Левцев//Региональная архитектура и строительство. - 2012. - №2.-С.154-159.

2. Энергосбережение в системах теплоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха: Справочное пособие / Под ред. Л.Д. Богуславского. - М.: Стройиздат, 1990.
3. Королева, Т.И. Оценка эффективности использования энергосберегающих мероприятий при переходе на автономный источник теплоты / Т.И. Королева, В.В. Салмин, Е.Г. Ежов// Региональная архитектура и строительство. - 2012. - №1. – С.154-160.
4. Королева, Т.И. Тепловой режим зданий/ А.И. Еремкин. – С. Петербург: издательство Лань, 2020. - 303с.

УДК 691.3: 620.18

ВЛИЯНИЕ МАКРОСТРУКТУРЫ ЦЕМЕНТНОГО КАМНЯ НА ПРОЦЕССЫ ДЕФОРМИРОВАНИЯ И РАЗРУШЕНИЯ ПРИ СЖАТИИ

Н.И. Макридин, профессор, д-р техн. наук, профессор кафедры «Технология строительных материалов и деревообработка»

А.А. Христов, аспирант

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, Пенза

Современная тенденция использования в строительстве бетонов нового поколения, то есть более высокопрочных бетонов, отличающихся высокими реотехнологическими свойствами цементных систем, повышенной плотностью, однородностью и прочностью матричной фазы за счет модифицирования ее структуры химическим пластифицирующими добавками с высоким водоредуцирующим эффектом, обуславливают необходимость более детального изучения механического поведения цементного камня разной структуры и прочности как с позиций механики деформируемого твердого тела (МДТТ), так и с позиций структурной механики разрушения материалов (СМРМ), с оценкой деформационных эффектов на диаграмме нагружения, позволяющих судить о его конструкционной прочности как комплексной механической характеристике, включающей сочетание критериев прочности, надежности и долговечности, и позволяющих получать условия оптимизации состояния по тем или иным параметрам механического поведения цементной дисперсной системы.

Целью данной работы является изучение деформационных особенностей и структурных изменений цементного камня разной структуры и прочности в процессе его механического нагружения при осевом сжатии. В работах [1, 2] отмечено, что раскрытие функциональной связи между действующими напряжениями и деформациями $\sigma = f(\varepsilon)$ представляет собой одно из важнейших направлений механики деформируемого твердого тела и является одним из основных этапов в

изучении механического поведения цементных систем, так как в диаграмме сжатия и растяжения отражается связь деформативных и прочностных свойств любых твердых тел конструкционного назначения.

Вместе с тем, как подчеркнуто в работе [3], свойства бетона наиболее отчетливо проявляются при анализе его объемных деформаций, так как анализ объемного деформирования бетона при сжатии (основном виде сопротивления материала в конструкции) и изменение величин модуля деформации и дифференциального коэффициента поперечной деформации с нагрузкой показывает, что по диаграмме состояния бетона можно судить об изменениях указанных характеристик деформирования. При этом следует отметить, что многочисленными исследованиями показано, что цементный камень или клей, являясь матричным компонентом структуры конструкционного бетона, предопределяет его механическое поведение как при силовом, так и несиловом воздействии.

Для изучения деформативных свойств и прочности цементного камня при осевом сжатии был использован бездобавочный портландцемент активностью 41,5 МПа, нормальной густоты, равной 0,26. Минералогический состав цемента, %: C_3S – 56; C_2S – 19; C_3A – 13; C_4AF – 12. Начало схватывания – три часа. Конец схватывания – четыре часа 20 минут. Характеристики цемента были определены в соответствии с требованиями ГОСТ 310.1–76 – 310.3–76 и ГОСТ 310.4–81.

Было изготовлено и испытано две серии образцов из цементного камня с В/Ц отношением, равным 0,25 и 0,31. Каждая серия образцов состояла из шести балочек размером 40×40×160 мм. Приготовление смеси и изготовление образцов-балочек производили по методике ГОСТ 310.4–81.

После суточного хранения в формах над водой образцы распалубливали и помещали на 27 суток в ванну с водой при температуре 20–22°C. Затем образцы в течение 30 суток хранили в естественных лабораторных условиях.

Механические испытания образцов на осевое сжатие проводила в возрасте 60–65 суток с помощью пресса УММ-50. Для замера деформаций использовали измеритель АИД-1М. Для этого на каждой грани призмы в средней части ее высоты наклеивали крестом 50-и и 30-и миллиметровые тензодатчики омического сопротивления, соответственно, в продольном и поперечном направлениях. Определение структурных, деформационных и прочностных характеристик опытных образцов при кратковременном нагружении производили в соответствии с рекомендациями [4]. Осевая сжимающая статическая нагрузка прикладывалась ступенями в 0,1 ожидаемой призмной прочности вплоть до разрушения. На каждой ступени нагружения проводились тензометрические измерения упруго-мгновенных и пластично-мгновенных продольных и поперечных

деформаций цементного камня автоматическим измерителем деформаций АИД-1М.

На основании обработки всех тензометрических измерений определяли значения: предельной сжимаемости ε_1 , предельной поперечной растяжимости ε_2 , коэффициента поперечной деформации $\nu = \varepsilon_2 / \varepsilon_1$, его приращения $\Delta\nu = \Delta\varepsilon_2 / \Delta\varepsilon_1$, объемного относительного изменения цементного камня при осевом сжатии $\theta = \varepsilon_1 - 2\varepsilon_2$, приращения объема $\Delta\theta = \Delta\varepsilon_1 - 2\Delta\varepsilon_2$, и по ним оценивали границу появления разуплотнения структуры цементного камня и развития микротрещин, т.е. уровни расположения параметрических точек R_i^0 и R_i^ν на диаграмме нагружения образцов, определяли также продольные относительные упруго-мгновенные деформации $\varepsilon_{1\text{УМ}}$, продольные относительные деформации пластичности $\varepsilon_{1\text{ПМ}}$, поперечные относительные упруго-мгновенные деформации $\varepsilon_{2\text{УМ}}$ и поперечные относительные деформации пластичности $\varepsilon_{2\text{ПМ}}$, модуль деформации $E^i = \sigma^i / \varepsilon_1^i$, упругую характеристику $\mu_y^i = E^i / R_{\text{пр}}$, коэффициент упругости $\xi = \sigma_{1\text{УМ}}^i / \varepsilon_1^i$, величину пластичности $\varphi = \varepsilon_{1\text{ПМ}}^i / \varepsilon_{1\text{УМ}}^i$.

В таблицах 1 и 2 приведены средние численные значения прочностных, деформационных и структурных параметров опытных образцов цементного камня сравниваемых серий.

Сравнительный анализ экспериментально полученных механических характеристик цементного камня, приведенных в таблицах 1 и 2, с учетом графических зависимостей, приведенных в [5], позволяет сформулировать ряд положений о влиянии структуры и прочности на механическое поведение цементного камня на диаграмме нагружения.

Прежде всего, отметим, что расчетная плотность цементного камня при В/Ц=0,25 составляла 2182 кг/м³, а средняя призменная прочность – $R_{\text{пр}} = (140,6 \pm 8,1)$ МПа. Увеличение В/Ц отношения до значения 0,31 приводило к снижению $R_{\text{пр}}$ до $(105 \pm 5,6)$ МПа, то есть на 25,3%, а расчетная плотность уменьшалась до 2070 кг/м³, то есть на 5,4%.

Особого внимания заслуживают деформационные особенности цементного камня на диаграмме нагружения. Так, цементный камень с прочностью 140,6 МПа показывает предельную сжимаемость ε_1 перед разрушением 7,08%, а с прочностью 105 МПа – соответственно, 6,42%, что меньше на 9,4%. При этом модуль упругости цементного камня с $R_{\text{пр}} = 140,6$ МПа возрастает с ростом деформаций до относительного уровня напряжения $\eta = 0,32$ (прирост модуля достигает 10%), а для цементного камня с $R_{\text{пр}} = 105$ МПа прирост модуля достигает 18,1% при $\eta = 0,29$.

Таблица 1

Механические характеристики цементного камня при $B/D=0,25$ и $R_{TP} = (140,6 \pm 8,1)$ МПа

σ/R_{TP}	$\varepsilon_{TPM}, \%$	$\varepsilon_{1YM}, \%$	$\varepsilon_1, \%$	$\varepsilon_{TPM}, \%$	$\varepsilon_{2YM}, \%$	$\varepsilon_2, \%$	$\nu = \varepsilon_2/\varepsilon_1$	$\Delta\nu$	$\theta, \%$	$\Delta\theta, \%$	μ_y^i	ξ	$E^i \cdot 10^{-2},$ МПа	φ
0,08	0	0,51	0,51	0	0,115	0,115	0,225	0,225	0,28	0,28	157	1,0	220,6	0
0,16	0,04	0,92	0,96	0	0,22	0,22	0,229	0,233	0,52	0,24	167	0,958	234,4	0,043
0,24	0,12	1,31	1,43	0,005	0,325	0,33	0,232	0,237	0,77	0,245	168	0,916	236,8	0,092
0,32	0,2	1,66	1,86	0,01	0,435	0,445	0,24	0,267	0,97	0,20	172	0,895	242,6	0,117
0,4	0,29	2,1	2,39	0,03	0,545	0,575	0,245	0,265	1,2	0,23	171	0,878	239,9	0,138
0,48	0,36	2,54	2,9	0,045	0,665	0,71	0,246	0,248	1,47	0,275	166	0,877	233,5	0,14
0,56	0,58	2,94	3,52	0,065	0,8	0,86	0,244	0,238	1,8	0,33	159	0,835	224,0	0,197
0,64	0,79	3,34	4,13	0,08	0,92	1,0	0,243	0,233	2,12	0,32	155	0,809	218,4	0,235
0,72	1,0	3,8	4,8	0,11	1,05	1,16	0,24	0,222	2,50	0,375	150	0,789	211,2	0,267
0,8	1,37	4,26	5,63	0,16	1,15	1,31	0,232	0,187	3,02	0,52	142	0,756	200,0	0,322
0,88	1,8	4,83	6,63	0,22	1,31	1,53	0,252	0,229	3,56	0,545	133	0,728	186,7	0,373
0,92	2,0	5,08	7,08	0,24	1,38	1,62	0,23	0,202	3,81	0,25	130	0,721	183,5	0,388

Таблица 2

Механические характеристики цементного камня при $B/D=0,31$ и $R_{TP} = (105 \pm 5,6)$ МПа

σ/R_{TP}	$\varepsilon_{TPM}, \%$	$\varepsilon_{1YM}, \%$	$\varepsilon_1, \%$	$\varepsilon_{TPM}, \%$	$\varepsilon_{2YM}, \%$	$\varepsilon_2, \%$	$\nu = \varepsilon_2/\varepsilon_1$	$\Delta\nu$	$\theta, \%$	$\Delta\theta, \%$	μ_y^i	ξ	$E^i \cdot 10^{-2},$ МПа	φ
0,095	0	0,56	0,56	0	0,07	0,07	0,126	0,126	0,42	0,42	172	1,0	180,2	0
0,19	0	0,945	0,945	0	0,18	0,18	0,19	0,282	0,585	0,17	202	1,0	211,6	0
0,287	0,025	1,385	1,41	0,03	0,31	0,34	0,238	0,333	0,73	0,16	203	0,982	212,8	0,018
0,38	0,1	1,82	1,92	0,06	0,40	0,46	0,24	0,245	1,0	0,26	198	0,948	208,3	0,055
0,475	0,2	2,26	2,46	0,075	0,52	0,595	0,242	0,252	1,27	0,27	194	0,918	203,7	0,089
0,57	0,36	2,7	3,05	0,12	0,63	0,75	0,244	0,252	1,55	0,29	187	0,882	196,7	0,134
0,65	0,575	3,12	3,7	0,16	0,76	0,92	0,246	0,256	1,86	0,32	180	0,844	189,4	0,184
0,76	0,82	3,6	4,4	0,21	0,9	1,1	0,25	0,27	2,2	0,32	173	0,814	181,8	0,229
0,886	1,19	4,05	5,24	0,33	1,06	1,39	0,265	0,345	2,46	0,26	164	0,773	171,8	0,294
0,903	1,57	4,3	5,85	0,425	1,145	1,57	0,268	0,295	2,7	0,25	155	0,732	162,4	0,367

Таким образом, в процессе деформирования цементного камня сравниваемых серий происходит ужесточение его структуры до указанных выше относительных уровней напряжения. Вместе с тем, следует отметить противоречивое ужесточение структуры сравниваемых серий образцов цементного камня с В/Ц отношением 0,25 и 0,31, микроструктура которых отличается соответственно практическим отсутствием и небольшим наличием гелевой пористости, что, вероятно, и лежит в основе разной величины ужесточения дисперсно-кристаллитной структуры цементного камня.

Необходимо отметить и величину проявления продольной относительной деформации пластичности $\varepsilon_{\text{ипм}}$ сравниваемых серий образцов цементного камня на уровне напряжений максимального ужесточения структур. На образцах с $R_{\text{ип}} = 140,6$ МПа она составляла 10,75% от ε_1 , а на образцах с $R_{\text{ип}} = 105$ МПа – 1,77%. На максимальном уровне напряжений $\varepsilon_{\text{ипм}}$ сравниваемых серий составляли, соответственно, 28,2 и 30,4% от ε_1 .

Анализ численных значений коэффициентов ν и $\Delta\nu$ на всех этапах нагружения, отражающих показатели податливости цементного камня к деформациям, сравниваемых серий образцов, показывает практически одинаковые значения коэффициента ν на этапах нагружения и несколько большие значения $\Delta\nu$, соответственно, для образцов с $R_{\text{ип}} = 105$ МПа.

Что касается объемного относительного изменения цементного камня θ и $\Delta\theta$ сравниваемых серий цементного камня, то следует отметить, что на всем диапазоне нагружения фиксировали только уменьшение объема. При этом большие численные значения уменьшения объема показали образцы с $R_{\text{ип}} = 140,6$ МПа. В этой связи параметрические точки $R_{\text{т}}^0$ и $R_{\text{т}}^{\nu}$ не фиксировались, а характер разрушения образцов обеих серий был весьма хрупкий.

Оценивая численные значения коэффициентов упругости ξ , величин пластичности φ и упругих характеристик μ_{y}^i опытных образцов, следует подчеркнуть, что образцы с $R_{\text{ип}} = 105$ МПа и В/Ц=0,31 практически на всем диапазоне нагружения показали большие значения коэффициента упругости и меньшие численные значения величины пластичности относительно сравниваемых образцов с прочностью $R_{\text{ип}} = 140,6$ МПа. Лишь на последнем этапе нагружения были зарегистрированы противоположные показания коэффициентов ξ и φ .

Из анализа численных значений упругой характеристики μ_{y}^i сравниваемых серий образцов следует, что более высокие значения упругой характеристики на всем диапазоне нагружения показали образцы с $R_{\text{ип}} = 105$ МПа, несмотря на то, что образцы с $R_{\text{ип}} = 140,6$ МПа показали на 14% более высокое значение модуля упругости, что, вероятно, также обусловлено различием количества и качества порового пространства цементного камня с неполной гидратацией зерен цемента при В/Ц=0,25 и

$V/C=0,31$.

Проведенные исследования имеют цель, прежде всего, способствовать более точному использованию полученных результатов в практике строительного материаловедения при решении оптимизационных задач механического поведения под нагрузкой образцов из цементного камня, песчаных и крупнозернистых бетонов различной прочности и на разных заполнителях.

В заключение следует отметить, что совместный анализ деформационных особенностей и структурных изменений цементного камня на диаграмме нагружения с позиций деформируемого твердого тела и полученные при этом новые материаловедческие зависимости свойств позволяют более надежно судить о механическом поведении матричной фазы цементного композита и на этой основе осуществлять условия оптимизации структуры и состояния цементных систем по тем или иным параметрам конструкционной прочности.

Список литературы

1. Берг О.Я. Высокопрочный бетон / О. Я. Берг, Е. Н. Щербаков, Г. Н. Писанко. – М.: Стройиздат, 1971. – 208 с.
2. Матченко Н.М. Теория деформирования разносопротивляющихся материалов. Определяющие соотношения / Н.М. Матченко, А.А. Трещев // Тула: ТулГУ, 2000. – 149 с.
3. Берг О.Я. О пространственном напряженном состоянии бетона при одноосном сжатии / О. Я. Берг, Е. Н. Щербаков, Н. Г. Хубова // Известия вузов. Серия: Строительство и архитектура. –1972. – № 2. – С. 8–13.
4. Методические рекомендации по определению прочностных и структурных характеристик бетонов при кратковременном и длительном нагружении // М.: НИИЖБ Госстроя СССР. – 1976. – 56 с.
5. Максимова И.Н. Структура и конструкционная прочность цементных композитов: монография / И.Н. Максимова, Н.И. Макридин, В.Т. Ерофеев, Ю.П. Скачков // Москва: Издательство АСВ, 2017. – 400 с.

УДК 69.059.14:681.2

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ВИЗУАЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО КОНТРОЛЯ ДЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Л.А. Раевский, доцент, канд. техн. наук, доцент кафедры «Экономика, организация и управление производством»

***Пензенский государственный университет архитектуры
и строительства, Пенза***

При техническом диагностировании зданий первоначально делается визуальное обследование, при котором выполняется полный осмотр всех конструкций зданий или сооружения и дается внешняя оценка их

IV Национальная научно-практическая конференция «АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ НАУКИ И ПРАКТИКИ В РАЗЛИЧНЫХ ОТРАСЛЯХ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА»

технического состояния. Если при визуальном обследовании обнаружены какие-либо дефекты или механические повреждения, снижающие эксплуатационные качества конструкций, то выполняется дальнейшее инструментально-измерительное обследование. Инструментальное обследование производится с использованием измерительных средств – механических и геодезических приборов. При этом особое обращается внимание именно на несущие строительные конструкции (балки или фермы перекрытия, несущие кирпичные стены, колонны или пилястры, фундаменты, плиты перекрытия) здания.

Главной задачей предварительного обследования строительных конструкций здания является определение общего технического состояния обследуемых элементов, определение состава работ и сбора необходимой информации для составления технического задания на детальное инструментальное обследование.

Состав работ по первичному обследованию включает:

- общий осмотр здания;
- определение общих сведений о сроке эксплуатации здания, характеристиках объемно-планировочного, конструктивного решений;
- определение фактического температурно-влажностного режима, наличия агрессивных к строительным конструкциям воздействий;
- определение гидрогеологических и метеоусловий участка, а также характеристик грунтов оснований;
- изучение имеющихся документов для обследуемого объекта;
- исследование материалов по ранее проводившимся работам по восстановлению эксплуатационных свойств строительных несущих и ограждающих конструкций.

На стадии предварительного визуального обследования определяются по визуальным признакам категории технического состояния конструкций в зависимости от выявленных дефектов и повреждений. На основании предварительного обследования здания составляется индивидуальная программа детального обследования строительных конструкций и всего сооружения в целом. Процесс диагностирования строительных конструкций включает работы, которые имеют общий процесс проведения, характерный практически для всех строительных конструкций. К ним можно отнести следующие виды работ:

- обмерные;
- определение прогибов и деформаций строительных конструкций.

При оценке технического состояния строительных конструкций (балок или ферм перекрытия) необходимо с использованием приборов

определить величину их прогиба и сравнить полученные значения с предельно допустимыми для данного вида конструкций.

Обмерами определяются конфигурация, размеры, положение в плане и вертикальность строительных конструкций. Проверяются основные размеры здания: длина, пролет, высоты, размеры сечений конструкций, площади опирания конструкций и другие геометрические параметры. Для обмеров используются рулетки, штангенциркули, уровни, отвесы, геодезические приборы и другие инструменты.

Наблюдения за деформациями железобетонных конструкций, которые находятся в эксплуатации, проводят в случаях появления трещин, деформаций, изменения условий эксплуатации строительных конструкций. Цель наблюдения за деформациями состоит в том, чтобы установить - стабилизировались или продолжают развиваться осадки конструкций.

При обследовании наружных кирпичных стен наиболее важным этапом является определение трещин, выявление причин их возникновения и динамика развития. Ширина раскрытия трещин определяется с помощью измерительной лупы с масштабным делением (лупы Бринелля), обеспечивающей точность измерений не ниже 0,1 мм. Определение технического состояния кирпичных стен производится при помощи склерометра Шмидта. При инструментальном обследовании кирпичных стен определяется марка кирпича, толщина швов, ширина раскрытия осадочных температурных швов. Вертикальность кирпичной стены определяется при помощи геодезических приборов - теодолита.

Определение прочностных характеристик железобетонных конструкций производится с использованием склерометра Шмидта. На основании полученных результатов определяется марка и класс бетона.

Инструментальное обследование металлических конструкций производится с использованием толщиномеров, твердомеров, штангенциркуля, рулетки. По результатам фактических измерений можно судить о деформациях и коррозионных поражениях металлических конструкций.

Техническое обследование фундаментов производится с использованием измерительных средств для определения размеров подошвы фундаментов, в случае неудовлетворительного состояния - деформации, прогибы.

По результатам визуального-измерительного контроля устанавливается категория технического состояния строительных конструкций и всего здания согласно ГОСТ 31937-2011 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния».

Список литературы

1. *Федеральный закон № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений». Утвержден Президентом Российской Федерации от 30.12.2009 г.*

IV Национальная научно-практическая конференция «АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ НАУКИ И ПРАКТИКИ В РАЗЛИЧНЫХ ОТРАСЛЯХ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА»

2. ГОСТ 31937-2011 Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния.
3. ГОСТ 26433.2-94. Правила выполнения измерений параметров зданий и сооружений. – М., 1994.
4. СП 13-102-2003. Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений.
5. МДС 13-20-2004. Комплексная методика по обследованию и энергоаудиту реконструируемых зданий. Пособие по проектированию. - М., 2004.
6. РТМ 1652-9-89 «Руководство по инженерно-техническому обследованию, оценке качества и надежности строительных конструкций зданий и сооружений». – М.: ПроектНИИ Спецхиммаш, 1989.
7. РД 03-606-03 Инструкция по визуальному и измерительному контролю - Госгортехнадзор России 2003.
8. Рекомендации по оценке надежности строительных конструкций по внешним признакам. – М.: ЦНИИПромзданий, - М., 2001.
9. Раевский Л.А. Экспертиза промышленной безопасности зданий котельных на опасных производственных объектах // *Материалы 13-й Международной научно-практической конференции: Construction and Real Estate: Expertise and Apprial. Строительство и недвижимость: экспертиза и оценка. Прага-Москва: ООО «АСН контролинг», 2016. -320 с. - С.243-249.*

УДК 007.2: 65.018

ОЦЕНКА КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ С ПОМОЩЬЮ SWOT-АНАЛИЗА

А.А. Разумова, магистр группы 20УК1м

К.В. Жегера, канд. техн. наук, доцент кафедры «Управление качеством и технологии строительного производства»

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, Пенза

Повышение уровня конкурентоспособности организаций, оптимизация их функционирования и элементарное выживание в рыночной среде – фундаментальная проблема современной экономики [1-2].

Успешная деятельность предприятия напрямую зависит от того, насколько правильно выбрана стратегия поведения данного предприятия на рынке. Для выбора правильной стратегии необходимо провести анализ существующего состояния предприятия на текущий момент. Существует довольно много методов анализа конкурентоспособности предприятия, одним из которых является SWOT-анализ [3-5].

SWOT-анализ помогает руководству оценить как сильные, так и слабые стороны предприятия, сопоставляя их с возможностями и выявленными для него угрозами на внешнем рынке.

Для проведения SWOT-анализа необходимо распределить все имеющиеся данные о предприятии по четырем основным группам:

- «сильные стороны»,
- «слабые стороны»,
- «возможности»,
- «угрозы».

К первой и второй группе относятся, соответственно, события, состояния и т.п., которые связаны с внутренними факторами предприятия, а также небольшие размеры организации по сравнению с конкурентами, значительные издержки производства и сбыта и т.п.

Третья и четвертая группа связаны, обычно, с внешними факторами деятельности предприятия: вид рынка, сила конкуренции на рынке, объемы выпуска и т.п.

Полученные данные сводятся в одну таблицу – «матрица SWOT», что дает возможность установить линии связи между силой и слабостью, которые присущи предприятию, внешними угрозами и возможностями, которые в дальнейшем будут использованы для формулирования его стратегии.

Проведем SWOT-анализ на примере предприятия по производству железобетонных изделий – ОАО «ЖБК-1» г. Пенза.

Предварительно собранные данные о предприятии сгруппированы в соответствии с методикой проведения SWOT-анализа. В таблице 1 представлены полученные результаты.

Таблица 1

Сильные и слабые стороны предприятия

	Сильные стороны	Слабые стороны
	<i>Возможности</i>	<i>Угрозы</i>
Внешняя среда	<ul style="list-style-type: none"> – внедрение новых технологий – дополнительные услуги – разработка маркетинговой стратегии – выход на новые рынки или сегменты рынка – обеспечение доставки продукции покупателю – повышение квалификации персонала – замена устаревшего оборудования – расширение системы скидок – организация собственной строительной фирмы 	<ul style="list-style-type: none"> – возможность появления новых конкурентов – возрастающее давление на цены у покупателей и поставщиков – растущее конкурентное давление – программа продвижения товаров на рынке – дополнительные услуги
Внутренняя среда	<i>Преимущества</i>	<i>Недостатки</i>
	<ul style="list-style-type: none"> – высокое качество выпускаемой продукции – законченный цикл производства – средний уровень цен – удобное месторасположение – отсутствие дополнительных транспортных издержек (склады и цеха расположены на одной территории) – удобство подъездного пути – наличие скидок постоянным клиентам 	<ul style="list-style-type: none"> – отсутствие выхода на всероссийский рынок – малый объем выпускаемой продукции – слабый маркетинг

Исходя из результатов, приведенных в таблице 1, можно сделать вывод, что у предприятия ОАО «ЖБК-1» в значительной мере преобладают сильные стороны, много неоспоримых преимуществ. Но, также присутствует небольшое количество недостатков, которые оказывают значительное влияние на конкурентоспособность предприятия. Устранив эти недостатки предприятие сможет повысить свою конкурентоспособность.

В качестве рекомендаций по повышению конкурентоспособности предприятия, основанных на матрице SWOT, можно предложить:

1. Разработать маркетинговую стратегию продвижения товаров на рынке.
2. Изыскать возможности предоставления клиентам дополнительных услуг.
3. Организовать строительную компанию, занимающуюся строительством жилых домов, зданий, сооружений.

Список литературы

1. Романова А.И. Конкурентоспособность предприятия: методы оценки, стратегии повышения // Современная конкуренция. 2007. №5. С. 78-84.
2. Оковкина О.Н., Чупайда А.М. Пути повышения конкурентоспособности предприятия // Экономический журнал. 2010. №19. С. 37-42.
3. Гаджиев Г.О. Функционально-стоимостный анализ системы управления предприятием как средство повышения конкурентоспособности предприятия // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Общественные и гуманитарные науки. 2015. №1(30). С. 28-31.
4. Нгуен Тхи Тху Тхыонг SWOT-анализ факторов, влияющих на конкурентоспособность предприятий легкой промышленности Вьетнама // Известия Тульского государственного университета. Экономические и юридические науки, 2013. № 1-1. С. 97-102.
5. Изосимов С.В., Шевченко А.Л. Метод SWOT-анализа: его место в методах исследования, преимущества и недостатки // Экономикс. 2013. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metod-swot-analiza-ego-mesto-v-metodah-issledovaniya-preimuschestva-i-nedostatki> (дата обращения: 24.02.2021).

УДК 621.99-049.5:629.33

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ НА НАДЕЖНОСТЬ

Ю.В. Родионов, профессор, д-р техн. наук, декан автомобильно-дорожного института

И.Ю. Асяев, студент группы 20ЭТМК1м

Д.С. Романов, студент группы 19ЭТМК1м

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, Пенза

В большинстве современных машин более 60% всех разъемных соединений (РС) образуется с помощью резьбы [1]. Действующий ГОСТ

1759-87 на резьбовые детали регламентирует для болтов, винтов и шпилек конструкцию, материал, технологию изготовления и статическую прочность РС. Данный стандарт используется для разработки критериев работоспособности и расчета РС при статических нагрузках, и не учитывает влияние технологии изготовления резьбовых деталей и условий эксплуатации на изменение свойств материала резьбовых деталей. При переменных циклических нагрузках, в условиях вибрационного нагружения, основным видом отказов, который ведет к увеличению амплитуды переменной внешней нагрузки и преждевременному разрушению болта, является ослабление затяжки [2].

Имеются экспериментальные данные, показывающие неодинаковую способность РС, изготовленных по различным технологическим процессам, противостоять вибрационным воздействиям, что объяснялось, прежде всего, различной высотой микронеровностей поверхностного слоя, формируемого в процессе изготовления. Влияние же физических параметров, связанных с искажением кристаллической решетки и изменением плотности дислокаций, происходящих в процессе формирования резьбы по той или иной технологии изготовления и в процессе ее эксплуатации, на интенсивность падения усилия затяжки, до настоящего времени остается не изученным.

Применяемые в настоящее время технологические методы изготовления резьбовых деталей, а также условия их эксплуатации оказывают различное воздействие на дефектную структуру поверхностного слоя материала, а, следовательно, и на процессы, протекающие в материалах в твердой фазе, которые весьма разнообразны: диффузия, ползучесть и т.д. При этом кинетика этих процессов определяется главным образом характером распределения и взаимодействием дефектов кристаллической решетки типа дислокаций, вакансий и межузельной примеси [3, 4]. Внешнее воздействие на металл, при определенных условиях, может стимулировать тот или иной процесс, связанный с дефектами. Изучение таких процессов имеет большое значение для обеспечения стабильности затяжки РС в процессе эксплуатации.

Для исследования РС на сопротивление самоотвинчиванию разработано оборудование, имитирующее условия их эксплуатации [5].

На данном стенде, в лабораторных условиях, проводились экспериментальные исследования интенсивности падения усилия затяжки резьбовых соединений, изготовленных по различным технологическим процессам, под воздействием вибрационных нагрузок. В качестве объектов исследований использовались болты М12 класса прочности 5.8, изготовленные из стали 45 на промышленных предприятиях г. Пензы. Для сравнительного анализа были выбраны РС, изготовленные по трем технологическим методам образования резьбы: нарезанием резцом, фрезерованием и накатыванием роликом, которые относятся к различным

типам производств. Перед испытаниями, с целью предотвращения заеданий, болты тщательно промывались в бензине, просушивались на воздухе, а перед испытаниями смазывались моторным маслом фирмы “Лукойл”.

Испытываемое РС представляет собой две скрепляемые детали, на одну из которых воздействует циклическая нагрузка от вращения неуравновешенной массы, а другая жестко соединена со станиной экспериментального стенда. РС затягивали с усилием 20...25 кН, что соответствовало напряжению затяжки $\sigma_{зат} \approx (0,6...07)\sigma_T$, где σ_T – предел текучести материала болта.

Технологический комплекс (ТК) представляет собой агрегат с трехобъемным бункером, подвешенный на тросах внутри жесткой рамы. В средней части бункера на вертикальном валу установлена эксцентрично расположенная масса. В две крайние части бункера загружается обрабатываемый материал, переработка которого осуществляется путем вибрации бункера, получаемой от вращения эксцентрика массой 200 килограмм. Схема РС ТК представлена на рис. 1.

Основным агрегатом технологического комплекса, подвергающимся воздействию переменных технологических нагрузок, является рассев.

Рассев состоит из основания, на котором закреплены «таганок», рамки и элементы ограждения. В «таганке» в сферических подшипниках качения установлены полуоси, на которых при помощи болтов М16 закреплен балансир, центр массы которого находится вне оси вращения. При вращении полуоси от балансира возникает центробежная сила, вызывающая колебание рассева.

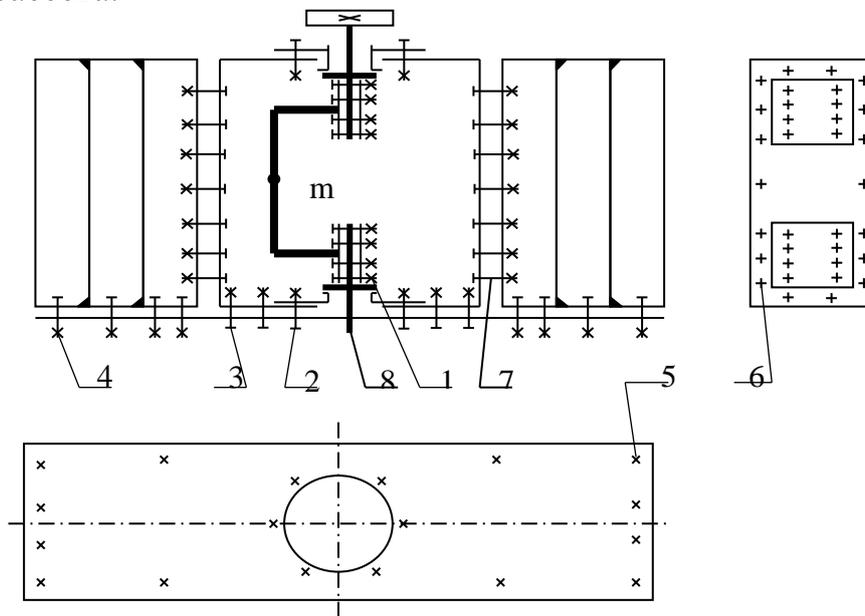


Рисунок 1 – Схема РС бункера ТК: 1 – РС крепления эксцентрика (М16×100); 2 – РС крепления таганка и эксцентрика к раме (М12×55); 3 – РС крепления таганка к раме (М10×25); 4 – РС крепления бункера к раме (М8×30); 5 – РС крепления бункера к раме (М10×25); 6 – РС крепления бункера к таганку (М8×50); 7 – РС крепления бункера к таганку (М8×50); 8 – место установки токосъемника

Центробежная сила, возникающая в балансире, через болты крепления М16 передается на полуоси. При этом болты 1 (рис. 1) крепления балансира испытывают нагрузку, вектор которой направлен вдоль оси болта.

Отсутствие резонансных явлений в процессе работы мельницы позволяет предположить, что балансир и основание колеблются в противофазе. В этом случае происходит периодическое сложение и вычитание амплитуд колебаний балансира и основания, что не позволяет системе войти в резонанс. Резьбовые соединения 1 при этом испытывают переменную нагрузку, которая увеличивается при сложении амплитуд колебаний балансира и основания и уменьшается при их вычитании.

Таким образом, болты 1 испытывают напряжения растяжения и кручения от предварительной затяжки и переменные напряжения растяжения от центробежной силы.

Далее усилие от центробежной силы через сферические подшипники качения передается к опорам, которые крепятся к «таганку» при помощи болтов 2 типа М12. Вектор силы при этом направлен перпендикулярно осям болтов 2, а сами болты, установленные с зазором, испытывают напряжения растяжения и кручения от предварительной затяжки.

«Таганок» крепится к основанию при помощи болтов 3 типа М10 и усилие от центробежной силы передается через эти болты к основанию. Вектор передаваемой силы также перпендикулярен осям болтов 3. Эти болты также установлены с зазором и испытывают напряжения растяжения и кручения от предварительной затяжки.

Рамки крепятся к основанию и «таганку» при помощи болтов 4 М8. Оси болтов 4 расположены перпендикулярно вектору центробежной силы и испытывают напряжения растяжения и кручения от предварительной затяжки. Оси болтов крепления рамок к таганку расположены вдоль вектора центробежной силы и испытывают напряжения растяжения и кручения от предварительной затяжки и переменные напряжения от технологических нагрузок.

Таким образом, резьбовые соединения воспринимают переменные внешние силы, векторы которых направлены как вдоль, так и перпендикулярно осям болтов.

К расसेву на шпильках М12 крепится электродвигатель, вращающий балансир. Оси шпилек параллельны вектору центробежной силы, а сами шпильки при этом испытывают растягивающие усилия, возникающие от инерции двигателя при колебаниях.

Анализ работы РС ставит задачу их исследования с целью предупреждения ослабления затяжки с помощью представленного оборудования.

Список литературы

1. Иосилевич, Г.Б. Затяжка и стопорение резьбовых соединений / Г.Б. Иосилевич, Г.В. Строганов, Ю.В. Шарловский. – М.: Машиностроение, 1985. – 223 с.

2. Фаскиев, Х.А. Повышение долговечности соединения картера с шаровой опорой переднего моста грузового автомобиля // В сборнике: Современные исследования в сфере естественных, технических и физико-математических наук: Сборник результатов научных исследований. – Киров. – 2018. – С. 532-540.
3. Тушинский, Л.И. Структурная теория конструктивной прочности материалов: монография. - Новосибирск: НГТУ, 2004. - 400 с.
4. Федорова, Л.В. Повышение надежности резьбовых соединений электромеханической обработкой / Л.В. Федорова, Ю.С. Иванова, М.В. Воронина // Записки Горного института. – 2017. – Т.226. – С.456-461.
5. Родионов, Ю.В. Обеспечение стабильности затяжки резьбовых соединений при ремонте автомобилей: моногр. / Ю.В. Родионов, С.В. Суменков. – Пенза: ПГУАС, 2019. – 160 с.

УДК 621.99 - 049. 5 : 629.33

СТЕНД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ НА СОПРОТИВЛЕНИЕ САМООТВИНЧИВАНИЮ

Ю.В. Родионов, профессор, д-р техн. наук, декан автомобильно-дорожного института

А.С. Суменков, студент группы 20ЭТМК1м

С.В. Карпухин, студент группы 19ЭТМК1м

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, Пенза

Технологии восстановления деталей автомобилей предусматривает новый качественный уровень, который во многом обеспечивается повышением требований к технологическому обеспечению свойств материалов, в том числе материалов резьбовых соединений (РС), их структурной стабильности в процессе вибрационного воздействия, а также безотказностью работы в различных условиях эксплуатации [1, 2].

В этой связи целью исследований является обеспечение стабильности затяжки резьбовых соединений в процессе эксплуатации конструкторско-технологическими методами. Ослабление затяжки резьбовых соединений (ОЗРС) из-за самоотвинчивания может происходить под действием динамических нагрузок, направленных, как вдоль оси резьбового соединения, так и перпендикулярно к ней.

В первом случае самоотвинчивание происходит при кратковременных периодических раскрытиях стыка между гайкой (головкой винта) и ее опорной поверхностью за счет дополнительного сжатия соединяемых деталей. При этом гайка на некоторую долю периода колебания лишается силовых связей и под действием следующих друг за другом толчков, возникающих при закрытии стыка, может поворачиваться в сторону отвинчивания.

Следует отметить, что условие плотности стыка ($Q_c > 0$) будет выполняться, если усилие затяжки резьбового соединения

$$Q_3 \geq (1 - \chi) \cdot P \quad (1)$$

где χ – коэффициент основной нагрузки, который определяет часть рабочей нагрузки, воспринимаемой дополнительно болтом в затянутом соединении.

Так как обычно $\chi = 0,2 \div 0,4$, то величина P должна быть больше усилия затяжки в несколько раз, что в реальных условиях и в правильно спроектированном затянутом стыке практически невозможно.

Для исследования РС на сопротивление самоотвинчиванию разработан стенд, имитирующий условия нагружения и режимы их эксплуатации [3]. Принципиальная схема стенда показана на рис. 1. В стенде используется принцип работы неуравновешенной вращающейся массы 3, от которой возникает переменная динамическая сила, изменяющаяся по синусоидальному закону. При этом может быть реализован как симметричный, так и асимметричный циклы нагружения.

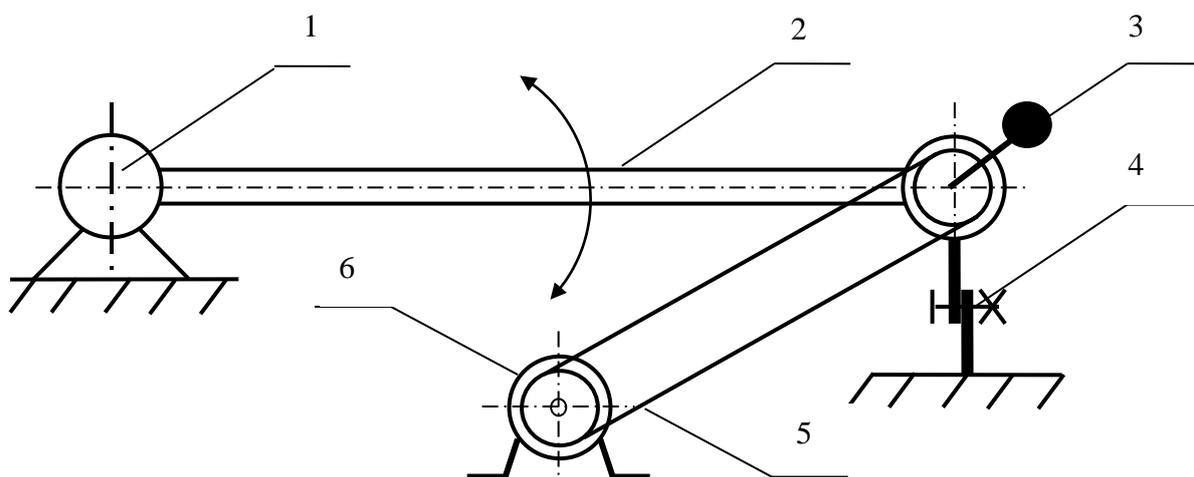
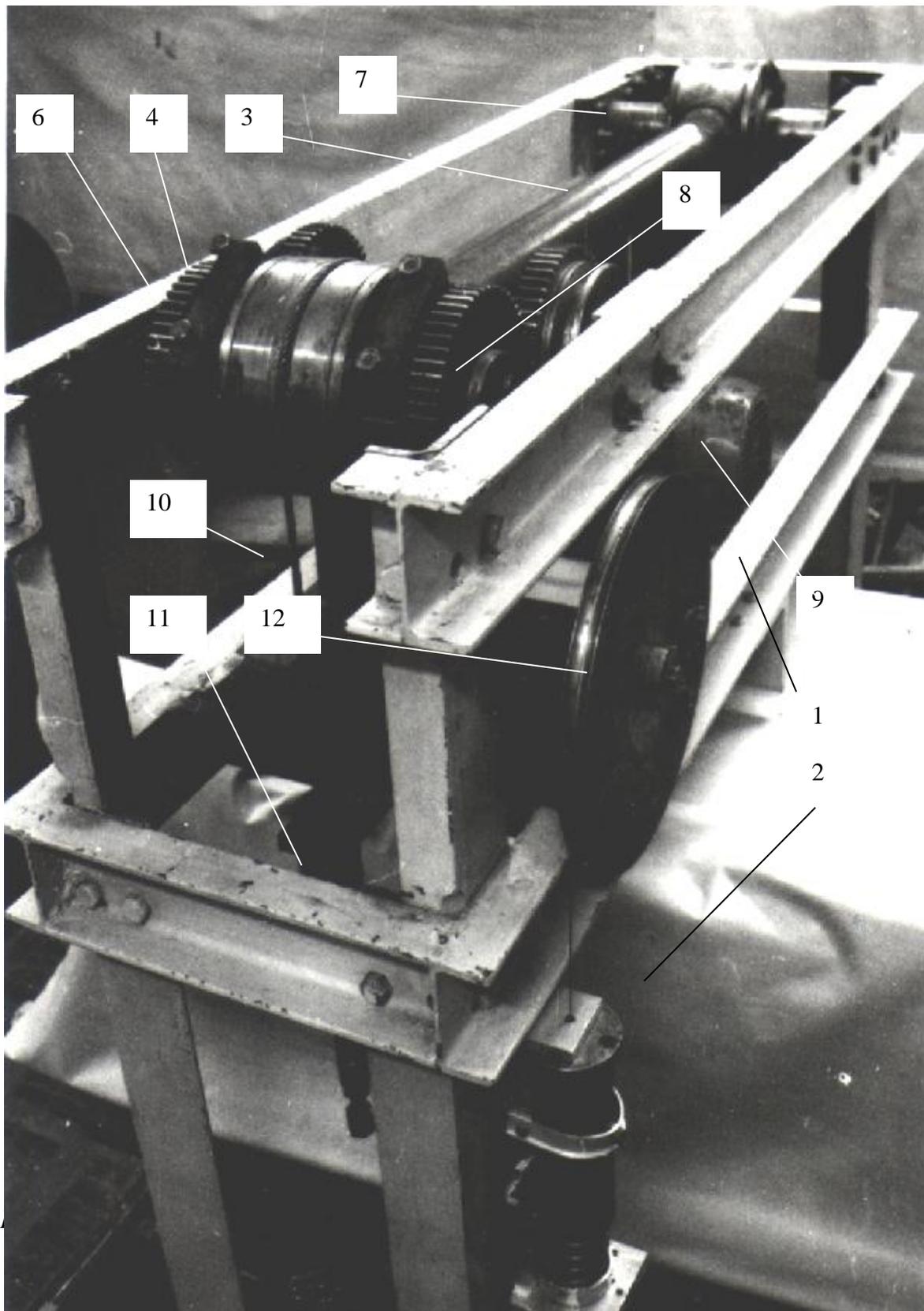


Рисунок 1 – Принципиальная схема стенда для исследований РС на сопротивление самоотвинчиванию: 1 – опора вращения коромысла; 2 – коромысло; 3 – неуравновешенная вращающаяся масса; 4 – испытываемое РС; 5 – ременная передача; 6 – электродвигатель

Для получения асимметричного синусоидального цикла, который является основным циклом нагружения, резьбовые соединения-образцы нагружаются дополнительной постоянной силой.

Стенд состоит из следующих основных узлов: механизма нагружения РС переменной, изменяющейся по синусоидальному закону, силой; механизма нагружения РС постоянной силой; механизма создания дополнительного момента отвинчивания. Указанные механизмы смонтированы на станине 1 (рис. 2), которая установлена на фундамент 2. Станина состоит из швеллеров №20, соединенных болтами. Механизм нагружения соединения переменной силой состоит из коромысла 3, неуравновешенных масс 4,

ременной 5 и зубчатой 6 передач. Коромысло одним концом установлено на оси 7 и имеет возможность вращаться вокруг нее. В другом конце в подшипниках качения установлен вал 8, на котором закреплены неуравновешенные массы.



Вращающий момент от двигателя 9 через ременную и зубчатую передачи передаются на вал. При его вращении возникает центробежная сила, действующая на испытуемое соединение. Величина переменной силы регулируется набором сменных масс. Механизма нагружения резьбового соединения постоянной силой состоит из каната 10, удерживающего опорный узел вала, и двух пружин 11, установленных в стаканах. К ветвям каната прилагаются усилия пружин, чем достигается нагружение испытуемого соединения постоянной силой. Механизм отвинчивания 12 состоит из торцового ключа, надетого на торсионный вал, шкива, каната и нагружающего устройства. Пружина нагружающего устройства воздействует через канат на шкив и создает момент отвинчивания. Величина момента отвинчивания регулируется деформацией пружины.

Техническая характеристика стенда

Размеры резьбовых соединений-образцов, мм	M8...M24
Цикл нагрузки асимметричный синусоидальный	$F_m=(0...5000 \text{ Н})$, $F_a=(0...2500 \text{ Н})$
Производительность, циклов/мин	до 3000
Режим работы – полуавтоматический с самоотключением стенда.	

На данном стенде в лабораторных условиях можно проводить экспериментальных исследования интенсивности падения усилия затяжки резьбовых соединений, изготовленных различными технологическими процессами и эксплуатируемых под действием вибрационных нагрузок, т.к. все существующие конструкторские мероприятия по повышению стабильности затяжки РС направлены на предотвращение перемещений либо в резьбе между витками болта и гайки, либо в стыках между болтом или гайкой и скрепляемыми деталями. Однако, даже исключив эти перемещения, нельзя быть уверенным в сохранении силы предварительной затяжки РС, так как остается не изученным влияния на ослабление затяжки изменений, происходящих во внутренней структуре материала болта, в процессе вибрационного воздействия.

Список литературы

1. Егужев, А.М., Алажев А.К. *Общеметодологические принципы повышения надежности резьбовых соединений сельскохозяйственных машин и орудий // Тракторы и сельхозмашины. – 2016. - №6. – С. 35-39.*
2. Фаскиев, Х.А. *Повышение долговечности соединения картера с шаровой опорой переднего моста грузового автомобиля // В сборнике: Современные исследования в сфере естественных, технических и физико-математических наук: Сборник результатов научных исследований. – Киров. – 2018. – С. 532-540.*
3. Родионов, Ю.В. *Обеспечение стабильности затяжки резьбовых соединений при ремонте автомобилей: моногр./ Ю.В. Родионов, С.В. Суменков. – Пенза: ПГУАС, 2019. – 160 с.*

УДК 656.142

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ТРАНСПОРТНЫХ И ПЕШЕХОДНЫХ ПОТОКОВ

М.И. Романенко, канд. экон. наук, старший преподаватель кафедры «Экономика, организация и управление производством»

О.В. Дронина, студент группы 17ЭК1

***Пензенский государственный университет архитектуры
и строительства, Пенза***

Управление дорожным движением характеризуется сложностью взаимодействия транспортных и пешеходных потоков. Низкий уровень качества дорожных условий вызывает неизбежность дорожно-транспортных происшествий.

Согласно статистическим данным ежегодно в России происходит более 70 000 наездов на пешеходов, что составляет 25-50% от общего количества ДТП в зависимости от размера города. Стоит отметить, что треть из них зафиксирована на пешеходных переходах. В результате ДТП от 8,7 до 10 тысяч пешеходов гибнет из года в год [2].

Проведенный анализ статистических данных [5] позволил выявить динамику дорожно-транспортных происшествий с участием пешеходов за период 2018-2020 гг., которая представлена в таблице 1.

Таблица 1

Дорожно-транспортные происшествия с участием пешеходов за 2018-2020 гг.

Наименование показателя	2018 год		2019 год		2020 год	
	Погибло	Ранено	Погибло	Ранено	Погибло	Ранено
ДТП с участием пешеходов	5634	48377	5155	45666	4783	44534
В том числе в темное время суток	3992	19557	3525	17260	3314	17651

Проанализировав данные таблицы видно, что динамика инцидентов ежегодно идет на спад, но незначительно, количество раненных превышает количество погибших. Стоит отметить, что доля происшествий с летальным исходом, зафиксированных в темное время суток, составляет 69,3% в 2020 г., 68,4 % и 70,9% в 2019 и 2018 гг. соответственно.

Одной из причин сложившейся ситуации является плохая видимость пешеходов, низкая освещенность тротуаров и пешеходных переходов. Большинство из них не являются оборудованными для безопасного перехода дорог. При наличии сложных, туманных, заснеженных и дождливых погодных условиях резко снижается уровень видимости.

Помимо этого, можно выделить целый ряд причин, которые относятся к преобладающему количеству пешеходных переходов, в результате которых образуются не желаемые инциденты:

- низкая освещенность зоны, отведенной для перехода дороги;
- отсутствие тротуаров, обеспечивающих передвижение людей не по проезжей части;
- отсутствие пешеходных ограждений;
- нехватка информационных указателей о ближайшем месте для безопасного пересечения дороги.

Проблема взаимодействия транспортных и пешеходных потоков является злободневной, решение которой требует внедрения комплекса мер по повышению уровня безопасности дорожной сети [1].

Эксперты МОД «Союз пешеходов» выделяют подход, основанный на равенстве прав всех участников движения и формировании благоприятной среды для безопасного передвижения водителей автотранспортных средств и пешеходов [3].

За счет программы «Безопасные и качественные автомобильные дороги», реализуемой ежегодно во всех регионах и областях РФ, становится возможным обеспечить безопасность пешеходных переходов для транспортных и пешеходных потоков. За все время существования этой программы было восстановлено 5526 объектов, что составило 96% от намеченного плана. В 2019 году только в Пензенской области было восстановлено и улучшено 2353,8 км. дорог [4]. Благодаря этой программе смертность в результате ДТП снизилась до 11,7% (количество погибших на 100 тыс. населения).

Работы по снижению ДТП с участием пешеходов должны быть направлены на:

- усовершенствование светофоров (стойки светофоров подсвечиваются в цвет горящего сигнала светофора);
- установку прожектора освещения, который будет охватывать и проезжую часть, и пешеходную с двух сторон дороги;
- вмонтирование датчиков скорости и фиксирующей камеры нарушений в светофоры, корректно работающие как в дневное, так и в темное время суток;
- возведение пешеходных акведуков над загруженными участками дорог;
- установку стробоскопов и светодиодных знаков, выделяющих заблаговременно пешеходные переходы на трассе в том числе при погодных условиях, снижающих уровень видимости;
- создание звукового оповещения о нахождения пешехода в зоне пешеходного перехода;

- настройку работы светофоров в автоматическом режиме «зеленой волны» на протяжении всего времени, обеспечивающих беспрепятственное передвижение автотранспорта;
- устройство искусственных дорожных неровностей из поперечных линий, образованных термопластами, обеспечивающих снижение скорости автотранспортных средств;
- установку пешеходных ограждений.

Стоит отметить, согласно статическим данным, число ДТП с пострадавшими пешеходами на 24% ниже на дорогах с установленными ограждающими конструкциями.

Таким образом, проблема дорожно-транспортных происшествий, в том числе с участием пешеходов, является актуальной для всех регионов нашей страны без исключения. Принятие соответствующих мер и периодический контроль за их осуществлением позволит обезопасить всех участников дорожного движения, снизит травматизм и смертность населения.

Список литературы

1. Романенко И.И., Романенко М.И. Наука как движущая сила развития страны и ее современные проблемы // Инженерный вестник Дона, № 4, 2018. URL: <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2018/5332>.
2. ГИБДД РФ (Госавтоинспекция) URL: <https://xn--90adear.xn--p1ai/>.
3. Межрегиональное общественное движение «Союз пешеходов». URL: <https://www.souz-peshehod.ru>.
4. Национальный проект «Безопасные и качественные автомобильные дороги». URL: <https://bkdrf.ru>.
5. Статистика ДТП с участием пешеходов URL: <https://lga.ru>.

УДК 621.31

ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОГЕННЫМИ РИСКАМИ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

А.С. Соловской, магистрант 2 курса

О.К. Никольский, профессор, д-р техн. наук, профессор кафедры электрификации производства и быта

**Алтайский государственный технический университет
им. И.И. Ползунова, Барнаул**

Управление техногенным риском сводится, как правило, к обеспечению безопасности человека, его жизнедеятельности. В связи с этим

проводят анализ и оценку существующего риска, направленный на контроль, устранения или их минимизацию. Поэтому, целями управления техногенными рисками выступают снижение риска производственного ущерба, снижение травматизма. Но в то же время стремятся к минимизации затрат и максимизации дохода одновременно.

Вышеизложенное подтверждают многочисленные разработанные федеральные законы и руководства по безопасности. Так, в соответствии с ГОСТ Р 54145-2010 «Менеджмент рисков. Руководство по применению организационных мер безопасности и оценки рисков. Общая методология (переиздание от мая 2020)» устанавливается связь между технической и организационной безопасностью промышленного объекта. Эта связь устанавливает идею «смягчение последствий» - частные события могут быть предотвращены или минимизированы, если для каждого события реализуется функция безопасности. Функция безопасности является реализованной, если установлена эффективность барьеров безопасности [1].

Для любого агропромышленного предприятия поставлена цель идентифицировать и снижать риски, согласно законодательству в области технического регулирования. Контролирующими органами должен рассматриваться истинный уровень риска и наиболее влияющие факторы. Именно человеческие и организационные факторы оказывают наибольшее влияние на уровень риска – только 50% серьезных аварий связан с данными факторами. Одним из этапов методологии определения риска является вычисление серьезности частного критического события, который может быть реализован с использованием искусственных нейронных сетей.

Всплеск развития искусственных нейронных сетей приходится на середину двадцатого века с исследованиями У. Маккаллоха и У. Питтса. Значительное внимание к искусственному интеллекту подтолкнуло к возрастанию публикаций по нейронным сетям. Поэтому, уже на сегодняшний день есть возможность утверждать о достижении определенных успехов для решения сложных задач на основе нейронных сетей [2].

К моменту создания первых нейронных сетей о нейронах было известно уже довольно много, поскольку ряд ученых получили Нобелевскую премию в 1963 году за изучение биохимических и биоэлектрических изменений, происходящих при передаче и обработке сигналов – носителей нервной информации. Однако ключевым оказался вывод о возможности существенного упрощения описания реального нейрона путем замены принципов происходящей в нем обработки информации несколькими простыми зависимостями. Такой крайне упрощенный нейрон все равно позволяет создавать сети, обладающие интересными и полезными свойствами, но в то же время такой нейрон можно легко построить, в соответствии с рисунком 1.

Реальный биологический нейрон обладает чрезвычайно богатой и

разнообразной структурой. Его технический аналог (рисунок 1) очень сильно упрощен по сравнению с его структурой, а еще более по сравнению с функциями, которые способен выполнять оригинал. Но это не мешает искусственным сетям описывать весьма сложное и интересное поведение нейронов. Именно благодаря сильному упрощению искусственные нейроны могут быть относительно легко и недорого реализованы в простой электронной схемы (первые нейронные сети создавались в виде специализированных электронных машин, называемых персептронами) либо смоделированы в форме программы, имитирующей функционирование такой клетки на компьютере.

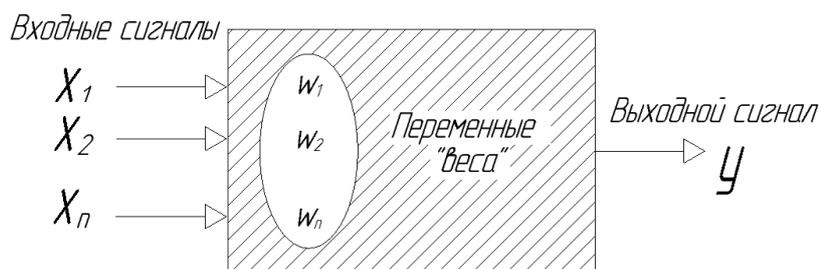


Рисунок 1 – Структура и основные элементы искусственного нейрона

Искусственные нейронные сети нашли свое применение в задачах, когда классический алгоритм неудовлетворительно справляется с задачей или же условия задачи в процессе выполнения могут измениться и потребуются разработка нового алгоритма. Примерами применения нейронных сетей сегодня являются нейросети, распознающие образы. Именно изменчивость входных данных, их нелинейность обуславливает перспективу применения искусственных нейронных сетей для прогнозирования и управления техногенными рисками.

Модель, представленная на рисунке 1, может быть применима и к управлению техногенным риском. Управление техногенным риском сводится к идентификации рисков для снижения уровня возникновения опасных техногенных ситуаций [3].

Возможность использования нейронных сетей для управления техногенными рисками может быть реализована с использованием модели многослойного персептрона, рассмотренного на рисунке 2.

Модель для управления техногенным риском будет обладать детерминистическими свойствами (входной сигнал точно будет преобразован в выходной сигнал). Однако для лучшей реализации управления необходимо опираться на сигмоидальную функцию нейронных сетей, поддерживающая связь между линейным и нелинейным поведением функции. Примером сигмоидальной функции является логистическая функция, задаваемая выражением:

$$\varphi(v) = \frac{1}{1 + \exp(-\alpha v)} \quad (1)$$

где α – параметр наклона сигмоидальной функции.

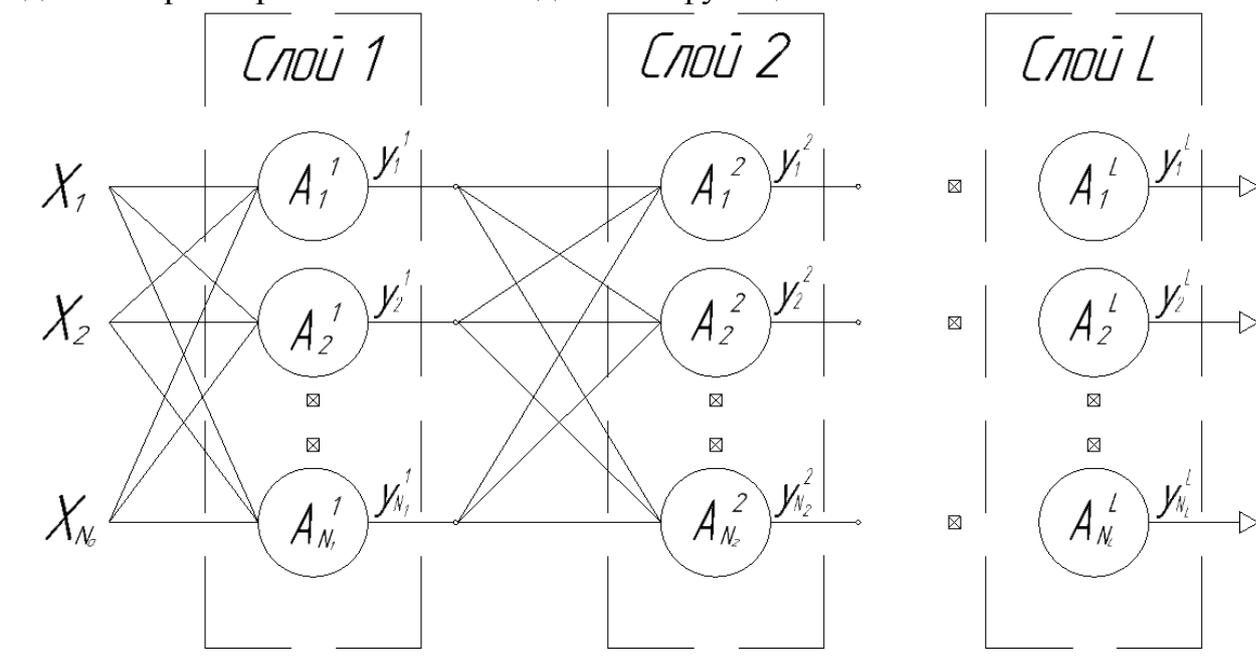


Рисунок 2 – Структура многослойного перцептрона для управления техногенными рисками

Область значений функции активации может быть представлена отрезком

$$\varphi(v) = \begin{cases} 1, & \text{если } v > 0; \\ 0, & \text{если } v = 0, \end{cases} \quad (2)$$

Представленные модели нейронных сетей позволят более точно оценивать возможность возникновения риска на ранних этапах и соблюдать равновесие между количеством параметров и точностью прогноза. Способность нейронных сетей обучаться за счет представленных данных и повышать свою эффективность способствуют дальнейшему развитию нейронных сетей для реализации управления техногенными рисками в агропромышленном комплексе.

Список литературы

1. ГОСТ Р 54145-2010 «Менеджмент рисков. Руководство по применению организационных мер безопасности и оценки рисков. Общая методология»: национальный стандарт Российской Федерации : дата введения 2011-09-01 / Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. – Изд.официальное. – Москва: Стандартинформ, 2020. – 39с.
2. Барский А.Б. Логические нейронные сети: Учебное пособие / А.Б. Барский. – Москва: Бином, 2013. - 352 с.
3. Андреева О.Н. Автоматическое управление рисками техногенных аварийных ситуаций в режиме реального времени / О.Н. Андреева // Проблемы развития корабельного вооружения и судового радиоэлектронного оборудования. – 2019. - №1. – С. 10-16.

УДК 624.046.5

ВЕРОЯТНОСТНЫЙ АНАЛИЗ УСТОЙЧИВОСТИ СЖАТЫХ СТЕРЖНЕЙ ФЕРМ

А.А. Соловьева, аспирант кафедры промышленного и гражданского строительства

С.А. Соловьев, канд. техн. наук, доцент кафедры промышленного и гражданского строительства

Вологодский государственный университет, Вологда

Фермы входят в состав конструкций покрытий многих зданий и сооружений в виде стропильных и подстропильных систем. Безопасность пребывания людей в зданиях, непрерывность технологических процессов, надежность других элементов строительных конструкций зависят от надежности фермы в целом и от элементов фермы в частности. Одной из распространенных причин отказов ферм является потеря устойчивости сжатых стержней – опорного раскоса, стойки или элемента верхнего пояса.

Вступивший в силу с 2010 года Федеральный Закон РФ №384-ФЗ под понятием механической безопасности подразумевает отсутствие недопустимого риска. Одной из составляющих оценки риска является вероятность отказа (или вероятность безотказной работы). В данной работе предлагается рассмотреть вероятностные подходы к оценке надежности сжатых стержней ферм по критерию их устойчивости.

В табл. Д.1 СП 16.13330.2017 приведены значения коэффициентов устойчивости при центральной сжатии φ в зависимости от условной гибкости элемента $\bar{\lambda}$ для различных типов сечений. Использование формул (8)-(9) СП 16.13330.2017 с учетом изменчивости предельного напряжения стали значительно усложнят расчет надежности и вероятностный анализ стержня фермы на устойчивость, вследствие сложной нелинейной эмпирической зависимости параметров φ и R_y . В связи с этим, для расчета надежности будет использовать зависимости, полученные путем аппроксимации значений, приведенных в таблице Д.1 СП 16.13330.2017 (рис. 1).

Рассмотрим вариант расчета надежности элемента стальной фермы по критерию устойчивости с типом сечения «а».

В соответствии с рис. 1, для данного типа сечения можно записать:

$$\varphi = 1,003 - \lambda^2 \frac{R_y}{E}, \quad (1)$$

где λ – гибкость элемента;
 E – модуль упругости стали.

С учетом (1), математическую модель предельного состояния для расчета надежности сжатого элемента фермы по критерию устойчивости можно записать в виде:

$$\tilde{N} \leq N_{ult} = R_y A \left(1,003 - \lambda^2 \frac{R_y}{E} \right), \quad (2)$$

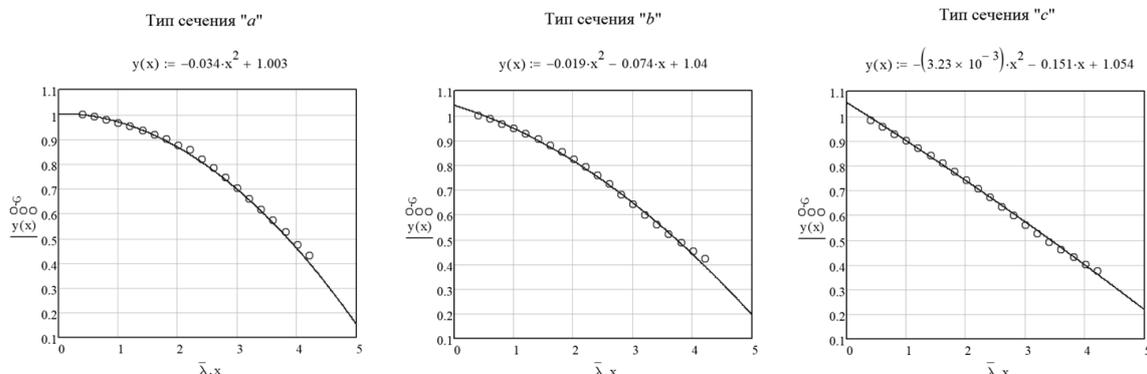


Рисунок 1 – Зависимость $\varphi - \bar{\lambda}$ для различных типов сечений по табл. Д.1 СП 16.13330.2017

где \tilde{N} – усилие сжатия в элементе фермы (волнистой линией обозначается случайная величина); N_{ult} – предельное усилие в сжатом элементе фермы по критерию устойчивости.

В данном варианте расчета надежности в качестве случайной величины принято усилие сжатия в элементе фермы \tilde{N} . Данная случайная величина представляет собой сумму случайных величин: нагрузки от собственного веса конструкций, климатических и технологических нагрузок и воздействий. Подробную информацию по анализу случайных нагрузок и воздействий на конструктивные элементы зданий и сооружений можно найти в работах [1, 2 и др.].

Случайная величина \tilde{N} характеризуется определенным законом распределения вероятностей. В наиболее распространенных случаях расчета надежности, случайную величину \tilde{N} можно представить как описываемую нормальным распределением вероятностей. В этом случае оценку вероятности безотказной работы элемента фермы можно получить по формуле:

$$P = \Phi \left(\frac{N_{ult} - m_N}{S_N} \right), \quad (3)$$

где m_N – математическое ожидание усилия сжатия в элементе фермы;
 S_N – среднеквадратическое отклонение усилия сжатия в элементе фермы;
 $\Phi()$ – табличные значения интегральной функции Лапласа [3].

Целевое значение показателя надежности, например, по Eurocode 0 «Basis of structural design» составляет $\Phi(3,8)$ для конструкций класса RC2 после 50 лет эксплуатации.

Выводы:

1. Рассмотрен вероятностный подход к оценке надежности сжатых элементов ферм по критерию устойчивости;

2. В случае недостаточного уровня надежности при ее оценке на стадии проектирования фермы, необходимо увеличить сечение элемента фермы, тем самым повысив значение N_{ult} . На стадии эксплуатации возможно усиление фермы или изменение расчетной длины элемента фермы.

Список литературы

1. Кургузов К.В., Фоменко И.К., Шубина Д.Д. Вероятностно-статистическое моделирование нагрузок и воздействий // Вестник МГСУ. 2020. Т. 15. Вып. 9. С. 1249–1261.
2. Соловьев С.А. Моделирование случайной статической нагрузки на покрытия сооружений при неполной статистической информации // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2020. Т. 16. № 4. С. 243-249.
3. Мкртычев О.В., Райзер В.Д. Теория надежности в проектировании строительных конструкций. М.: АСВ, 2016. 908 с.

УДК 624.154

ВЛИЯНИЕ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕНИЯ НА УСТОЙЧИВОСТЬ СВАЙ В РАЙОНАХ ВЕЧНОЙ МЕРЗЛОТЫ

Л.А. Сушев, аспирант кафедры промышленного и гражданского строительства

Вологодский государственный университет, Вологда

Свайные фундаменты являются распространенным конструктивным решением для многих зданий и сооружений, эксплуатируемых в условиях вечной мерзлоты. В исследовании [1] отмечается, что «антропогенное влияние на температуру воздуха стало практически заметным начиная с 1970 г., что приводит к повышению температуры вечномерзлых грунтов и, как следствие, к потере несущей способности оснований. Данный процесс уже наблюдается в настоящее время и сопровождается деформациями инженерных сооружений». Следовательно, вопрос оценки безопасности эксплуатации фундаментов строительных конструкций и инженерных сооружений является крайне актуальным на данный момент. Одним из распространенных типов фундаментов в вечной мерзлоте является свайный фундамент.

В соответствии со Сводом Правил 25.13330.2012 «Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах», критерий устойчивости свай в свайных фундаментах с учетом действия касательных сил морозного

пучения можно сформулировать в следующем виде:

$$\tau_{fh}A_{fh} - F \leq \frac{\gamma_c}{\gamma_n} F_r, \quad (1)$$

где τ_{fh} – распределенная по боковой поверхности сваи сила морозного пучения грунта;

A_{fh} – площадь боковой поверхности сваи по глубине сезонного промерзания-оттаивания грунта;

F – сосредоточенная нагрузка на сваю;

F_r – расчетное значение силы, удерживающей сваю от выпучивания;

γ_c и γ_n – коэффициенты условий работы и надежности.

Расчетная нагрузка на сваю F с течением времени при сохранении функционального назначения сооружения остается неизменной. В то же время, с учетом увеличения температуры и соответствующего увеличения глубины промерзания-оттаивания, сила морозного пучения грунта τ_{fh} распределяется по все большей площади боковой поверхности сваи A_{fh} , а удерживающая сваю сила F_r также уменьшается.

В данной работе предлагается проанализировать процент снижения несущей способности сваи в вечномерзлых грунтах с учетом фактора глобального потепления по математической модели предельного состояния (1).

С учетом глобальных экспериментальных исследований глубины активного слоя грунта с 1995 по 2007 годы в регионах с вечной мерзлотой [2] установлено, что в среднем за год глубина активного слоя (слоя, в котором происходит процесс промерзания-оттаивания грунта) повышается на 5 см. Примем данную линейную модель для моделирования изменения глубины активного слоя грунта.

Рассмотрим пример. Пусть дана свая круглого поперечного сечения диаметром $d=300$ мм (радиус $r=150$ мм). Общая длина сваи $H=6$ м. Сосредоточенная расчетная нагрузка на сваю $F=400$ кН. Касательная сила морозного пучения по боковой поверхности промерзающего/оттаивающего грунта постоянная по длине сваи и равна $\tau_{fh}=100$ кПа. Математическую модель предельного состояния (1) представим в виде функции, характеризующую наступление предельного состояния при превышении нуля в виде: $R = \tau_{fh}A_{fh} - F - \frac{\gamma_c}{\gamma_n} F_r \leq 0$. С учетом положений СП 25.13330.2012,

данное выражение можно преобразовать к функции зависимости от глубины промерзания-оттаивания грунта h как:

$$R = \tau_{fh}(2\pi rh) - F - \frac{\gamma_c}{\gamma_n} [uf(H-h)] \leq 0, \text{ где } u - \text{периметр поперечного сечения}$$

сваи, f – расчетное сопротивление i -го слоя талого грунта сдвигу по поверхности фундамента (примем в примере $f=12$ кПа по всей высоте сваи $H-h$), принимаемое в соответствии с требованиями СП 24.13330.2011

«Свайные фундаменты».

Из рисунка 1 видно, что после достижения глубины промерзания-оттаивания грунта значения $h=4,5$ м, свая потеряет устойчивость, что послужит причиной развития неравномерных деформаций здания с возможной аварией. Если условно принять, что на данный момент глубина промерзания-оттаивания грунта равна 2,5 м, то исходя из линейной модели [2], свая потеряет устойчивость через $(450-250)$ см / 5 см в год = 40 лет. С учетом возможного завышенного значения F , т.к. в весенний или осенний период снеговая нагрузка может отсутствовать, свая может потерять устойчивость и раньше.

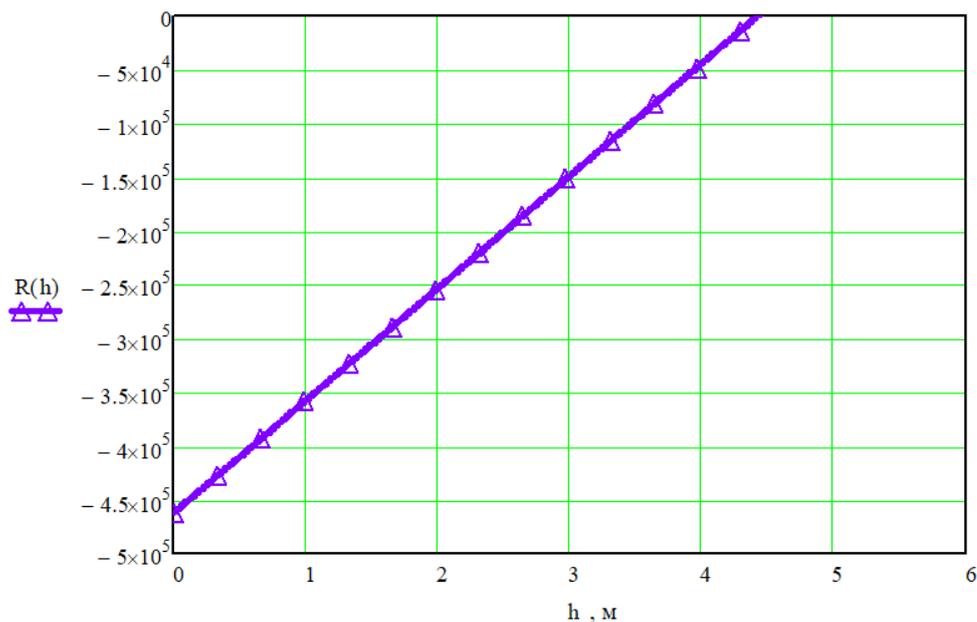


Рисунок 1 – Изменение функции предельного состояния сваи по критерию устойчивости в зависимости от изменения глубины промерзания-оттаивания грунта

Выводы:

1. Рассмотрена проблема снижения несущей способности свай и свайных фундаментов в регионах с вечной мерзлотой;
2. Установлено, что увеличение глубины промерзания-оттаивания грунта существенным образом влияет на устойчивость свай в процессе их эксплуатации. Данный параметр следует контролировать при обследованиях категории технического состояния строительных объектов;
3. Дальнейшее развитие исследования вопросов безопасности эксплуатации свай должно сопровождаться вероятностным анализом их надежности [3].

Список литературы

1. Хрусталева Л.Н., Давыдова И.В. Прогноз потепления климата и его учет при оценке надежности оснований зданий на вечномерзлых грунтах // Криосфера Земли. 2007. № 2. С. 68–75.

2. Wu Q., Zhang T. Changes in active layer thickness over the Qinghai-Tibetan Plateau from 1995 to 2007 // *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*. 2010. Vol. 115. Pp. 1-12.
3. Соловьев С.А. Вероятностная оценка промышленной безопасности при неполной статистической информации // *Безопасность труда в промышленности*. 2020. № 9. С. 88-93.

УДК 628.931:621.31

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УДЕЛЬНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ МОЩНОСТИ УЛИЧНОГО ОСВЕЩЕНИЯ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ РАСЧЕТНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

Н.А. Тюрина, магистрант

*А.А. Грибанов, канд. техн. наук, доцент кафедры электроснабжения
промышленных предприятий*

***Алтайский государственный технический университет
им. И.И. Ползунова, Барнаул***

Одной из важнейших проблем современных городов является обеспечение безопасности дорожного движения. Год от года стремительно растет число участников дорожного движения, что напрямую влияет на число дорожно-транспортных происшествий. Обеспечение безопасности дорожного движения требует комплекса мероприятий и мер, направленных на предотвращение физического дискомфорта участников движения. Одним из таких мероприятий является проектирование оптимального освещения улиц. Проектирование системы наружного освещения, как и проектирование любой системы электроснабжения, берет свое начало с расчета электрических нагрузок, которые в нашем случае называются осветительными [2]. Метод удельной мощности – наиболее простой в использовании метод расчета осветительных нагрузок, позволяет приближенно рассчитать мощность источников света, необходимых для достижения нормируемой освещенности используя всего лишь четыре параметра: нормируемую освещенность территории, для которой проектируется освещение, высоту подвеса источников света, площадь освещаемой территории и удельную мощность на единицу площади освещаемой территории. Наряду с явными преимуществами метод удельной мощности обладает и существенным недостатком, ограничивающим его практическое использование, который заключается в том, что значений удельной мощности для проектирования систем наружного освещения на данный момент не существует. Для получения значений удельной мощности был проведен комплекс расчетных экспериментов, суть которого представлена ниже.

Для расчета электрических нагрузок методом удельной мощности

IV Национальная научно-практическая конференция «АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ НАУКИ И ПРАКТИКИ В РАЗЛИЧНЫХ ОТРАСЛЯХ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА»

следует задаться необходимыми размерами дорог. Понятие дорога включает в себя понятие проезжей части, обочины, разделительной полосы, длина которых зависит от категории дорог. Параметры элементов автомобильных дорог нормированы в СП 34.13330.2012 Автомобильные дороги.

Ширина дорог рассчитывается по формуле (1):

$$L = n \cdot L_{\text{п}} + L_{\text{о}} + L_{\text{р.п.}} \quad (1)$$

где L – ширина земляного полотна;

n – число дорожных полос;

$L_{\text{п}}$ – ширина дорожной полосы;

$L_{\text{о}}$ – ширина обочины;

$L_{\text{р.п.}}$ – ширина разделительной полосы.

Для дорог с 6 полосами движения ширина определяется так:

$$L_1 = 6 \cdot 3,75 + 3,75 + 6 = 32,25.$$

Для дорог с 4 полосами движения, категории IB:

$$L_2 = 4 \cdot 3,75 + 3,75 + 0 = 18,75.$$

Для дорог с 4 полосами движения, категории IV:

$$L_3 = 4 \cdot 3,5 + 2,5 + 0 = 16,5.$$

Для дорог с 2 полосами движения, категории IB:

$$L_1 = 2 \cdot 3 + 2 + 0 = 8.$$

Высота подвеса светильников выбрана: 6,5 м, 8 м, 10 м.

Следующий этап – определение нормируемой освещенности территории. Нормируемая освещенность наружных установок определяется в ГОСТ Р 55706-2013 Освещение наружное утилитарное. Для определения средней освещенности дороги необходимо знать категорию и класс объекта по освещению, которые определяются по таблице 1 ГОСТ Р 55706-2013. Зная эти данные определяются следующие нормируемые параметры: средняя яркость дорожного покрытия, продольная равномерность яркости, общая равномерность яркости, пороговое приращение яркости, средняя освещенность и равномерность освещенности. Данные параметры нормируются в таблице 3 ГОСТ Р 55706-2013 [3].

Затем осуществляется выбор источников света. Поскольку в нормативной документации не указаны требования и рекомендации к типам источников света и их светотехническим характеристикам, то в эксперименте участвовали исключительно светодиодные источники света.

Расчет удельной мощности ведется в программе Dialux evo 8.2. Перед расчетом в зависимости от категории и класса объекта по освещению задаются: средняя яркость дорожного покрытия, продольная равномерность яркости, общая равномерность яркости, пороговое приращение яркости, средняя освещенность и равномерность освещенности, а также высота подвеса, и ширина дорожного покрытия. Далее с помощью функции равномерного распределения светильников устанавливаются выбранные источники света. В эксперименте применяется установка источников света по обе стороны дороги. Необходимо контролировать фактические значения

параметров, не допускать их снижения ниже нормируемого значения. По итогам автоматизированного расчета программа формирует отчет о его результатах, указывая количество светильников и их расположение, удельную мощность, суммарную мощность, светоотдачу, освещенность в точках дорожного покрытия, площадь помещения, выводит рисунок изолиний.

Для каждой класса дорог по освещенности был проведен расчетный эксперимент.

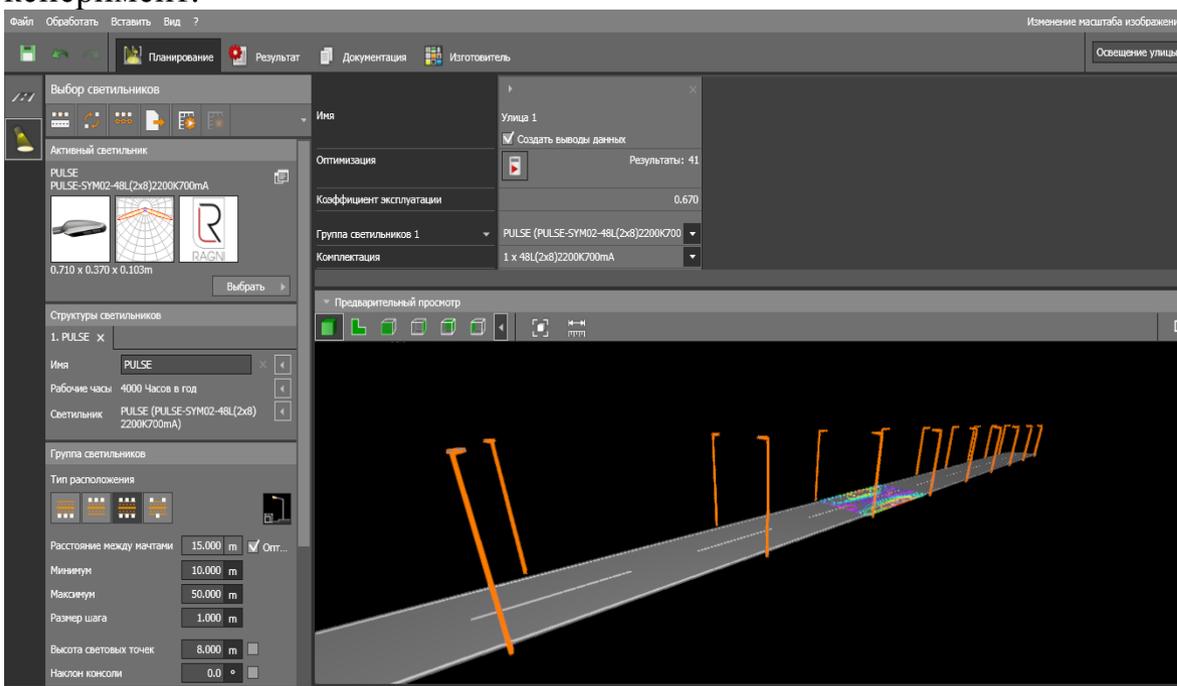


Рисунок 1 – Расчетный эксперимент в среде Dialux evo 8.2

Транспортные связи в пределах жилых районов, расчетная скорость 60 км/ч. Преимущественный вид транспорта: легковой, специальный, грузовой транспорт, общественный пассажирский транспорт, пересечение с магистралями в одном уровне. Источники расставлены по обе стороны от дороги. Высота подвеса источников света 6,5 м.

$$\bar{E}=15 \text{ лк}; H_p=6,5 \text{ м.}$$

Значения удельной мощности для первого расчетного случая представлены в таблице 1.

Таблица 1

Значения удельной мощности для первого расчетного случая

Наименование светильника	L, м			
	8	16,5	18,75	32,25
Pulse	16632	14325	12839	11516
Digi street	16324	13948	12440	11292
URBANO	41832	38835	36325	31905
Puck Pole	2391	2309	2109	1953
Street	5810	4242	3567	2848
Lugson	16102	12715	11028	10400

IV Национальная научно-практическая конференция «АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ НАУКИ И ПРАКТИКИ В РАЗЛИЧНЫХ ОТРАСЛЯХ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА»

Условия как в вышеизложенном расчетном эксперименте. Источники расставлены по обе стороны от дороги. Высота подвеса источников света 8 м.

$$\bar{E}=15 \text{ лк}; H_p=8 \text{ м}$$

Значения удельной мощности для второго расчетного случая представлены в таблице 2.

Таблица 2

Значения удельной мощности для второго расчетного случая

Наименование светильника	L, м			
	8	16,5	18,75	32,25
Pulse	30814	27519	23908	21076
Digi street	28229	26308	21505	19349
URBANO	83327	81869	78302	76837
Puck Pole	4225	3125	2876	1575
Street	13663	11715	3876	7137
Lugson	21347	19880	17320	15580

После проведения всех экспериментов наступает этап формирования таблиц удельной мощности для каждого источника в отдельности.

Значения удельной мощности для источника Pulse представлены в таблице 3.

Таблица 3

Значения удельной мощности для источника Pulse

H _p , м	L, м	\bar{E} , лк				
		6	10	15	20	30
6,5	8	13392	15336	16632	19696	21600
	16,5	12090	13233	14325	17390	20600
	18,75	10497	11418	12839	15119	18212
	32,25	8335	9967	11516	12413	15685
8	8	22507	25929	30814	34948	38340
	16,5	19803	23520	27519	32215	35510
	18,75	17370	21807	23908	29056	33217
	32,25	15118	18802	21076	26508	30153
10	8	39200	42305	44860	47870	52349
	16,5	37105	39063	42580	44480	50219
	18,75	33920	37440	39413	42097	47502
	32,25	30880	35300	36989	40556	45328

Список литературы

1. СП 34 13330.2012. Автомобильные дороги: дата введения 2013- 07- 01. – Москва: Стандартинформ, 2019. – 153с.
2. Жук, В. Л. Прогнозирование потребления электроэнергии предприятием с помощью искусственной нейронной сети / В. Л. Жук, А. Н. Попов // Горизонты образования. – 2018. – № 20. – С. 3.06.
3. ГОСТ Р 55706-2013. Освещение наружное утилитарное. Классификация и нормы: дата введения 2014-07-01. – Москва: Стандартинформ, 2019. – 14с.

УДК 621.113.8

КОНТРОЛЬ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГИДРОБЛОКА ТРАНСМИССИИ

И.И. Фахрутдинов, студент группы 20ЭТМК1м

Э.В. Трачук, студент группы 18ЭТМК1

Р.И. Дашкин, студент группы 18ЭТМК1

П.Ю. Железняков, аспирант

В.В. Лянденбургский, канд. техн. наук, доцент

***Пензенский государственный университет архитектуры
и строительства, Пенза***

Автоматическая коробка передач состоит из многих элементов, и каждый из них способен нести в себе много неисправностей, которые возникают по различным причинам, в том числе и из-за неправильного обслуживания АКПП.

Пожалуй, самой ненадежной частью АКПП является блок управления (гидроблок), так как он отвечает за переключение передач, то есть другими словами это «мозги» коробки передач. Функция его так же заключается в подводе охлаждения по масляным каналам.

Так как гидроблок отвечает за распределение потоков и давления трансмиссионной жидкости, то рывки и удары при езде являются признаками именно гидроблока АКПП. Тщательное диагностирование является обязательным при ремонте гидроблока, ведь если сделать это несвоевременно, то из-за одной мелкой неисправности легко можно получить целую цепочку проблем, которые явно выйдут дороже, чем диагностика, которая отведет от множества неисправностей будущего. А это очень трудоемкая и дорогостоящая работа, которую выполнить собственными руками не всегда возможно.

Диагностика выполняется при разобранной АКПП. Вакуумная диагностика на основании показателей манометра покажет, насколько изношен гидроблок. Неисправности АКПП носят ярко выраженный характер, сопровождается он повышенной вибрацией, скрежете при переключении, толчков и ударов.

Причинами поломки гидроблока могут служить не только заклинившие или загрязненные клапана, от использования некачественного масла со стружкой или прочими отложениями, так же наличие задиров на поверхности муфт, каналов и золотников, разбитость пружин.

Каждая неисправность носит определенный характер. Так из-за частых резких разгонов и переключений могут выйти из строя фрикционы. Бывает, такой стиль вождения может приводить к не менее неприятной проблеме, как поломка ножного выключателя режима Kick Down. Этот режим активизируется, когда необходимо резко нажать педаль акселератора, поэтому коробка должна понизить передачу при повышении оборотов

IV Национальная научно-практическая конференция «АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ НАУКИ И ПРАКТИКИ В РАЗЛИЧНЫХ ОТРАСЛЯХ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА»

коленчатого вала. Если такая неисправность присутствует, то переключения передачи не происходит, а соответственно автомобиль не разгоняется.

Принцип действия выключателя. После нажатия на педаль газа происходит замыкание выключателя и на соленоид подается ток, в результате шток выдвинется наружу и откроет клапан Kick Down.

Функция кикдаун несомненно полезна, но не всегда надежна, ведь каждое ее включение негативно сказывается не только на гидроблоке, но и самой АКПП. Единственное решение этого вопроса – правильное и грамотное использование режима Kick Down, своевременное нажатие педали газа, отпускание и интенсивность ее использования приводит к возникновению неисправностей.

Чтобы понять, что именно необходимо проверить в первую очередь, необходимо использование опросной части (рис. 1-5) бортовой системы диагностирования.

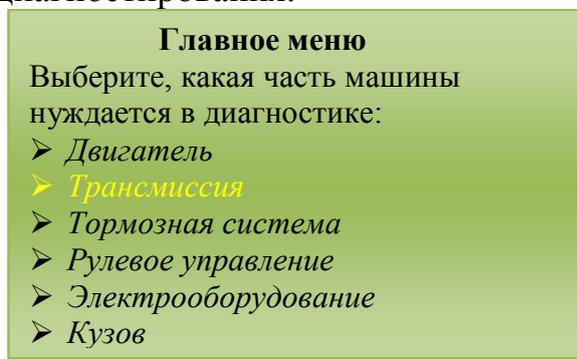


Рисунок 1 – Главное меню

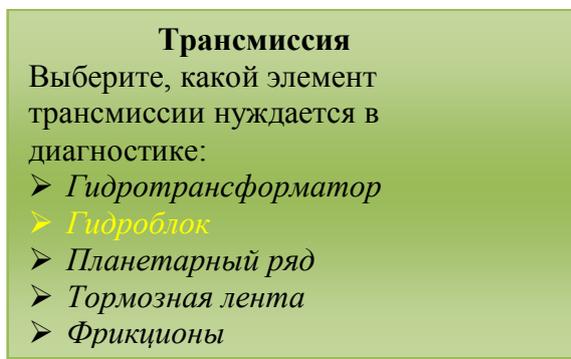


Рисунок 2 – Элемент трансмиссии

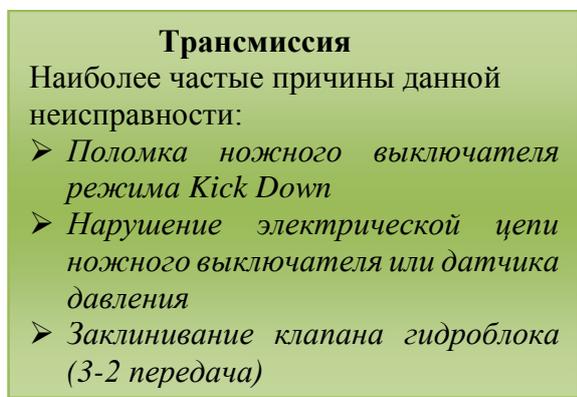


Рисунок 3 – Причины неисправности

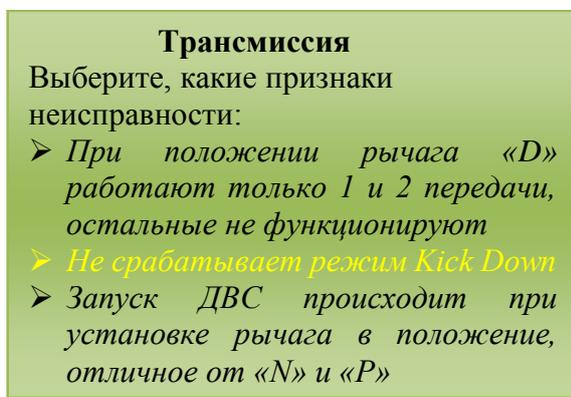


Рисунок 4 – Признаки неисправности



Рисунок 5 – Способ устранения неисправности

Данная система предназначается для применения водителем авто или

оператором и выдаче данных на ЭВМ о работе того или иного элемента неисправного автомобиля. Простое использование системы в виде опроса позволяет обнаружить с большей вероятностью неисправности.

Список литературы

1. ГОСТ 26–003–80 ЕССП. Система интерфейса для измерительных устройств с байт-последовательным и бит-параллельным обменом информацией. – Москва: Изд-во стандартов. – 1980. – 78 с.
2. ГОСТ 26–003–80 ЕССП. Система интерфейса для измерительных устройств с байт-последовательным и бит-параллельным обменом информацией. – М.: Изд-во стандартов. – 1980. – 78 с.
3. ГОСТ Р 51709-2001 "Автотранспортные средства. Требования безопасности к техническому состоянию и условия проверки". Москва: Госстандарт России, – 2005. – 43 с.
4. ГОСТ Р 51709-2001 "Автотранспортные средства. Требования безопасности к техническому состоянию и условия проверки". М, Госстандарт России. – М.: Изд-во стандартов. – 2001. 43 с.
5. Лянденбургский В.В. Совершенствование компьютерного обеспечения технической эксплуатации автомобилей: монография / В.В. Лянденбургский, А.С. Иванов – Пенза, ПГУАС 2012. - 398 с.
6. Лянденбургский, В.В. Анализ и перспективы встроенных средств диагностирования автомобилей: монография / В.В. Лянденбургский, Г.И. Шаронов, М.В. Нефедов. – lap-lambert-academic-publishing, 2014. – 308 с.
7. Экспертные системы. Принципы работы и примеры: пер. с англ. /А. Брукинг, П. Джонс, Ф. Кокс.; под ред. Р. Форсайта. – Москва: Радио и связь, 1987. – 224 с.

УДК 691.327:666.97.022.32-16

КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ДИСПЕРСНЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ ИЗ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА И МЕСТНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ВЫСОКОПРОЧНЫХ ПОРОШКОВО- АКТИВИРОВАННЫХ БЕТОНАХ

В.Л. Хвастунов, профессор, д-р техн. наук, профессор кафедры «Технологии строительных материалов и деревообработки»

К.Н. Махамбетова, канд. техн. наук, доцент кафедры «Технологии строительных материалов и деревообработки»

И.В. Колесников, аспирант

Я.И. Телегин, магистрант

**Пензенский государственный университет архитектуры
и строительства, Пенза**

А.В. Хвастунов, канд. техн. наук, директор

ООО «Проектно-конструкторское бюро «Зодчий», Пенза

За последние 20 лет в строительном комплексе России происходят существенные положительные изменения с точки зрения темпов

IV Национальная научно-практическая конференция «АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ НАУКИ И ПРАКТИКИ В РАЗЛИЧНЫХ ОТРАСЛЯХ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА»

строительства производственных, жилых, общественных зданий и специальных сооружений, применения высокоэффективных материалов и технологий, современных машин и аппаратов, механизации и автоматизации производственных процессов и т.д.

Реализация приоритетных национальных проектов во всех сферах производственной деятельности, в том числе в строительстве «Доступное и комфортное жилье гражданам России» поставила перед строителями новые грандиозные задачи. Они заключаются в том, что разнообразие конструктивных элементов зданий и сооружений требует внедрения и применения экономически оправданных технологий. Общеизвестно, что бетонные и железобетонные конструкции, из которых возводятся каркасы зданий и сооружений различного назначения, независимо от использования сборной или монолитной технологии являются стратегической основой строительного комплекса. Поэтому разработка высокоэффективных бетонных и железобетонных конструкций на предприятиях строительной индустрии с обновленными техническими уровнями, а также внедрение прогрессивных технологий и материалов в монолитном строительстве является чрезвычайно актуальной задачей.

Разработка технологии модифицированных высокопрочных бетонов с минимально возможным расходом цемента на единицу прочности, относительно быстротвердеющих при нормально-влажностных условиях твердения или с минимальным расходом тепловой энергии для ускорения процесса их твердения позволит решить многие технико-экономические показатели конструкций, как в сборном, так и в монолитном варианте их изготовления.

Как показали наши исследования [1-7], бетонные и железобетонные конструкции из щебеночных и мелкозернистых порошково-активированных высокопрочных бетонов классов по прочности от В20 до В120 имеют низкий расход цемента на единицу прочности (0,20-0,45 кг на 1 кг/см²), имеют низкую пористость и в результате этого обладают высокой водонепроницаемостью (W8-W18), морозостойкостью (F400-F1000), коррозионной стойкостью по отношению к хлористым, сульфатным, магниевым, карбонатным солям. Разработка таких бетонов основывалась на реализации теоретических и практических этапов эволюционного развития бетона и железобетона, связанных с появлением супер- и гиперпластификаторов, широким внедрением в составы бетонов микрокремнеземов, микрокаолинов, молотых горных пород, кварцевой муки, использованием мелких природных песков для улучшения гранулометрии щебеночных и песчаных фракций.

При создании новых видов бетонов были также реализованы наукоемкие фундаментальные положения, связанные с изучением физико-химических основ поведения агрегативно-устойчивых, предельно-концентрированных дисперсных систем на основе цемента, наполнителей,

гиперпластификаторов, воды, с пониманием химизма реакционных процессов, механизма гидратации и твердения сложных полиминеральных систем. Расшифровка и понимание электрокинетических явлений на границе раздела фаз позволила высказать гипотезу о перезарядке поверхности кислых пород в присутствии адсорбированного суперпластификатора под действием гидролизной извести цемента и адсорбцией катиона кальция на отрицательно-заряженных поверхностях. Применение добавок наполнителей в виде каменной муки к цементу в количестве от 10 до 100 % от его массы позволило вследствие лучшего реологического взаимодействия каменной муки с супер- и гиперпластификаторами по сравнению с цементом снизить существенное количество воды в бетонных смесях при сохранении их высокой подвижности.

Принимая во внимание тот факт, что в монолитном строительстве твердение бетона осуществляется с ограниченным режимом тепловлажностной обработки, то технология ускорения твердения бетона и формирования набора прочности из высокоподвижных бетонных смесей является актуальной проблемой. Продолжительность периода строительства монолитных зданий предопределяется временем достижения бетоном распалубочной прочности. На предприятиях строительной индустрии по производству сборного железобетона темп набора прочности при сравнительно низких температурах тепловлажностной обработки (при $t=40-50^{\circ}\text{C}$) также актуален, поскольку это способствует значительному снижению энергопотребления.

В наших исследованиях [1-7], также было отмечено, что комплекс из наполнителя в виде тонкомолотой каменной муки и гиперпластификатора выполняет физико-химическую и реологическую функцию, положительно влияющую на состав, структуру и свойства цементного композита.

Высокодисперсные наполнители для производственных целей могут быть получены различными способами: помолом горных пород (известняка, гранита, халцедона, базальта и др.), отходов производства (зол теплоэлектростанций, металлургических шлаков, боя керамического и силикатного кирпича, «горбушки» от газобетона, «корольков» от минеральной ваты), конденсацией при кипении минеральных расплавов (микрокремнезем), пылеосаждением отходящих газов печей различных производств (цементная и известковая пыль), пылеулавливанием циклонами и электрофильтрами (каменная мука от производства мелких и крупных заполнителей) и др.

С целью оценки эффективности действия комплексных добавок на прочность бетона использовались критерии:

показатель относительной суточной прочности бетона

$$K_c = R_{\text{п}} / R_{\text{н}}, \quad (1)$$

где $R_{\text{п}}$ – суточная прочность бетона с добавкой;

IV Национальная научно-практическая конференция «АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ НАУКИ И ПРАКТИКИ В РАЗЛИЧНЫХ ОТРАСЛЯХ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА»

R_n – суточная прочность бетона без добавки;
коэффициент набора суточной прочности бетона с комплексной добавкой с учетом водоредуцирования:

$$K_3 = K_c \cdot V_R, \quad (2)$$

где K_c – показатель относительной суточной прочности бетона;

$$V_R = (B/C)_n / (B/C)_п, \quad (3)$$

где $(B/C)_n$ – водоцементное отношение бетона без добавки;

$(B/C)_п$ – водоцементное отношение бетона с добавкой.

показатель теплоэнергоемкости высокопрочных порошково-активированных бетонов, связанный с затратами тепловой энергии на единицу прочности:

$$П_{тэ} = Q / R, \quad (4)$$

где Q – затраты тепловой энергии на 1 м^3 бетона;

R – прочность бетона, МПа.

Сведения о критериях оценки дисперсных наполнителей с использованием микрокремнезема, металлургического шлака, силикатного кирпича и халцедона приведены в табл. 1.

Расход добавки суперпластификатора С-3 во всех составах бетона составлял 1% от массы цемента.

Исследованиями установлено, что дисперсные наполнители на основе отходов силикатного кирпича, металлургического шлака и халцедона могут успешно конкурировать с дорогостоящим микрокремнеземом с точки зрения пластификации цементных композиций и формирования прочностных свойств бетонов, как в условиях низкотемпературных режимов тепловлажностной обработки, так и в условиях высокотемпературной обработки.

Таблица 1

Критерии оценки прочности бетона с комплексной добавкой

Вид наполнителя	Водоцементное отношение, В/Ц	Водоредуцирование, V_R	Критерии оценки					
			$t=50^\circ\text{C}$, $t_n=20$ ч			$t=90^\circ\text{C}$, $t_n=7$ ч		
			R_c , МПа	K_c	K_3	R_c , МПа	K_c	K_3
контрольный	0,30	-	40,2	-	-	42,7	-	-
микрокремнезем	0,28	1,39	63,4	1,58	2,19	68,4	1,60	2,23
силикатный кирпич	0,27	1,34	61,9	1,54	2,06	62,7	1,47	1,97
металлургический шлак	0,29	1,37	60,5	1,50	2,06	69,3	1,62	2,22
халцедон	0,26	1,36	61,4	1,53	2,08	66,4	1,56	2,11

Показатель K_c изменялся в пределах от 1,50 до 1,58 и от 1,47 до 1,62 для низкотемпературной и высокотемпературной тепловлажностной обработки, соответственно, а показатель K_3 изменялся от 2,06 до 2,19 и от 1,97 до 2,23 для низкотемпературной и высокотемпературной тепловлажностной обработки, соответственно. Показатель $K_3=2,28$ имеет наполнитель из металлургического шлака, что свидетельствует о том, что он в составе комплексной добавки способствует получению прочности бетона в суточном возрасте $R_c=69,3$ МПа, несколько превосходящую прочность бетона с микрокремнеземом ($R_c=68,4$ МПа). Показатель теплоэнергоемкости ($\Pi_{ТЭ}$) для бетона с дисперсным наполнителем и добавкой пластификатора в зависимости от температуры тепловой обработки (50°C и 90°C) в 1,8 раза ниже, чем аналогичный показатель для бетона без наполнителей.

Таким образом, применение тонкодисперсных наполнителей в пластифицированных высокопрочных порошково-активированных бетонах позволяет получить быстротвердеющие бетоны по энерго- и ресурсосберегающим технологиям.

Список литературы

1. Калашиков В.И., Хвастунов В.Л., Кузнецов Ю.С. Высокоэффективные и высокоэкономичные бетоны нового поколения / Материалы I региональной научно-практической конференции «Фундаментальные исследования в Пензенской области: Состояние и перспективы». – Пенза: 2010. - 142с. – С. 45-55.
2. Калашиков В.И., Хвастунов А.В., Хвастунов В.Л., Физико-механические и гигрометрические свойства порошково-активированных высокопрочных щебеночных бетонов и фибробетонов с низким удельным расходом цемента на единицу прочности / Научно-технический вестник Поволжья. №5. Казань: 2011. - 285с. – С. 161-164.
3. Троянов И.Ю., Калашиков В.И., Хвастунов В.Л., Мороз М.Н., Калашиков Д.В. «Бетонная смесь» / Патент на изобретение №2435746 от 01.12.2009. Опубликовано: 10.12.2011. Бюллетень №34.
4. Троянов И.Ю., Калашиков В.И., Хвастунов В.Л., Мороз М.Н., Калашиков Д.В. Бетонная смесь» / Патент на изобретение №2439020 от 01.12.2009. Опубликовано: 10.01.2012. Бюллетень №1.
5. Хвастунов В.Л., Хвастунов А.В., Пауск В.В. Прочностные и деформационные характеристики высокопрочных бетонов и фибробетонов с низким удельным расходом цемента на единицу прочности / Региональная архитектура и строительства. 2014. №4. С. 15-23.
6. Калашиков В.И., Хвастунов В.Л., Хвастунов А.В., Пауск В.В. Параметры водопоглощения и пористости порошково-активированного высокопрочного бетона с низким удельным расходом цемента на единицу прочности / Региональная архитектура и строительства. 2014. №4. С.45-51.
7. Хвастунов В.Л., Скачков Ю.П., Хвастунов А.В. Связь прочностных и деформационных свойств бетонов и фибробетонов с параметрами продавливания железобетонных плит / Региональная архитектура и строительства. 2015. №1(22). С. 93-100.

УДК 658.5

ИНТЕГРАЦИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ АСПЕКТОВ В МОДЕЛЬ 5S СИСТЕМЫ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА НА ПРИМЕРЕ РАБОЧЕЙ ПРОФЕССИИ «МАЛЯР»

Л.М. Хурнова, доцент, канд. биол. наук, зав. кафедрой инженерной экологии

К.К. Боровкова, бакалавр 4 курса направления 20.03.01 Техносферная безопасность

Е.В. Кудимова, бакалавр 4 курса направления 20.03.01 Техносферная безопасность

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, Пенза

Бережливое производство стало брендом. Тысячи организаций по всему миру пытались или пытаются внедрить у себя этот подход. Бережливое производство является комплексным подходом, включающим оптимизацию процессов, обеспечение управленческой инфраструктуры и изменение образа мышления и поведения сотрудников.

Совершенствование производства достигается, благодаря использованию набора хорошо известных инструментов: кайдзен, канбан, точно-вовремя, быстрая переналадка и др.

Метод 5 S является одним из методов системы бережливого производства, который предполагает эффективное распределение и организацию рабочего пространства [2,3].

5S – пять взаимосвязанных принципов организации рабочего места, обеспечивающих визуальный контроль и бережливое производство. Английская транслитерация японского названия каждого из этих принципов начинается с буквы «S».

Система включает в себя:

1. Сортировку (SEIRI). На рабочем месте все предметы разделяются на нужные и ненужные. Эти действия на рабочем месте приводят к улучшению культуры и безопасности труда.

2. Самоорганизация (SEITON). Соблюдение порядка, определение для каждой вещи своего места. Следует также промаркировать их для быстрого поиска.

3. Соблюдение чистоты (SEISO). Рабочие зоны для рабочих мест должны быть разграничены и обозначены. Регулярно и часто убирать, чтобы в случае, когда вам что-нибудь понадобится, оно находилось на месте и в рабочем состоянии.

4. Стандартизация (SEIKETSU). Поддерживать порядок и чистоту посредством регулярного выполнения первых трех шагов. Разработать

стандарты документов, приемов работы, обслуживания оборудования, техники безопасности с использованием визуального контроля.

5. Совершенствование (SHITSUKE). Для поддержания рабочего места в нормальном состоянии выполнять работу дисциплинированно, в соответствии с установленными стандартами.

Система 5S позволяет снизить количество ошибок в документах, создать комфортный климат на предприятии, повысить производительность. Несомненным преимуществом этого инструмента считается отсутствие необходимости использовать новые управленческие теории и технологии.

Для интеграции экологических аспектов был выбран метод 5S, который сфокусирован на организацию рабочего места маляра.

Деятельность маляра сопряжена с профессиональными рисками, связанными с воздействием на работника вредных производственных факторов, а на окружающую среду – экологических аспектов, связанных с выбросами загрязняющих веществ, образованием отходов лакокрасочных материалов, гидрофильтров покрасочной камеры и шлифовальной шкурки [1].

Были сделаны особые акценты на экологических аспектах профессиональной деятельности маляра и проведена оценка их внедрения.

Для оценки выполнения каждого параметра метода 5S использовалась 10 балльная система. Каждый шаг метода 5S оценивался как среднеарифметическое суммы баллов, полученных по каждому вопросу шага.

Присваивание балла осуществляли с помощью следующего качественного и количественного шкалирования выполнения требования 5S (таблица 1).

Таблица 1

Шкала оценки требований метода 5S

Уровень выполнения требования	Описание требования метода 5S	Балл
Нулевой уровень	Требования не применяются	0
Низкий уровень	Требования применяются единично	1-3
Средний уровень	Требования применяются на 50% объектах	4 -6
	Требования применяются более, чем на 50% объектов	6-8
Высокий уровень	Требования выполняются повсеместно	10

При оценке шага 1 «Сортировка» было установлено:

- не определено место на складе для размещения пустой тары ЛКМ;
- в инструкции по охране труда отсутствуют требования по охране окружающей среды.

При оценке шага 2 «Самоорганизация» было установлено:

IV Национальная научно-практическая конференция «АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ НАУКИ И ПРАКТИКИ В РАЗЛИЧНЫХ ОТРАСЛЯХ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА»

- не идентифицированы места хранения товарной шлифовальной шкурки разной зернистости;
- не оборудовано место накопления отработанной шлифовальной шкурки.

При оценке шага 3 «Систематическая уборка» не обнаружено нарушений.

При оценке шага 4 «Стандартизация» фиксировали наличие стандарта рабочего места, при этом на схеме рабочего места не обозначены места накопления отходов.

При оценке шага 5 «Совершенствование» установлено, что на информационной доске цеха размещены материалы о достижениях и недостатках работы цеха, но отсутствуют материалы о решении вопросов охраны окружающей среды.

Оценка показала, что выполнение требований бережливого производства и экологических требований составляет 37 из 50 максимальных баллов и в организации рабочего места маляра есть недоработки в интеграции экологических аспектов, которые касаются требований к сортировке, самоорганизации, стандартизации и совершенствованию.

Предлагается выполнить следующие мероприятия, которые позволят улучшить организацию рабочего места маляра в области охраны окружающей среды:

- ереработать инструкцию по охране труда в инструкцию по охране труда и окружающей среды для маляра, включив в нее экологические аспекты его деятельности;
- использовать красные метки в виде цветовой разметки пола в цехе и на складе, для идентификации места накопления пустой тары ЛКМ;
- для накопления отработанной шкурки использовать контейнер небольшой вместимости;
- в стандарт на организацию рабочего места включить схему цеха с обозначенными местами накопления отходов;
- включить в документы, оценивающие работу персонала, экологическую составляющую деятельности;
- размещать на информационном стенде цеха материалы о достижениях и недостатках в решении вопросов охраны окружающей среды.

Список литературы

1. *Постановление Минтруда РФ от 10.05.2001 № 37 «Об утверждении межотраслевых правил по охране труда при окрасочных работах»*
2. *<https://studentbank.ru/view.php?id=68731&p=3> (дата обращения: 18.05.2020 г.)*
3. *<https://www.bibliofond.ru/view.aspx?id=906739> (дата обращения: 17.05.2020 г.)*

УДК 624.046.5

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ПРОЧНОСТИ ГАЗОБЕТОНА ПРИ НЕПОЛНОЙ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

Л.С. Шевцов, студент кафедры промышленного и гражданского строительства

Вологодский государственный университет, Вологда

Дальнейшим направлением в развитии методов расчетов строительных конструкций можно считать применение полных вероятностных расчетов несущих элементов конструкций [1-4].

В данной работе предлагается проанализировать применение различных вероятностных подходов для определения нормативной прочности газобетона в условиях ограниченной статистической информации.

Для статистического анализа предельной прочности газобетонных блоков при сжатии были изготовлены контрольные образцы из единой партии газобетонных блоков размерами 150×150×150 мм и 100×100×100 мм (рис. 1). Образцы испытывались в лаборатории кафедры ПГС Вологодского государственного университета на двух прессах – ЗИМ50 (500 кН) и Точприбор (50 кН). Результаты предельной прочности при сжатии контрольных образцов сведены в таблицу 1.

Таблица 1

Плотность и прочность контрольных образцов

№ образца	1	2	3	4	5	6	7	8
Плотность, кг/м ³	538,2	539,9	564,2	539,9	538,7	574,4	539,0	530,8
Прочность, МПа	1,68	1,91	2,23	1,61	2,14	1,55	2,39	2,20



Рисунок 1 – Контрольные образцы газобетона при испытании

Диаграммы «напряжение – относительная деформация» для отдельных контрольных образцов представлены на рис. 2.

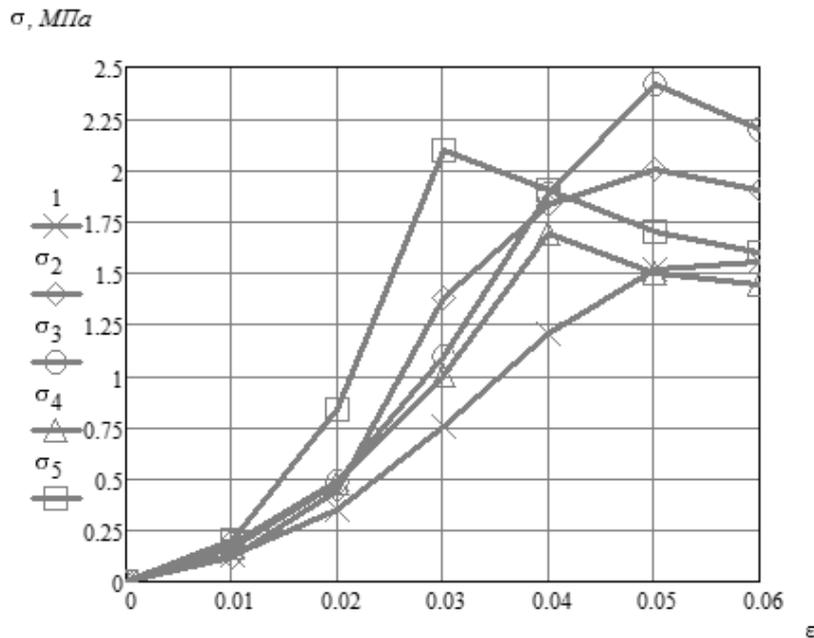


Рисунок 2 – Диаграммы «напряжение - относительная деформация»

Статистические характеристики прочности при сжатии: среднее значение $\bar{X}=1,96$ МПа; среднеквадратическое отклонение $S_x=0,30$ МПа; коэффициент вариации $v=0,153$. Доверительная оценка математического ожидания составит: $[\bar{X} - t_1 \frac{S_x}{\sqrt{n}}; \bar{X} + t_1 \frac{S_x}{\sqrt{n}}]$, где t_1 – квантиль Стьюдента, n – число испытаний. После подстановки числовых значений (при доверительной вероятности 95%), получим: $m_x=[1,96 - 1,9 \frac{0,3}{\sqrt{8}}; 1,96 + 1,9 \frac{0,3}{\sqrt{8}}]$ $=[1,76; 2,16]$ МПа. В запас надежности примем математическое ожидание прочности газобетонного блока по нижнему значению интервала $m_x=1,76$ МПа.

В вероятностном представлении [4] прочность газобетона с заданной обеспеченностью (надежностью) 0,95 можно вычислить по формуле:

$$0,95 = \Phi\left(\frac{m_x - R_b}{S_x}\right), \quad (1)$$

где $\Phi()$ – принимается по табличным значениям функции Лапласа.

В подходе на основе теории возможностей [5], значение прочности газобетона с минимальной обеспеченностью 0,95 можно вычислить как:

$$0,95 = 1 - \exp\left[-\left(\frac{a_x - R_b}{b_x}\right)^2\right], \quad (2)$$

где $a_x = 0,5(X_{\max} + X_{\min})$ - условное среднее значение нечеткой переменной X ; $b_x = 0,5(X_{\max} - X_{\min})/\sqrt{-\ln(\alpha)}$ – мера рассеяния нечеткой переменной X , где

X_{\max} и X_{\min} – максимальное и минимальное значение множества значений нечеткой переменной X , α – уровень среза (риска), значением которого задаются.

С использованием функций распределения на основе неравенства Чебышева, значение прочности газобетона с минимальной обеспеченностью 0,95 можно вычислить как:

$$1 - 0,95 = \frac{S_X^2}{(m_X - R_b)^2 + S_X^2} \quad (3)$$

Для исходных статистических данных по таблице 1 будем иметь:

Таблица 2

Значения нормативной прочности газобетона R_b при различных подходах

Подход	Значение прочности с обеспеченностью 0,95, МПа
Вероятностный подход (1)	1,267
Возможностный подход (2) с уровнем риска 0,05	1,549
Возможностный подход (2) с уровнем риска 0,20	1,397
Функции распределения на основе неравенства Чебышева	0,450

Выводы:

1. Возможностные подходы [1, 5] имеют результаты близкие к вероятностным, при возможности их использования в условиях неполной (ограниченной) статистической информации. Однако следует внимательно относиться к назначению уровня среза (риска);

2. Наиболее осторожное решение дает подход на основе функций распределения из неравенства Чебышева, т.к. данный способ свободен от выбора функций распределения.

Список литературы

1. Utkin V.S., Solovyev S.A. Reliability analysis of existing reinforced concrete beams on normal crack length criterion // *International Journal for Computational Civil and Structural Engineering*. 2017. No. 2. pp. 56-63.
2. Gradeci K., Labonnote N., Time B., Kohler J. A probabilistic-based methodology for predicting mould growth in facade constructions. 2018. Vol. 128. pp. 33-45
3. Wang C., Zhang H., Li Q. Moment-based evaluation of structural reliability. *Reliability Engineering & System Safety*. 2019. Vol. 181. pp. 38-45.
4. Райзер В.Д. Теория надежности сооружений. Москва: АСВ, 2010. – 384 с.
5. Уткин В.С., Соловьев С.А. Расчет надежности железобетонных балок по критерию прочности поперечной арматуры при образовании наклонных трещин // *Строительная механика инженерных конструкций и сооружений*. 2017. № 5. С. 34-42.

УДК 502

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ ВЫСОКОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ БЕТОНОВ

В.С. Юрова, аспирант направления подготовки «Техника и технологии строительства»

Р.Н. Москвин, доцент, канд. техн. наук, доцент кафедры «Эксплуатация автомобильного транспорта»

***Пензенский государственный университет архитектуры
и строительства, Пенза***

На сегодняшний день палитра современных модифицированных бетонов обширна: высокопрочные (High-Strength Concretes, HSC) и ультравысокопрочные бетоны (Ultra High-Strength Concretes, UHSC; бетоны без макродефектов (Macro Defect-Free Concretes, MDFC); бетоны с улучшенными деформационными характеристиками (Shrinkage Compensated Concrete); реакционно-порошковые бетоны (Reactive Powder Concrete, RPC); высокофункциональные бетоны (High Performance Concretes, HPC); ультравысокофункциональные бетоны (Ultra High Performance Concretes, UHPC) и фибробетоны (Ultra High Performance Fibre Reinforced Concretes, UHPFRC, известные как Ultra High Performance «Ductile» Concretes, UHPdC); «бетоны, передающие свет» (Light Transparent Concretes, LiTranCon); «умные» бетоны (Smart Materials and Composites): самоуплотняющиеся (Self-Compacting Concretes, SCC), саморегулируемые бетоны (Self-regulated Concretes), самозалечивающиеся бетоны (Self-healing Concretes), самоочищающиеся бетоны (Self-cleaning Concretes), самодиагностирующие композиции (Self-sensing Composites); архитектурно-декоративные бетоны; «экологические» бетоны и др.

Однако более полно современные возможности технологии бетона реализованы в концепции высококачественных, высокотехнологичных, высокофункциональных бетонов (High Performance Concrete, HPC). Наиболее общепринятым является определение Американского института бетона ACI, отраженное в российском ГОСТ 25192-2012 «Бетоны. Классификация и общие технические требования». Согласно данному определению высокофункциональный бетон – бетон, соответствующий специальным требованиям к функциональности и универсальности, которые не могут быть достигнуты в обычном порядке путем использования традиционных компонентов, методов смешивания, укладки, ухода и твердения.

В отечественной литературе применяются и иные определения данному типу бетонов – высококачественный, высокотехнологичный и даже высокодолговечный бетон. Несмотря на обилие терминов, данная группа бетонов отличается практически общим спектром уникальных

характеристик – высокие эксплуатационными показатели прочности, химической и биологической стойкости, долговечности, стабильности объема и низкой истираемости. Некоторые количественные показатели свойств высокофункциональных бетонов: классы по прочности при сжатии – от В40 и выше; прочность в возрасте 1 суток естественного твердения – не менее 25÷30 МПа; водонепроницаемость – W12 и выше; морозостойкость – F400 и выше; истираемость – не более 0,3÷0,4 г/см²; водопоглощение – не более 1,0÷2,5% по массе; регулируемые показатели деформативности, в том числе с компенсацией усадки в возрасте 14÷28 суток естественного твердения и др. В реальных условиях прогнозируемый срок службы такого бетона превышает 200 лет и может достигать 500 лет.

Отдельного внимания заслуживает особый вид бетонов нового поколения – так называемый реакционно-порошковый (РПБ) бетон (Reactive Powder Concrete, RPC). ГОСТ 25192-2012 «Бетоны. Классификация и общие технические требования» определяет такого рода композит как бетон, изготовленный из тонкоизмельченных реакционноспособных материалов с размером зерна от 0,2 до 300 мкм и характеризующийся высокой прочностью (более 120 МПа) и высокой водонепроницаемостью.

Как показано в работах научной школы В.И. Калашникова реакционно-порошковые бетонные смеси являются основой для современных модифицированных бетонов.

Определяющими парадигмами принципов и механизмов формирования структур цементных бетонов являются:

- управление обеспечением повышенной плотности.
- управление формированием кристаллической структуры новообразований в матрице.
- управление однородностью-неоднородностью строения композита.

При рассмотрении обозначенных принципов и парадигм формирования структуры в контексте высокопрочных бетонов в выделена центральная и определяющая парадигма, заключающаяся в обеспечении повышения однородности и плотности бетона за счет придерживания основных принципов формирования структуры (создания плотнейших упаковок системы сложения заполнителей, сокращения объема порового пространства) и применения соответствующих технологические решений по управлению механизмами структурообразования: управление зерновым составом заполнителей, применение микрозаполнителей, применение ультрадисперсных наполнителей, специальных вяжущих (с компенсированной усадкой, расширяющихся, напрягающих), заполнение объема пор продуктами альтернативной системы твердения.

Таким образом, в настоящее время для получения надлежащей структуры бетона и его высокой прочности необходимо выполнить ряд технологических условий:

- использование высококачественных и высокопрочных цементов и заполнителей, а также правильный гранулометрический подбор компонентов твердой фазы с возможностью исключения грубых агрегатов для повышения однородности структуры;
- высокий предельно допустимый расход цемента;
- применение высокодисперсных минеральных наполнителей с высокой пуццолановой активностью, комплексных добавок на основе суперпластификаторов, гиперпластификаторов, обеспечивающих, с одной стороны, снижение В/Ц до предельно низких значений, а, с другой стороны, повышение пластичности и текучести смеси;
- введение наноэлементов;
- обеспечение особо тщательного перемешивания и уплотнения бетонной смеси;
- обеспечение наиболее благоприятных условий твердения композита;
- введение дисперсных волокон для увеличения дуктильности бетонов и др.

Таким образом для получения высокопрочных порошково-активированных бетонов необходимо создать дискретно-непрерывный дисперсно-гранулометрический состав частиц и зерен твердой фазы. Каждая последующая более тонкодисперсная фракция должна в оптимальном количестве с максимальным заполнением межчастичных или межзерновых пустот располагаться между частицами или зёрнами менее дисперсной. При создании такого уровня плотных упаковок основным фактором является выбор упругих, пуццоланических, гидратационных и других свойств частиц и зерен для различных структурных уровней, обеспечивающим их сбалансированное однородное распределение в соответствии с электрокинетическим потенциалом и напряженным состоянием, связанным в т.ч. с размером и распределением частиц, а также с изменяемыми термодинамическими потенциалами в процессе твердения RPC.

Таким образом, объемная доля и дисперсный размер частиц каждой последующей фракции материала должна соответствовать размеру межчастичных пустот и их объему в предыдущей. Объем оставшихся пустот в синтезированной таким образом системе будет минимальным. При недостаточном содержании частиц любого уровня для заполнения соответствующих пустот в предыдущем будет формироваться неоднородная менее упорядоченная с более высокой энтропией структура

цементного камня с относительно «низкой» прочностью, а при повышенном – будет наблюдаться агрегация частиц и, например, для минеральных добавок образование псевдопор.

Необходимо отметить, что выбор материалов для однородного распределения частиц на различных структурных уровнях по дисперсности с целью формирования более упорядоченной микроструктуры должен обеспечивать или процесс гидратации их, а также протекание пуццолановой реакции между частицами соседних уровней. Кроме того, для обеспечения высокой прочности таких систем дисперсные частицы всех уровней должны иметь высокие модули упругости и наиболее целесообразно близкими по значению, что обеспечит более однородное напряженное состояние, в т.ч. при подводе к системе энергии или вещества. Уровень допускаемой энергии к материалу в этом случае увеличивается.

Оценивая влияние модуля упругости на синтез прочности композитных материалов с дисперсными частицами отмечают, что он наиболее широко изучен и обсужден. В общем случае дисперсная фаза либо уменьшает, либо увеличивает модуль упругости матричной фазы в зависимости от того, будет ли модуль дисперсных частиц, соответственно, меньше или больше модуля упругости матрицы. Наибольший модуль упругости, максимальная прочность и уменьшение трещин и псевдопор до минимума обеспечиваются путем изготовления композита с дисперсными частицами малого размера и упрочнением связи в контактной зоне между матрицей и дисперсными частицами. Очевидно, что модуль упругости цементного камня с минеральными модификаторами определяется модулем упругости гидратных фаз, а также модулями упругости реликтов частиц клинкерного компонента и минеральных модификаторов. Модуль упругости реликтов частиц клинкера оценивается значениями в несколько раз превышающими аналогичные значения для гидратных фаз. Вследствие этого наиболее эффективными минеральными модификаторами цементных систем являются тонкодисперсная каменная мука или доменный гранулированный шлак, частицы которого, как и портландцемента, характеризуется высокими прочностью и модулем упругости.

Увеличение прочностных показателей помимо повышения плотности исходной упаковки частиц обеспечивается также ограничением степени гидратации минералов клинкера с сохранением максимального объема негидратированной части – реликтов частиц с прочностью 310 МПа (средняя прочность гидратных фаз – 135 МПа).

Объем многокомпонентной вяжущей составляющей определяется по методу абсолютных объемов, а дисперсные структурные уровни могут быть синтезированы следующим образом. Первый уровень в виде портландцемента с дисперсностью $270 \div 350 \text{ м}^2/\text{кг}$ и менее с целью обеспечения длительного сохранения прочных с высоким модулем упругости реликтов частиц клинкера в цементном камне. Для заполнения

первого уровня межчастичных пустот портландцемента промышленного помола применяется тонкодисперсная каменная мука в количестве $20\div 25\%$ массы цемента с оптимальной удельной поверхностью $450\div 500 \text{ м}^2/\text{кг}$, для второго уровня – высокодисперсная зола-уноса – $10\div 12\%$ – $900\div 1100 \text{ м}^2/\text{кг}$, а для третьего – метаксаолин и микрокремнезем – $9\div 12\%$ – $18000\div 21000 \text{ м}^2/\text{кг}$. При таком выборе компонентов РС обеспечивается высокая концентрация твердой фазы в единице объема многокомпонентного вяжущего вещества, однородное протекание пуццолановой реакции в микрообъемах матрицы, а также высокий уровень размера реликтов относительно грубодисперсной фракции клинкерного компонента.

Оценка оптимального количества вводимых техногенных дисперсных минеральных добавок может быть произведена на основе представлений о плотнейшей упаковке сферических частиц. При близком размере частиц цемента и добавки оно составляет $7\div 8\%$. При повышении дисперсности добавки ее оптимальное количество снижается.

При использовании портландцемента высокой дисперсности ($S_{\text{уд}} = 525 \text{ м}^2/\text{кг}$) оптимальная добавка микрокремнезема значительного влияния на прочность цементного камня не оказывает.

При введении в портландцемент добавки золы-уноса, основными фазами которой является муллит и стекло, имеющей среднеобъемный размер зерен $9,7 \text{ мкм}$ и среднеповерхностный размер $1,8 \text{ мкм}$, оптимальное количество добавки составляет $1,5\%$ мас. При этом прочность цементного камня возрастает на 13% .

Оптимальное количество добавки известняковой муки, имеющей среднеобъемный размер частиц $7,5 \text{ мкм}$ и среднеповерхностный размер $0,9 \text{ мкм}$, в высокодисперсный цемент равно 7% . При этом прочность цементного камня при сжатии возрастает на 15% .

При введении в портландцемент добавки микрокремнезема ($1\div 3\%$ мас.), золы-уноса ($1\div 3\%$ мас.) и известняковой муки ($2\div 11\%$ мас.) скорость набора прочности цементного камня остается одинаковой.

Таким образом, основополагающими моментами в формировании концепции высококачественных, высокотехнологичных, высокофункциональных бетонов являются следующие:

1) Эффективными минеральным модификатором для заполнения первого уровня межчастичных пустот портландцемента промышленного помола является тонкодисперсный доменный гранулированный шлак в количестве $20\div 25\%$ массы цемента с оптимальной удельной поверхностью $450\div 500 \text{ м}^2/\text{кг}$, для второго – высоко дисперсная зола-уноса – $10\div 12\%$ – $900\div 1100 \text{ м}^2/\text{кг}$, в т.ч. гидромеханохимически активированный, а для третьего – микрокремнезем и метаксаолин – $9\div 12\%$ – $18000\div 21000 \text{ м}^2/\text{кг}$. Тонкодисперсная фракция портландцемента обеспечивает полное вовлечение разнодисперсных частиц минеральных модификаторов в

пуццолановую реакцию во всех микрообъемах многокомпонентной системы.

2) Равномерное протекание пуццолановой реакции компонентов на различных структурных уровнях обеспечивается применением тонкодисперсного портландцемента с дисперсностью 821 м²/кг.

3) Редуцирование водосодержания бетонной смеси достигается применением суперпластификаторов третьего поколения в комплексе с высоковалентным ускорителем твердения, применяемым в соответствии с законом Шульце-Гарди и обеспечивающим синергетический эффект от их использования, а также обладающий расширяющимся механизмом действия. Оптимальное содержание ускорителя твердения составляет 0,07% массы цемента, а дополнительное водоредуцирование – 20÷30%.

Список литературы

1. *Белякова Е.А. Порошковые и порошково-активированные бетоны с использованием горных пород и зол ТЭЦ. Диссертация ... кандидата технических наук: 05.23.05 / Пензенский государственный университет архитектуры и строительства. Пенза, 2013.*
2. *Калашиников В.И., Москвин Р.Н., Белякова Е.А., Белякова В.С., Петухов А.В. Высокодисперсные наполнители для порошково-активированных бетонов нового поколения // Системы. Методы. Технологии. 2014. – №2(22). – С. 113-118.*
3. *Калашиников В.И. Расчет составов высокопрочных самоуплотняющихся бетонов // Строительные материалы. 2008. – № 10. – С. 4-6.*
4. *Калашиников В.И. Эволюция развития составов и изменение прочности бетонов. Бетоны настоящего и будущего. Часть 1. Изменение составов и прочности бетонов // Строительные материалы. 2016. – №1-2. – С. 96-103.*
5. *Калашиников В.И. Через рациональную реологию в будущее бетонов. Ч. 3. От высокопрочных и особовысокопрочных бетонов будущего к суперпластифицированным бетонам общего назначения настоящего // Технологии бетонов. 2008. – № 1. – С. 22.*

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	3
К ВОПРОСУ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ	4
<i>Н.В. Аржаева, В.В. Шейкин</i>	
ОПЫТ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ УЗЛОВЫХ СОПРЯЖЕНИЙ КОЛОНН С БАЛКАМИ МОНОЛИТНЫХ КАРКАСНЫХ ЗДАНИЙ.....	10
<i>Д.В. Артюшин, П.В. Коновалов</i>	
СПОСОБЫ ОТВОДА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ	14
<i>А.П. Бажанов, Е.С. Саксонова</i>	
СЫРЬЕВЫЕ СМЕСИ НА ОСНОВЕ ОПОКОСОДЕРЖАЩЕГО ПРИРОДНОГО СЫРЬЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СТЕКЛОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ..	18
<i>В.А. Береговой, Д.С. Сорокин</i>	
ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ИНТЕНСИВНОСТИ ПЕРЕМЕШИВАНИЯ АЛЮМОСОДЕРЖАЩИХ КОАГУЛЯНТОВ С РЕЧНОЙ ВОДОЙ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЕЕ ОСВЕТЛЕНИЯ.....	21
<i>М.В. Бикунова, С.М. Салмин, В.О. Борискин, Р.Д. Шигаев</i>	
К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА	24
<i>К.А. Бурцев, И.В. Поздов</i>	
ДВА ВАРИАНТА ФУНДАМЕНТОВ ДЕВЯТИЭТАЖНОГО ЖИЛОГО ДОМА В Г. ТАМБОВЕ	28
<i>М.В. Глухова, Д.А. Фатеев</i>	
САМОУПРОЧАЮЩИЕСЯ ПОЛИМЕРНЫЕ КРИОГЕЛИ С ТЕХНИЧЕСКИМ УГЛЕРОДОМ В КАЧЕСТВЕ НЕРАСТВОРИМОГО НАПОЛНИТЕЛЯ.....	34
<i>С.А. Дудникова, В.Ю. Дудников</i>	
ВЛИЯНИЕ ПРИСТЕННОГО КОНВЕКТИВНОГО ПОТОКА ОТ НАГРЕТОЙ ПОВЕРХНОСТИ ОТОПИТЕЛЬНОГО ПРИБОРА НА ЦИРКУЛЯЦИЮ ВОЗДУХА В ЗАЛЕ БОГОСЛУЖЕНИЯ ХРАМА СВЯТЫХ ПЕРВОВЕРХОВНЫХ АПОСТОЛОВ ПЕТРА И ПАВЛА	36
<i>А.И. Еремкин, В.А. Леонтьев, К.А. Петрова, Н.С. Фильчакин, И.К. Пономарева</i>	
ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО ЗДАНИЯ	41
<i>Е.В. Казакова, Т.В. Учинина</i>	
АЭРОДИНАМИЧЕСКИЙ СТЕНД ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ИСПЫТАНИЯ ВЕНТИЛЯТОРОВ.....	47
<i>Л.И. Квашинин, А.Г. Аверкин</i>	
СТЕРЖНЕВАЯ МОДЕЛЬ СЖАТОЙ БЕТОННОЙ ПОЛОСЫ КОРОТКИХ КОНСОЛЕЙ БАЛОК.....	52
<i>В.А. Комаров, О.В. Болдырева, Д.В. Еркин</i>	

ПОВЫШЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК САМОУПЛОТНЯЮЩИХСЯ МЕЛКОЗЕРНИСТЫХ БЕТОНОВ ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПЛЕКСНЫХ МИНЕРАЛЬНО-ХИМИЧЕСКИХ ДОБАВОК.....	56
<i>М.О. Коровкин, А.А. Короткова, Н.А. Ерошкина, С.М. Саженко</i>	
РЕКОНСТРУКЦИЯ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ТЕПЛООВОГО ПУНКТА ПГУАС ..	60
<i>Т.И. Королева, А.А. Безяев, М.А. Россиев</i>	
ВЛИЯНИЕ МАКРОСТРУКТУРЫ ЦЕМЕНТНОГО КАМНЯ НА ПРОЦЕССЫ ДЕФОРМИРОВАНИЯ И РАЗРУШЕНИЯ ПРИ СЖАТИИ.....	64
<i>Н.И. Макридин, А.А. Христосов</i>	
ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ВИЗУАЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО КОНТРОЛЯ ДЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ.....	69
<i>Л.А. Раевский</i>	
ОЦЕНКА КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ С ПОМОЩЬЮ SWOT-АНАЛИЗА.....	72
<i>А.А. Разумова, К.В. Жегера</i>	
ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ НА НАДЕЖНОСТЬ.....	74
<i>Ю.В. Родионов, И.Ю. Асяев, Д.С. Романов</i>	
СТЕНД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ НА СОПРОТИВЛЕНИЕ САМООТВИНЧИВАНИЮ.....	78
<i>Ю.В. Родионов, А.С. Суменков, С.В. Карпунин</i>	
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ТРАНСПОРТНЫХ И ПЕШЕХОДНЫХ ПОТОКОВ	82
<i>М.И. Романенко, О.В. Дронина</i>	
ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОГЕННЫМИ РИСКАМИ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА.....	84
<i>А.С. Соловской, О.К. Никольский</i>	
ВЕРОЯТНОСТНЫЙ АНАЛИЗ УСТОЙЧИВОСТИ СЖАТЫХ СТЕРЖНЕЙ ФЕРМ	88
<i>А.А. Соловьева, С.А. Соловьев</i>	
ВЛИЯНИЕ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕНИЯ НА УСТОЙЧИВОСТЬ СВАЙ В РАЙОНАХ ВЕЧНОЙ МЕРЗЛОТЫ.....	90
<i>Л.А. Сушев</i>	
ОПРЕДЕЛЕНИЕ УДЕЛЬНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ МОЩНОСТИ УЛИЧНОГО ОСВЕЩЕНИЯ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ РАСЧЕТНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА	93
<i>Н.А. Тюрина, А.А. Грибанов</i>	
КОНТРОЛЬ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГИДРОБЛОКА ТРАНСМИССИИ	97
<i>И.И. Фахрутдинов, Э.В. Трачук, Р.И. Дашкин, П.Ю. Железняков, В.В. Лянденбургский</i>	

IV Национальная научно-практическая конференция «АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ НАУКИ И ПРАКТИКИ В РАЗЛИЧНЫХ ОТРАСЛЯХ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА»

КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ДИСПЕРСНЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ ИЗ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА И МЕСТНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ВЫСОКОПРОЧНЫХ ПОРОШКОВО-АКТИВИРОВАННЫХ БЕТОНАХ..... 99

*В.Л. Хвастунов, К.Н. Махамбетова, И.В. Колесников, Я.И. Телегин,
А.В. Хвастунов*

ИНТЕГРАЦИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ АСПЕКТОВ В МОДЕЛЬ 5S СИСТЕМЫ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА НА ПРИМЕРЕ РАБОЧЕЙ ПРОФЕССИИ «МАЛЯР» 104

Л.М. Хурнова, К.К. Боровкова, Е.В. Кудимова

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ПРОЧНОСТИ ГАЗОБЕТОНА ПРИ НЕПОЛНОЙ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ..... 107

Л.С. Шевцов

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ ВЫСОКОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ БЕТОНОВ..... 110

В.С. Юрова, Р.Н. Москвин

Научное издание

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ НАУКИ И ПРАКТИКИ
В РАЗЛИЧНЫХ ОТРАСЛЯХ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА
Часть 5 – Технические науки

Сборник докладов IV Национальной научно-практической конференции
25-26 марта 2021 г.

В авторской редакции

Ответственный за выпуск

Е.А. Белякова

Верстка

Е.А. Белякова

Подписано в печать 22.04.21. Формат 60×84/16

Бумага офсетная. Печать на ризографе.

Усл. печ. л. 6,92. Уч.-изд. л. 7,44. Тираж 80 экз.

Заказ №52