

ВЕСТНИК

ДОНБАССКОЙ НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ СТРОИТЕЛЬСТВА И АРХИТЕКТУРЫ



ВЫПУСК 2021-3(149)

**ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ
С ПРИМЕНЕНИЕМ
НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ
И ТЕХНОЛОГИЙ**

ГОУ ВПО “Донбасская национальная академия
строительства и архитектуры”

ВЕСТНИК

**Донбасской национальной академии
строительства и архитектуры**

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

Издается с декабря 1995 года
Выходит 8 раз в год

Выпуск 2021-3(149)

**ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ
С ПРИМЕНЕНИЕМ НОВЫХ
МАТЕРИАЛОВ И ТЕХНОЛОГИЙ**

Макеевка 2021

ДООУ ВПО “Донбаська національна академія
будівництва і архітектури”

ВІСНИК

**Донбаської національної академії
будівництва і архітектури**

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

Видається з грудня 1995 року
Виходить 8 разів на рік

Випуск 2021-3(149)

**БУДІВЛІ ТА СПОРУДИ
ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ НОВИХ
МАТЕРІАЛІВ ТА ТЕХНОЛОГІЙ**

Макіївка 2021

Основатель и издатель

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

Свидетельство о регистрации средства массовой информации серия ААА № 000094

выдано 17.01.2017 г. Министерством информации ДНР

Авторы опубликованных материалов несут ответственность за достоверность приведенных сведений, точность данных по цитируемой литературе и за использование в статьях данных, не подлежащих открытой публикации.

В случае использования материалов ссылка на «Вестник ДонНАСА» является обязательной.

Выпускается по решению ученого совета

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

Протокол № 9 от 31.05.2021 г.

Редакционный совет:

Горохов Е. В., д. т. н., профессор – главный редактор;

Мушанов В. Ф., д. т. н., профессор – зам. гл. редактора (научный редактор);

Югов А. М., д. т. н., профессор – технический редактор;

Зайченко Н. М., д. т. н., профессор – ответственный редактор выпуска.

Редакционная коллегия:

Бенаи Х. А., д. арх., профессор;

Веретенникова О. В., к. э. н., доцент;

Горохов Е. В., д. т. н., профессор;

Зайченко Н. М., д. т. н., профессор;

Левин В. М., д. т. н., профессор;

Лозинский Э. А., к. т. н., доцент;

Лукьянов А. В., д. т. н., профессор;

Мушанов В. Ф., д. т. н., профессор;

Назим Я. И., к. т. н., доцент;

Нездойминов В. И., д. т. н., профессор;

Савенков Н. В., к. т. н., доцент;

Югов А. М., д. т. н., профессор.

Корректоры Л. М. Лещенко, Е. В. Гнездилова

Программное обеспечение С. В. Гавенко

Компьютерная верстка Е. А. Солодкова

Подписано к выпуску 25.06.2021

Адрес редакции и издателя

86123, ДНР, г. Макеевка, ул. Державина, 2,

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

Телефоны: +38(062) 343-7033; +38(062) 343-7028

E-mail: vestnik@donnasa.ru, <http://vestnik.donnasa.ru>

Приказом МОН ДНР № 464 от 02.05.2017 г. журнал включен в перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук

Выпущено в полиграфическом центре

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

86123, ДНР, г. Макеевка, ул. Державина, 2

© ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 2021

Засновник і видавець

ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»
Свідцтво про реєстрацію засобу масової інформації серія ААА № 000094
видано 17.01.2017 р. Міністерством інформації ДНР

Автори надрукованих матеріалів несуть відповідальність за вірогідність наведених відомостей, точність даних за цитованою літературою і за використання в статтях даних, що не підлягають відкритій публікації.

У випадку використання матеріалів посилання на «Вісник ДонНАБА» є обов'язковим.

Випускається за рішенням Вченої ради
ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»
Протокол № 9 від 31.05.2021 р.

Редакційна рада:

Горохов Є. В., д. т. н., професор – головний редактор;
Мушанов В. П., д. т. н., професор – заст. гол. редактора (науковий редактор);
Югов А. М., д. т. н., професор – технічний редактор;
Зайченко М. М., д. т. н., професор – відповідальний редактор випуску.

Редакційна колегія:

Бенаї Х. А., д. арх., професор;	Лук'янов О. В., д. т. н., професор;
Веретенникова О. В., к. е. н., доцент;	Мушанов В. П., д. т. н., професор;
Горохов Є. В., д. т. н., професор;	Назим Я. І., к. т. н., доцент;
Зайченко М. М., д. т. н., професор;	Нездоймінов В. І., д. т. н., професор;
Левін В. М., д. т. н., професор;	Савенков М. В., к. т. н., доцент;
Лозинський Е. О., к. т. н., доцент;	Югов А. М., д. т. н., професор.

Коректори Л. М. Лещенко, О. В. Гнездилова
Програмне забезпечення С. В. Гавенко
Комп'ютерне верстання Є. А. Солодкова

Підписано до випуску 25.06.2021

Адреса редакції і видавця

86123, ДНР, м. Макіївка, вул. Державіна, 2,
ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»
+38(062) 343-7033; +38(062) 343-7028
E-mail: vestnik@donnasa.ru, <http://vestnik.donnasa.ru>

Наказом МОН ДНР № 464 від 02.05.2017 р. журнал включено до переліку рецензованих наукових видань, в яких повинні бути опубліковані основні наукові результати дисертацій на здобуття наукового ступеня кандидата наук, на здобуття наукового ступеня доктора наук

Випущено у поліграфічному центрі
ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»
86123, ДНР, м. Макіївка, вул. Державіна, 2

© ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури», 2021

УДК 624.004.15

В. Н. ЛЕВЧЕНКО, В. И. КРОТЮК, Н. В. БОЦМАН, Б. Я. ВИНОКУРОВ
ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

МЕТОДЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТРЕБОВАНИЙ УРОВНЯ НАДЕЖНОСТИ И ДОЛГОВЕЧНОСТИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Аннотация. Проблемы долговечности привлекают заметное и все возрастающее внимание в строительном мире. Это объясняется тем, что значительная часть зданий, сооружений и объектов инфраструктуры возведена 50–70 лет назад и находятся в настоящее время в изношенном состоянии. Многоплановая проблема долговечности железобетонных конструкций зданий и сооружений представляет собой совокупность ряда взаимосвязанных проблем: технологичности, надежности, экономичности, а также экологических аспектов. Ее решение должно осуществляться на основе системного подхода. В то же время в области долговечности еще много неясного; часто рассмотрение ограничивается практическим или даже коммерческим уровнями, и для дальнейшего продвижения необходимо решить ряд назревших проблем. Одна из важнейших – разработка современных методов прогнозирования долговечности или срока службы проектируемых элементов и конструкций. Другой существенной и актуальной проблемой является разработка практических методов повышения долговечности железобетонных конструкций инженерных сооружений, находящихся в эксплуатации. Обеспечение требуемого уровня долговечности и надежности зданий и сооружений в процессе их существования выполняется техническими и организационными методами. В статье изложены общие вопросы и современное состояние данной проблемы, включая основные положения проектирования долговечности железобетонных конструкций, существующие методы ее оценки, понятия и критерии, связанные с долговечностью.

Ключевые слова: долговечность, надежность, корреляция, моделирование, безотказная работа, деградация.

Железобетонные конструкции промышленных зданий и сооружений длительной эксплуатации подвергаются воздействию сложных по своему характеру нагрузок, температурно-влажностных деформаций, агрессивной среды, других внешних и внутренних по отношению к конструкции факторов.

В целом развитие проблемы долговечности железобетонных конструкций и сооружений реализуется путем разработки методов оценки, прогноза и повышения долговечности. При рассматривании долговечности железобетонных конструкций можно выделить следующие особенности этой проблемы [3]:

- 1) вероятностный характер силовых и несиловых воздействий, их комплексность и взаимосвязь;
- 2) изменчивость технических характеристик материалов и конструкций;
- 3) влияние фактора времени на характер воздействий и свойства материалов.

Прогнозирование ресурса и срока службы – составляющая часть теории надёжности железобетонных конструкций.

Еще в 1924 г. Н. С. Стрелецкий выделил три фактора, определяющих безопасную работу сооружения: изменчивость свойств в материалах, изменчивость нагрузки и конструктивную поправку на правильность и качество изготовления конструкций. Он предложил универсальный подход по нахождению оптимального срока службы, который должен определяться по минимуму эксплуатационных расходов.

Современные методы расчета надёжности строительных конструкций, разработанные В. В. Болотиным, А. Р. Ржаницыным и другими учеными, открыли возможность внедрять в практику проектирования, строительства и эксплуатации методы теории вероятности, математической статистики и теории случайных процессов [1, 6].

© В. Н. Левченко, В. И. Кротюк, Н. В. Боцман, Б. Я. Винокуров, 2021

Надежность зданий и сооружений непрерывно формируется на всех этапах их существования. На стадии проектирования определяются нагрузки и воздействия, осуществляется выбор материалов и разрабатывается конструктивное решение, учитывающее основные факторы условий эксплуатации объекта. Тем самым формируется первоначальный уровень долговечности и безотказности здания и его элементов. Кроме того, при проектировании закладывается определенный запас в основные параметры объекта (прочность, деформативность и т. п.), который называется начальным резервированием (рисунок).

Применение при плановых ремонтах новых конструктивных решений может повысить уровень ремонтнопригодности объекта.

Оперативное устранение возникающих в процессе эксплуатации дефектов не позволяет им перерасти в отказ и тем самым обеспечивается требуемый уровень надежности зданий и сооружений.

При проектировании (рисунок, кривая 2) можно за счет удорожания объекта достичь высокого уровня начальной безотказности (ввести начальное резервирование) таким образом, чтобы с учетом снижения во времени безотказность достигла минимально допустимого уровня к концу расчетного срока эксплуатации. Можно предположить объект и без начального резервирования, что экономичнее первого варианта и предусмотреть такую последовательность капитальных ремонтов (кривая 1), которая бы обеспечивала уровень безотказности не ниже требуемого на всем этапе эксплуатации. Такой подход потребует больших по сравнению с первым вариантом эксплуатационных затрат.

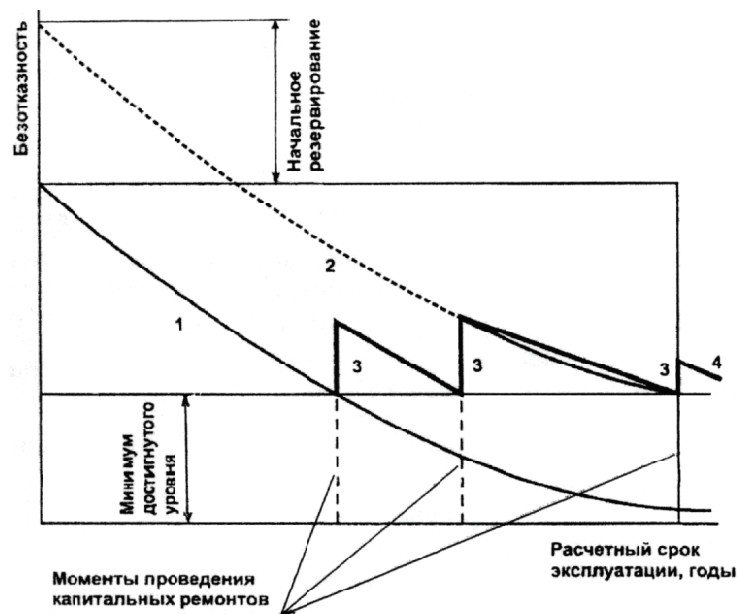


Рисунок 1 – Формирование и изменение надежности здания на стадиях проектирования и эксплуатации: 1 – изменение безотказности объекта в результате старения и износа; 2 – то же при начальном резервировании; 3 – повышение безотказности при капитальном ремонте; 4 – увеличение долговечности объекта.

Таким образом, обеспечение требуемого уровня надежности зданий и сооружений в процессе их существования может выполняться техническими и организационными методами и должен обосновываться комплексными оценками: социальными, техническими, экономическими, экологическими и др.

В варианте теории надежности механизмов и конструкций, разработанном В. В. Болотиным, отражено поведение объекта как результат его взаимодействия с окружающей средой.

Условие надежности конструкции в течение времени эксплуатации имеет вид:

$$P_{(t)} \geq P_n, \quad (1)$$

где $P_{(t)}$ – вероятность безопасной работы конструкции в момент времени t ;
 P_n – нормативное значение вероятности безопасной работы. Левая часть неравенства означает, что опасное состояние наступает в том случае, если усилие от внешней нагрузки S превышает несущую способность элемента Z , то есть, если

$$S - Z > 0 \quad (2)$$

с вероятностью $1 - P_{(t)}$.

Для расчета вероятности безопасной работы вычисляются стохастические свойства системы «нагрузка – прочность», поскольку конкретные реализации случайных процессов нагрузок и несущей способности отклонения от своих средних значений $S_{(t)}$ и $Z_{(t)}$, изменяющихся с течением времени t .

Поэтому для любого момента времени должны быть описаны распределения несущей способности $f_{(s, t)}$ и нагрузок $f_{(z, t)}$ и построены необходимые корреляционные связи между случайными величинами, определяющими поведение конструкции в течение срока ее службы.

Успешной разработке вероятностных методов расчета способствовали фундаментальные работы А. Р. Ржаницина [6], который предложил вероятность безотказной работы конструкций $P_{(t)}$ за заданный срок службы « n » лет определять как вероятность неравенства

$$R - Q_n > 0, \quad (3)$$

где Q_n – обобщенная нагрузка, которая может возникнуть в течении расчётного срока службы;
 R – характеристика обобщенной прочности конструкции. Тогда резерв прочности конструкции определяется как:

$$S = R - Q_n. \quad (4)$$

Вероятность безотказной работы

$$P_{(t)} = \int_0^\infty Q_{nrt}(t) dt. \quad (5)$$

При выражении плотности распределения случайных величин с заданным законом распределения P_s через плотность вероятности нагрузки P_n и прочности P_r вероятность $P_{(t)}$ приобретает вид:

$$P_{(t)} = \int_0^\infty Q_{nrt}(t) \Phi_{(t)} dt, \quad (6)$$

где $\Phi_{(t)} = 1 - P_{r(t)}$, P_r – функция распределения характеристик прочности.

Одной из важных задач вероятностного расчёта строительных конструкций является расчёт на безопасность с учётом износа и влияния местных дефектов.

Техника вычислений вероятностного отказа предусматривает ряд этапов: определение состояния отказа, выбор функции работоспособности, формулировка условий отказа, выбор вероятностных моделей и вычисление вероятности условия отказа методами численного интегрирования, а также методом «горячих» точек. Статистическое моделирование выполняется по частоте появления события [4].

В. Д. Райзером введена функция износа в условиях безотказной работы конструкций:

$$R_0 f_{(t)} = Z_{(t)} > S_{(t)}, \quad (7)$$

где R_0 – начальное значение несущей способности;
 $S_{(t)}$ – нагрузочный эффект (усилия, напряжения);
 $f_{(t)}$ – функция износа;
 $Z_{(t)}$ – процесс изнашивания.

Применение метода теории надёжности для прогнозирования долговечности железобетонных конструкций встретило ряд трудностей. Известная модель надёжности строительных конструкций «нагрузка – прочность», в случае, когда причиной отказа является разрушение, в основном не учитывают фактор времени и не позволяют проследить эволюцию состояния конструкции, связанную с процессами разрушения.

Практические методы расчета ресурса и срока службы железобетонных конструкций отличаются от принятых в оценках долговечности машин и механизмов вследствие специфики развития деградиационных процессов и разнообразия их сочетаний, весьма разной длительностью эксплуатации, из-за ограниченности или отсутствия исходной информации о законах распределения случайных факторов во времени и других причин.

При изучении строительных объектов, подверженных воздействию знакопеременных нагрузок, существенное значение приобрело понятие ресурса (наработка, назначенный срок службы, суммарный срок службы).

Для описания изменения несущей способности $\Phi_{(t)}$ с учетом фактора времени и накопления повреждений предлагается формула:

$$\Phi_{(t)} = a_{\Phi(t)} \Phi_{(0)}, \quad (8)$$

где Φ_0 – несущая способность железобетонной конструкции после изготовления при $t = 0$,
 $a_{\Phi(t)}$ – функция времени, отражающая изменение несущей способности с течением времени при эксплуатации в связи с нарастанием прочности, условиями повторных и длительных нагрузок, влиянием агрессивной среды и других факторов.

На основе этого подхода получено основное уравнение ресурса по бетону предварительно напряженных железобетонных пролетных строений мостов при совместном учете переменных факторов, условий нагружения и эксплуатации, что позволило определить срок службы элементов конструкций в результате разрушения бетона:

$$T = \frac{N_1}{n_i} \left(\frac{1 + \gamma V_R}{\eta} \right)^m, \quad (9)$$

где n_i – число циклов воздействий нагрузки в год;
 $N_1 = 2 \cdot 10^6$;
 $m = 20$;
 γ – коэффициент, соответствующий заданной обеспеченности P ;
 $\gamma = -2,33$ при $P = 0,99$;
 η – коэффициент, учитывающий уровень нагружения.

Рассмотренный подход несколько условен из-за несовершенства методики оценки вероятности работоспособности элементов в сечениях случайного процесса: к несущей способности предъявляются высокие требования по надежности, тогда как предельное состояние элементов характеризуется значительной неустойчивостью. В этом смысле более удобен расчетный метод, основанный на последовательной замене случайных аргументов [7].

В современных нормах проектирования железобетонных конструкций по методу предельных состояний при разработке системы коэффициентов надёжности в рамках теории надёжности использованы методы теории вероятности и математической статистики, а непосредственно расчет выполняется по детерминированной схеме. Железобетонные конструкции, рассчитанные с помощью методов расчета, регламентированных в нормах проектирования, могут иметь неодинаковую вероятность безотказной работы по разным сечениям.

Кроме того, в силу многоплановости проблемы долговечности, в настоящее время применение только вероятностных методов не позволяет получить ответы на ряд конкретных вопросов, интересующих практиков.

Долговечность рассматривается как всеобъемлющий критерий, зависящий не только от условий окружающей среды, но также от расчетных параметров конструкции, характеристик материалов, пропорций смеси и методов обработки. Подчеркивается важность изучения фундаментальных принципов, лежащих в основе процессов взаимодействия конструкций и окружающей среды.

Расчетные методы, основанные на той или иной разновидности теории ползучести, позволяют определить напряжения, перемещения и деформации железобетонных элементов в любой момент времени действия длительной нагрузки постоянного уровня. Предложения по учету переменности внешних воздействий нашли отражение в трудах А. Я. Барашикова, Ю. П. Гуши, Н. И. Карпенко [2].

Метод трансформированного времени t_t , разработанный Н. И. Карпенко, позволяет избежать необходимости запоминать обширную информацию по истории напряженно-деформированного состояния элемента, что значительно упрощает расчеты.

Предлагаются подходы к прогнозированию долговечности материалов и изделий из них методом деградиационных функций при комбинированных воздействиях и дан критерий предельного состояния, наступающего вследствие разрушения сжатого элемента от совместного воздействия силовых факторов и неблагоприятных влияний внешней среды, который определяется неравенством:

$$N < D(N) N(O), \quad (10)$$

где $N(O)$ – усилие, воспринимаемое элементом в начальный момент эксплуатации.

Для определения предельного состояния материалов при циклическом действии механических нагрузок, агрессивной среды и температуры используется критерий суммирования повреждений, получены выражения для описания долговечности образца при действии теплового, механического или химического видов энергии:

$$\tau_p(u_n) = \tau_0 \exp\left(\frac{u_0 - u_n}{kT}\right),$$

где T – абсолютная температура,
 k – постоянная Больцмана;
 u_0 – начальная энергия активации;
 u_n – уровень энергетического воздействия;
 τ_0 – константа.

ВЫВОД

Железобетонные конструкции имеют конечный срок службы, так как они значительно подвержены физическим, химическим и механическим изменениям, следствием которых является их деградация и уменьшение их способностей выполнять требуемые функции.

Ключевым в области долговечности является вопрос о прогнозировании срока службы новых железобетонных конструкций, который рассматривается как более гарантированный параметр, чем долговечность. На детерминистском и вероятностном уровнях разработаны отдельные методологии, однако в целом проблема прогнозирования срока службы еще находится в стадии развития; отсутствует системный подход и стандартные модели для оценки долговечности и прогнозирования срока службы.

В расчете на надежность и долговечность железобетонных конструкций нет единого общепринятого подхода, а теория расчета железобетонных конструкций, взаимодействующих с агрессивной и другими типами сред, еще далека до окончательного решения. По-видимому, в этих условиях перспективным и приемлемым подходом для прогнозирования срока службы железобетонных конструкций зданий и сооружений, основанным на знании деградационных механизмов и скорости деградационных процессов, является использование математических моделей в детерминистской и стохастической постановке и ускоренные испытания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Болотин, В. В. Прогнозирование ресурса машин и конструкций / В. В. Болотин. – Москва : Машиностроение, 1984. – 215 с. – Текст : непосредственный.
2. Карпенко, Н. И. Расчет железобетонных стержневых конструкций при многократных повторных и знакопеременных нагрузках : учебное пособие / Н. И. Карпенко, Т. А. Мухамедиева, А. К. Кузнецов. – Тольятти : ТолПИ, 1989. – 111 с. – Текст : непосредственный.
3. Пухонто, Л. М. Долговечность железобетонных конструкций инженерных сооружений (силосов, бункеров, резервуаров, водонапорных башен, подпорных стен) / Л. М. Пухонто. – Москва : Издательство АСВ, 2004. – 419 с. – Текст : непосредственный.
4. Райзер, В. Д. Расчет и нормирование надежности строительных конструкций / В. Д. Райзер. – Москва : Стройиздат, 1995. – 352 с. – Текст : непосредственный.
5. Рекомендации по обеспечению надежности и долговечности железобетонных конструкций промышленных зданий и сооружений при их реконструкции и восстановлении / Харьковский Промстройиниипроект. – Москва : Стройиздат, 1990. – 176 с. – Текст : непосредственный.
6. Ржаницын, А. Р. Теория расчета строительных конструкций на надежность / А. Р. Ржаницын. – Москва : Стройиздат, 1978. – 239 с. – Текст : непосредственный.
7. Чирков, В. П. Надежность и долговечность железобетонных конструкций зданий и сооружений / В. П. Чирков. – Текст : непосредственный // Российская архитектурно-строительная энциклопедия. – 1998. – Том V. – С. 86–177.
8. Clanvil, I. Prediction of Concrete Durability / I. Clanvil, A. Neville, G. Sommerville. – London : EFN Spon, 1996. – 208 p. – Текст : непосредственный.
9. Clifton, P. I. Preheating the life of concrete / P. I. Clifton. – Текст : непосредственный // ACI. Materials Journal. – 1993. – No. 6. – P. 611–617.

Получена 02.04.2021

В. М. ЛЕВЧЕНКО, В. І. КРОТЮК, Н. В. БОЦМАН, Б. Я. ВІНОКУРОВ
МЕТОДИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НЕОБХІДНОГО РІВНЯ НАДІЙНОСТІ ТА
ДОВГОВІЧНОСТІ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД
ДОНБУСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ»

Анотація. Проблеми довговічності привертають помітну і дедалі зростаючу увагу в будівельному світі. Це пояснюється тим, що значна частина будівель, споруд та об'єктів інфраструктури зведена 50–70 років тому і знаходиться на даний час у зношеному стані. Багатопланова проблема довговічності залізобетонних конструкцій будівель і споруд представляє собою сукупність ряду взаємопов'язаних проблем: технологічності, надійності, економічності, а також екологічних аспектів. Її вирішення повинно здійснюватись на основі системного підходу. Водночас в області довговічності ще багато неясного; часто розгляд обмежується практичним або навіть комерційним рівнями, і для подальшого просування необхідно вирішити ряд нагальних проблем. Одна з найважливіших – розробка сучасних методів прогнозування довговічності або терміну служби проєктованих елементів і конструкцій. Іншою істотною й актуальною проблемою є розробка практичних методів підвищення довговічності залізобетонних конструкцій інженерних споруд, що знаходяться в експлуатації. Забезпечення необхідного рівня довговічності та надійності будівель і споруд у процесі їх існування забезпечується технічними й організаційними методами. У статті викладені загальні питання та сучасний стан даної проблеми, включаючи основні положення проєктування довговічності залізобетонних конструкцій, існуючі методи її оцінки, поняття і критерії, пов'язані з довговічністю.

Ключові слова: довговічність, надійність, кореляція, моделювання, безвідмовна робота, деградація.

VIKTOR LEVCHENKO, VLADIMIR KROTUYK, NATALYA BOTSMAN,
BOGDAN VINOKUROV
THE REINFORCED CONCRETE STRUCTURES SERVICE LIFE ASSESSMENT
AND THE TASKS OF SUPPORTING THE RELIABILITY OF BUILDINGS AND
STRUCTURES

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

Abstract. Durability issues are attracting noticeable and increasing attention in the construction sphere. This is due to the fact that a significant part of buildings, structures and infrastructure facilities were erected 50–70 years ago and are currently in a state of disrepair. The multifaceted problem of the durability of reinforced concrete structures of buildings and structures is a combination of a number of interrelated issues: manufacturability, reliability, efficiency, as well as environmental aspects. Its solution should be carried out on the basis of a systematic approach. At the same time, the question of constructions durability is not widely investigated. The consideration is often limited by practical or even commercial levels. However, a number of issues need to be resolved for further progress. The development of modern methods for predicting the durability or service life of designed elements and structures is the one of the most important issues to be analyze. Another significant and urgent problem is the development of practical methods for increasing the durability of reinforced concrete structures of engineering structures in exploitation. Supporting the required level of durability and reliability of buildings and structures in the process of their exploitation is carried out by technical and organizational methods. The paper presents the general issues and the current level of this problem, including the fundamental design principals of the reinforced concrete structures durability and the existing methods for its assessment, concepts and criteria related to durability.

Key words: durability, reliability, correlation, modeling, no-failure operation, degradation.

Левченко Виктор Николаевич – кандидат технических наук, профессор; проректор по научно-педагогической и воспитательной работе ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: проектирование экономических строительных конструкций и разработка оптимальных конструктивных и объемно-планировочных решений промышленных зданий и инженерных сооружений.

Кротюк Владимир Игоревич – ассистент кафедры железобетонных конструкций ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: влияние повышенных температур и увлажнения на прочность и деформацию высокопрочного бетона.

Боцман Наталья Владимировна – магистрант ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: проектирование экономических строительных конструкций и разработка оптимальных конструктивных и объемно-планировочных решений промышленных зданий и инженерных сооружений.

Винокуров Богдан Яковлевич – магистрант ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: проектирование экономичных строительных конструкций и разработка оптимальных конструктивных и объемно-планировочных решений промышленных зданий и инженерных сооружений.

Левченко Віктор Миколайович – кандидат технічних наук, професор; проректор з науково-педагогічної і виховної роботи ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: проектування економічних будівельних конструкцій і розробка оптимальних конструктивних і об'ємно-планувальних рішень промислових будівель та інженерних споруд.

Кротюк Володимир Ігорович – асистент кафедри залізобетонних конструкцій ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: вплив підвищених температур і зволоження на міцність і деформацію високоміцного бетону.

Боцман Наталія Володимирівна – магістрант ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: проектування економічних будівельних конструкцій і розробка оптимальних конструктивних і об'ємно-планувальних рішень промислових будівель та інженерних споруд.

Вінокуров Богдан Яковлевич – магістрант ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: проектування економічних будівельних конструкцій і розробка оптимальних конструктивних і об'ємно-планувальних рішень промислових будівель та інженерних споруд.

Levchenko Victor – Ph. D. (Eng.), Professor; Vice-rector in education and pedagogic activities the Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: economically attractive building structures design and developing the structural and spatial designs of industrial buildings and engineering structures.

Krotuyk Vladimir – assistant, Reinforced Concrete Constructions Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: the effect of elevated temperatures and moisture on the strength and deformation of high-strength concrete.

Botsman Natalya – master's student, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: economically attractive building structures design and developing the structural and spatial designs of industrial buildings and engineering structures.

Vinokurov Bogdan – master's student, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: economically attractive building structures design and developing the structural and spatial designs of industrial buildings and engineering structures.

УДК 691.32

Е. Г. РОГОВИК, В. В. СОКОЛЯНСКИЙ
ГОУ ВПО «Академия гражданской защиты» МЧС ДНР

ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ РАЗРАБОТКИ РАЦИОНАЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ ПОВЫШЕННОЙ ПРОЧНОСТИ И ДОЛГОВЕЧНОСТИ НА ОСНОВЕ КОМПОЗИТОВ НА ЦЕМЕНТНЫХ ВЯЖУЩИХ И АКТИВИРОВАННОЙ ВОДЕ ЗАТВОРЕНИЯ

Аннотация. В работе рассмотрены способы изменения структуры и свойств воды, используемой в технологии производства строительных процессов. Выполнен анализ методов механохимической активации вяжущих бетонной смеси. Проведено исследование ранее предлагаемых способов приготовления бетонных смесей с применением магнитоактивированной воды. Приведена конструктивная схема установки для магнитной активации воды затворения, предложена технологическая схема производства бетонной смеси. Рассмотрены основные закономерности структурообразования строительных композитов на основе цементных вяжущих и активированных водных растворов, используемых для затворения бетонов, и исследованы основные физико-технические свойства растворных и бетонных смесей. Отмечено, что при достижении определенной степени активации воды затворения возможно получение стабильных положительных результатов, ведущих к экономии пластификаторов и воды, снижению продолжительности термовлажностной обработки изделий.

Ключевые слова: бетонная смесь, цементные композиты, вода затворения, магнитная активация.

ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ

В настоящее время рынок потребления бетонов на основе цементных вяжущих является одним из самых быстро развивающихся среди рынков строительных материалов. Исследования технологии получения цементных композитов с применением активированной воды направлены на повышение качества строительных конструкций и их конкурентоспособности.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Анализ зарубежных и отечественных научных и патентных публикаций показал, что наиболее перспективными направлениями изменения свойств бетонов являются гидродинамическая, магнитная и электрохимическая активация воды затворения. Отмечено, что применение перечисленных видов жидкофазной активации приводит к повышению прочностных характеристик бетонов, а также к образованию более плотной структуры искусственного конгломерата. Однако механизмы влияния жидкофазной активации на физико-механические показатели, структуру и свойства бетона до сих пор до конца не изучены.

ЦЕЛИ

Научное обоснование применения приемов и методов, обеспечивающих улучшение технологических, физико-механических и противопожарных свойств строительных конструкций на основе бетонных смесей и цементных растворов, полученных при использовании воды затворения, активированной магнитными методами.

ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

Вода является активным участником большинства технологических процессов, в том числе для изготовления различных искусственных каменных материалов. В технологии бетонных работ воду используют для промывки заполнителей, приготовления раствора и бетонной смеси, поливки бетона в процессе твердения.

Качество воды оценивают по содержанию вредных примесей, мешающих нормальному схватыванию и твердению вяжущего вещества либо снижающих его прочность и долговечность, а также вызывающих коррозию стальной арматуры. Для затворения пригодной является вода с нейтральной, слабодокислой или слабощелочной средой, т. е. имеющая значение pH в пределах 4,0–12,5. К вредным примесям в воде относятся органические вещества, растворимые соли, взвешенные частицы глины, пыли и почвы. Особую опасность представляет присутствие в воде солей хлор-ионов и сульфат-ионов, которые могут изменить сроки схватывания и скорость твердения бетона; привести к коррозии стальной арматуры.

Изменение структуры и свойств воды в технологии достигается с помощью механических воздействий, электрического тока, нагрева в автоклаве, высокочастотного поля, ультразвука и т. п. [7].

Эстонский ученый и конструктор И. А. Хинт изобрел прибор «Дезинтегратор» и обнаружил, что с увеличением окружной скорости рабочих элементов барабана выше традиционной (10...15 м/с), достаточной для смешивания, кирпич получался значительно прочнее. В итоге был налажен выпуск высокопрочных изделий кирпича марок М3000 (в серийном производстве) и М5000 (в опытно-промышленном). Новую технологию назвали механохимической активацией, а полученный строительный материал – силикальцитом. И. А. Хинт возглавил научно-исследовательский институт, известный как «НИИ силикальцита». На основании его изобретений удалось в больших количествах проводить активацию как твердых веществ, так и воды. В то же время было установлено, что наиболее эффективные и структурные изменения воды происходят под воздействием магнитного поля [1].

Магнитная обработка воды предполагает протекание ее через одно или несколько магнитных полей. На неподвижную воду магнитные поля действуют гораздо слабее, поскольку обрабатываемая вода всегда обладает некоторой электропроводностью, при ее перемещении в магнитных полях возбуждается небольшой электрический ток. Следовательно, правильнее считать, что имеет место не магнитная, а электромагнитная обработка водной среды. В общем случае изменение свойств воды после магнитной обработки возрастает с увеличением концентрации примесей и сменой их характера.

Схема аппарата, предлагаемого для обработки воды магнитным полем представлена на рисунке 1.

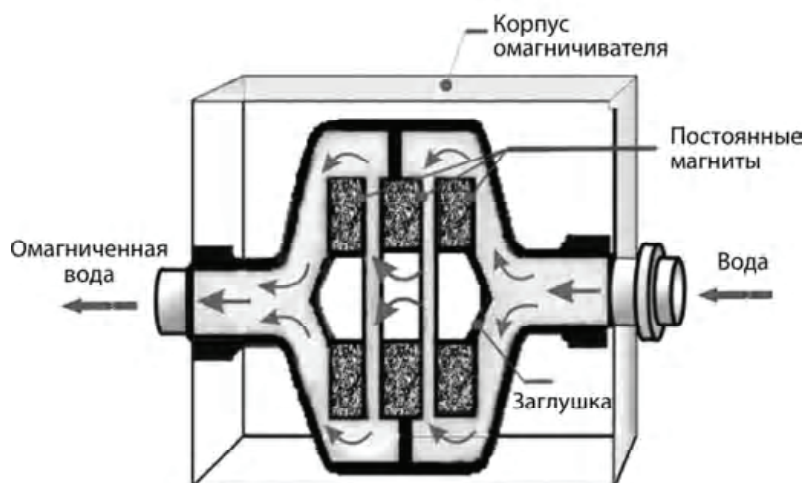


Рисунок 1 – Конструктивная схема аппарата для магнитной активации воды затворения.

Несмотря на большое количество работ, посвященных жидкофазной активации, механизмы ее влияния на физико-механические показатели, структуру и свойства бетона до сих пор до конца не изучены. Кроме того, основной акцент работ зарубежных исследователей смещен в сторону изучения изменений структуры и свойств самой воды, безотносительно к сфере ее применения [3].

Активированным состоянием вещества является некоторое критическое промежуточное его состояние, через которое проходит протекающий во времени процесс. Одно из перспективных прикладных направлений активации – механохимические методы воздействия на вяжущие системы с целью оптимизации их физико-химических и эксплуатационных характеристик.

Активационные методы приводят к получению более тонкодисперсных частиц, модификации поверхностной структуры частиц, созданию физических дефектов в подрешетках и решетках минералов, интенсифицирующих элементарные взаимодействия поверхностного слоя с водой затворения. Снижается время достижения цементом марочной прочности и обеспечения более полного использования химической энергии вяжущих веществ [5].

Краткий анализ современных методов механохимической активации приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Методы активации вяжущего и бетонных смесей

Методы активации	Достоинства / недостатки
Модифицирование составов за счет введения химических добавок	Широкий спектр применяемых веществ с одной стороны; высокая стоимость – с другой
Измельчение вяжущего в мельнице	Простота применяемого метода; большие энергетические затраты
Введение поверхностно-активных веществ	Более высокая плотность цементного композита; небольшой спектр применения
Термическая активация	Несложный и эффективный метод; значительная стоимость
Ультразвуковая активация	Процесс гидратации цемента проходит интенсивнее; большие энергетические затраты
Термоакустическая активация	Прочность возрастает на 150 %; сложность обработки
Электрофизическая активация с последующим пропариванием	Значительное увеличение прочности; высокая стоимость
Гидродинамическая активация	Относительно низкая эффективность
Жидкофазная механоактивация	Возрастает подвижность бетонной смеси; малый объем загрузки бетонной смеси за 1 цикл
Магнитная активация воды затворения	Энергоэффективность; специальное оборудование

Водные системы способны подчиняться влиянию внешних энергетических полей, изменяя свою структуру и свойства: гидратационную способность, смачиваемость, поверхностное натяжение, вязкость, емкость ионного объема и др. В результате колебаний электронной плотности облаков ионов примесей солей под действием электромагнитного поля может происходить изменение энергии их взаимодействия с водой или ее ассоциатов. Обнаруженный эффект проявляется в изменении растворимости клинкерных минералов, интенсивности выделения гидратной фазы и дисперсности структурных новообразований. Эффект увеличения прочности бетона в возрасте 28 суток при электромагнитной обработке воды, по данным разных исследователей, колеблется от 15 до 40 [2].

Отмечено, что эффективность электромагнитной обработки может усиливаться до 55 % в «горячих» смесях и при наличии добавок. Действие ультразвукового поля аналогично действию электромагнитного и в оптимальных условиях обеспечивает прирост прочности бетонов на 25...50 %.

Примеси к воде, активированные физическими воздействиями (введением в вибросмеситель, обработкой в роторной мешалке и др.) могут существенно влиять на интенсивность процессов гидратации и структурообразования [6].

Эффективным является замешивание бетонной смеси дистиллированной водой, в том числе омагниченной, или водными растворами лигносульфаната, что сопровождается активизацией поверхности клинкерных минералов за счет разрушения адсорбционных пленок, интенсификацией физико-химической взаимодействия и повышением прочности бетонов в среднем на 30...40 %.

Максимальная прочность бетонной смеси имеет место при ультразвуковом воздействии.

Среди способов приготовления бетонных смесей с использованием воды затворения, прошедшей магнитную обработку, предложенных отечественными и зарубежными учеными, следует выделить способы, приведенные в таблице 2 [5].

При проведении исследований по активации воды затворения магнитным и электрическим полем было установлено, что применение магнитной активации воды приводит к экономии цемента, как минимум, 50 кг на 1 м³ бетона.

Таблица 2 – Анализ ранее использованных способов приготовления бетонных смесей на активированной магнитным полем воде

Способы приготовления бетонных смесей	Достоинства и недостатки способов
Приготовление строительной смеси путем перемешивания цемента и заполнителя с омагниченной водой	Недостатком данного способа является низкая пластичность смеси и низкая прочность готовых изделий.
Получение строительных смесей путем перемешивания цемента и заполнителя с водой омагниченной магнитным полем	Для указанных технических решений характерен высокий коэффициент вариации прочностных свойств бетона и относительно высокий расход пластифицирующих добавок при прочих равных условиях.
Смешивание цемента, минеральных заполнителей с омагниченной водным раствором пластифицирующей добавкой, обработанной ударным воздействием магнитного поля	
Смешивание цемента и заполнителя с водой активированной постоянным магнитным полем, силовые линии которого ориентируют в юго-восточном направлении относительно магнитного поля Земли, при напряженности магнитного поля $40 \div 120$ кА/м и скорости прохождения воды $0,2 \div 1,5$ м/с, предварительно нагретой до температуры $30 \dots 45$ °С	Способ позволяет значительно улучшить эффект стабилизации прочностных свойств бетона, увеличить прочность готовых изделий при сохранении пластичности бетонной смеси. Однако указанные выше положительные эффекты достигаются за счет применения с омагниченной водой суперпластификаторов
Приготовление бетонных смесей на магнитоактивированной воде. Способ, заключающийся в том, что активацию воды затворения бетона за цикл обработки осуществляют целым набором комбинаций магнитотропных параметров, к которым относятся: величина напряженности, градиент напряженности магнитного поля, скорость движения воды и время ее экспозиции в магнитном поле, до получения нужной степени активации воды, которая оценивается в % по отношению времени оседания специального порошка в активированной и неактивированной воде.	Достоинства: экономия цемента и воды, уменьшение времени термовлажностной обработки изделий. Недостатки: не даны оптимальные параметры величины напряженности магнитного поля в рабочем зазоре аппарата и времени воздействия магнитного поля, экспозиции воды в магнитном поле, что не позволяет оценить влияние каждого из указанных параметров на результат магнитной активации воды затворения и затрудняет настройку аппарата на оптимальный режим.
Технология многократной циклической магнитной обработки воды затворения, в которой после каждого единичного цикла обработки вода подвергается действию воздушной среды	Результаты исследований показывают повышение качества композитных материалов.

Согласно результатам исследований получается, что только при достижении определенной степени (в процентах) активации воды (не менее 30...35 %) можно получить стабильные положительные результаты. При этом подвижность бетонных смесей, затворенных омагниченной водой, возрастает на 60...120 % по сравнению с бетонными смесями, затворенными на обычной воде. Следовательно, для затворения бетонных смесей необходимо брать омагниченной воды на 15...20 % меньше, что позволяет уменьшить на 20 % количество цемента и воды, а также уменьшить продолжительность термовлажностной обработки изделий [3]. При этом технология производства бетона практически не меняется (рис. 2).

Полученные результаты исследования свойств цементных композиций и оптимизация технологических приемов цикловой магнитной активации воды затворения в конструктивно различных условиях ее обработки позволяют утверждать, что определение рациональных технологических приемов цикловой магнитной активации воды затворения и свойств цементных композитов следует осуществлять на стадии исследований свойств цементного камня с последующим прямым переносом для подготовки бетонных смесей принятого технологического приема активации и оптимальных режимов. При реализации цикловой магнитной активации целесообразно использование технологического приема предварительной выдержки активированной воды до затворения. Применение технологии цикловой магнитной активации воды затворения как инструмента для производства обновленных или совсем новых товаров в строительной индустрии возможно путем передачи данной разработки на существующие промышленные предприятия и создания автономных предприятий малого бизнеса с организацией поставки своей продукции на рынок строительных материалов.

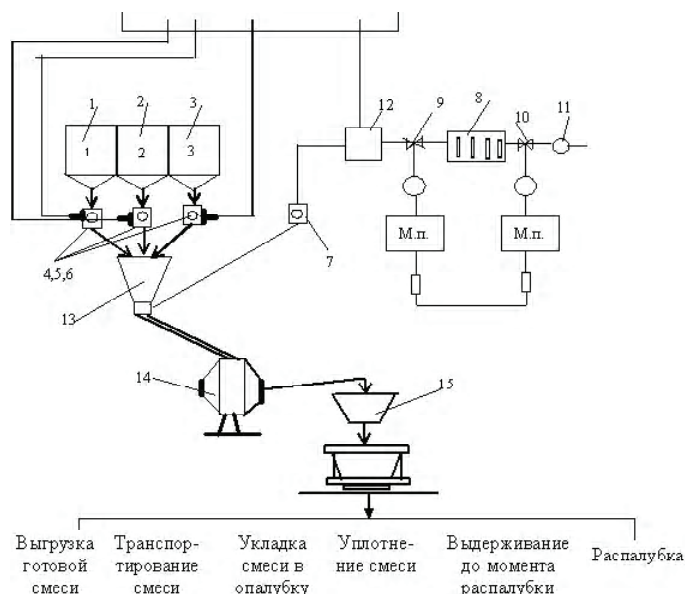


Рисунок 2 – Технологическая схема приготовления бетонной смеси на воде затворения, обработанной электромагнитным методом: 1, 2, 3 – заполнители и цемент; 4, 5, 6 и 7 – дозаторы цемента, заполнителей и воды; 8 – установка для обработки воды; 9, 10 – задвижки; 11 – насос; 12 – накопитель воды; 13 – сборная воронка; 14 – бетоносмеситель; 15 – раздаточный бункер; М. п. – микропроцессор.

ВЫВОДЫ

Модернизация технологии возведения зданий, обеспечение долговечности и надежности работы отдельно взятых конструкций и здания в целом предъявляют растущие требования к качеству применяемых в строительстве бетонов. Интерес представляет определение значений предела огнестойкости бетонных и железобетонных конструкций, произведенных с использованием активированной воды. Исследования технологии получения цементных композитов с применением активированной воды направлены на обеспечение улучшенных технологических и эксплуатационных показателей, таких как подвижность бетонной смеси, скорость схватывания, темпы набора прочности, увеличение скорости гидратации, пластичность, удобоукладываемость бетонной смеси, снижение материалоемкости, уменьшение себестоимости. Это представляет экономическую выгоду в области строительного материаловедения и позволит применить данную технологию в производстве.

СПИСОКЛИТЕРАТУРЫ

- Афанасьев, Д. А. Спектральные исследования воды затворения, обработанной постоянным магнитным полем / Д. А. Афанасьев, Ю. С. Саркисов, С. А. Кугаевская. – Текст : непосредственный // Техника и технология силикатов. Международный журнал по вяжущим, керамике, стеклу и эмалям. – 2016. – Т. 23, № 1. – С. 12–18.
- Горленко, Н. П. Роль цикловой магнитной обработки воды затворения в управлении свойствами и процессами гидратации и структурообразования цементных систем. – Текст : непосредственный / Н. П. Горленко, Ю. С. Саркисов, В. Н. Сафронов // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. – 2014. – № 4. – С. 135–148.
- Ланкин, С. В. Свойства бетона с минеральными добавками с позиции статики затвердевающих сред / С. В. Ланкин, А. В. Рыженко, В.Х Рыженко. – Текст : непосредственный // Научно-технический вестник поволжья. – 2013. – № 4. – С. 57–61.
- Макеева, А. А. Магнитоактивированная вода в строительных технологиях / А. А. Макеева, В. А. Помазкин. – Текст : непосредственный // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2011. – № 1. – С. 109–114.
- Structure-forming processes of cement composites, modified by sucrose additions / T. S. Shepelenko, U. S. Sarkisov, N. P. Gorlenko [et al.]. – Текст : непосредственный // Инженерно-строительный журнал. – 2016. – № 6 (66). – С. 3–11.
- EN 1990:2004. Eurocode. Basis of Structural Design : this European Standard was approved by CEN on 24 April 2002. – Brussels : CEN, 2002. – 121 p. – Текст : непосредственный (European committee for standardization).
- EN 1992-1-2:2004. Eurocode 2: Design of concrete structures – Part 1.2: General rules – Structural fire design = Eurocode 2: Проектирование бетонных конструкций – Часть 1–2: Общие правила – Проектирование конструкций при

пожаре : this European Standard was approved by CEN on 15 December 2004. – Brussels : CEN, 2004. – 56 p. – Текст : непосредственный (European committee for standardization).

Получена 05.04.2021

О. Г. РОГОВИК, В. В. СОКОЛЯНСЬКИЙ
ДОЦІЛЬНІСТЬ РОЗРОБКИ РАЦІОНАЛЬНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ
ВИГОТОВЛЕННЯ КОМПОЗИТІВ НА ЦЕМЕНТНИХ В'ЯЖУЧИХ І
АКТИВОВАНИЙ ВОДІ ЗАМІШУВАННЯ І БУДІВЕЛЬНИХ ВИРОБІВ НА ЇХ
ОСНОВІ, ЩО МАЮТЬ ПІДВИЩЕНУ МІЦНІСТЬ І ДОВГОВІЧНІСТЬ
ДООУ ВПО «Академія цивільного захисту» МНС ДНР

Анотація. У роботі розглянуті способи зміни структури і властивостей води, використовуваної в технології виробництва будівельних процесів. Виконано аналіз методів механохімічної активації в'язучих і бетонних сумішей. Проведено дослідження раніше запропонованих способів приготування бетонних сумішей із застосуванням магнітоактивованої води. Наведена конструктивна схема установки для магнітної активації води змішання і запропонована технологічна схема виробництва бетонної суміші. Розглянуто основні закономірності структуроутворення будівельних композитів на основі цементних в'язучих та активованих водних розчинів, що використовуються для бетонозмішення, а також досліджено основні фізико-технічні властивості розчинів та бетонних сумішей. Відмічено, що при досягненні певної міри активації води замішування можливе отримання стабільних позитивних результатів, що ведуть до економії цементу і води, зниження тривалості термовологісної обробки виробів.

Ключові слова: цементні композити, бетонна суміш, вода замішування, магнітна активація.

HELEN ROGOVIK, VLADIMIR SOKOLYANSKY
EXPEDIENCY FOR THE DEVELOPMENT OF A RATIONAL TECHNOLOGY FOR
THE PRODUCTION OF COMPOSITES BASED ON CEMENT BINDERS AND
ACTIVATED MIXING WATER AND CONSTRUCTION PRODUCTS BASED ON
THEM, WHICH HAVE INCREASED STRENGTH AND DURABILITY
The Civil Defence Academy of EMERCOM of DPR

Abstract. The paper considers ways to change the structure and properties of water used in the production technology of construction processes. The analysis of methods of mechanic and chemical activation of concrete mix binders is carried out. A study of previously proposed methods for preparing concrete mixtures using magnetically activated water has been carried out. A constructive diagram of an installation for the magnetic activation of mixing water is presented, a technological scheme for the production of a concrete mixture is proposed. The main regularities of the structure formation of building composites based on cement binders and activated aqueous solutions used for mixing concrete are considered, and the main physical and technical properties of mortar and concrete mixtures are investigated. Obviously, when the singing world of water is reached and stable positive results can be rejected, it is possible to reduce the cost of cement and water, reducing the triviality of thermological processing of virobates.

Key words: cement composites, concrete mix, mixing water, magnetic activation.

Роговик Елена Григорьевна – старший преподаватель факультета пожарной безопасности, кафедры обеспечения пожарной безопасности ГОУ ВПО «Академия гражданской защиты» МЧС ДНР. Научные интересы: способы повышения пределов огнестойкости строительных конструкций.

Соколянский Владимир Владиславович – кандидат технических наук, начальник кафедры организации пожарно-профилактической работы ГОУ ВПО «Академия гражданской защиты» МЧС ДНР. Научные интересы: системы противопожарной защиты, математическое моделирование процесса развития пожара.

Роговик Олена Григорівна – старший викладач факультету пожежної безпеки, кафедри забезпечення пожежної безпеки ДООУ ВПО «Академія цивільного захисту» МНС ДНР. Наукові інтереси: способи підвищення меж вогнестійкості будівельних конструкцій.

Соколянський Володимир Владиславович – кандидат технічних наук, начальник кафедри організації пожежно-профілактичної роботи ДООУ ВПО «Академія цивільного захисту» МНС ДНР. Наукові інтереси: системи протипожежного захисту, математичне моделювання процесу розвитку пожежі.

Rogovik Helen – Senior Lecturer at the Faculty of Fire Safety, Department of Fire Safety, State Educational Institution of Higher Professional Education «Academy of Civil Protection» of the Ministry of Emergency Situations of the DPR. Scientific interests: ways to increase the fire resistance of building structures.

Sokolyansky Vladimir – Ph. D. (Eng), Head of the Department of Organization of Fire Preventive Work of the State Educational Institution of Higher Professional Education «Academy of Civil Protection» of the Ministry of Emergency Situations of the DPR. Scientific interests: fire protection systems, mathematical modeling of the process of fire development.

УДК 629.1.013:621.9.048

Э. С. САВЕНКО, Н. В. САВЕНКОВ, Л. Р. КОВАЛЁВА

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДА ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКОЙ РАЗДАЧИ ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ ДЕТАЛЕЙ КРИВОШИПНО-ШАТУННОГО МЕХАНИЗМА

Аннотация. В статье изложен метод восстановления поршневых пальцев двигателей внутреннего сгорания за счет применения способа электрогидравлической раздачи. Определена степень влияния электрических параметров этого процесса на величину деформации поршневых пальцев в зависимости от применяемого материала изделия и объема упрочняющей химико-термической обработки. Для реализации рассматриваемого метода необходимо располагать точной информацией о величине и характере распределения износа поршневых пальцев и их рабочих поверхностей. Соответствующие исследования проводились по поршневым пальцам ремонтного фонда дизельных и искровых моторов грузовых автомобилей. По отношению к известным методам восстановления, например – термической обработке и раздаче жестким пуансоном, рассматриваемый в статье процесс характеризуется меньшими остаточными напряжениями, более высоким качеством и экономичностью.

Ключевые слова: восстановление, поршневой палец, электрогидравлическая раздача, износ, ремонтный размер, пластическое деформирование металла, электромагнитная энергия, энергия взрывчатых веществ.

ВВЕДЕНИЕ

Основная задача создания и повсеместного внедрения принципиально новой техники и материалов заключается в экономии сырья и топливно-энергетических ресурсов, а также во вторичном использовании материальных ресурсов. В связи с этим большое значение имеет разработка прогрессивных технологических процессов, в особенности процессов восстановления деталей массового производства. К последним относится поршневой палец автомобильных двигателей. Только в автомобильной промышленности ежегодно изготавливается свыше 50 млн поршневых пальцев диаметром 20...58 мм, длиной 45...114 мм и массой 0,100...1,750 кг [1].

Существующие способы восстановления поршневых пальцев – шлифование до ремонтного размера, нанесение гальванопокрытия, раздача жестким пуансоном и гидротермическая раздача – в ряде случаев отличаются сложностью процесса, низкой производительностью, значительными расходами тепловой и электрической энергии.

Ни один из указанных технологических процессов, по различным причинам, невозможно применить для восстановления всех видов поршневых пальцев. Эти процессы не в полной мере отвечают требованиям специализированного производства и вследствие этого не находят широкого промышленного применения.

АКТУАЛЬНОСТЬ РАБОТЫ

В настоящее время получило развитие применение высокоэнергетического способа пластического деформирования металла с использованием энергии высоковольтного импульсного разряда в жидкости – электрогидравлический эффект, а на его основе электрогидравлической обработки.

Целью работы является повышение эффективности восстановления поршневых пальцев двигателей внутреннего сгорания за счет применения способа электрогидравлической раздачи.

Задачи работы:

- исследовать и установить законы распределения износов поршневых пальцев ДВС;
- установить степень влияния электрических параметров процесса электрогидравлической раздачи на величину деформации поршневых пальцев в зависимости от применяемого материала изделия и объема упрочняющей химико-термической обработки.

Анализ существующих технологий восстановления поршневых пальцев ДВС показал, что существующие способы восстановления поршневых пальцев, в ряде случаев, отличаются сложностью процесса, низкой производительностью, значительными расходами тепловой и электрической энергии. Ни один из существующих способов не является универсальным и по различным причинам неприемлем для восстановления всех видов поршневых пальцев.

Анализ особенностей электрогидравлической обработки установил, что этот процесс является одним из перспективных способов восстановления поршневых пальцев ДВС. Данным способом возможно восстановление поршневых пальцев всех видов двигателей, из любого материала и при любой геометрии внутреннего сечения.

Поршневой палец двигателя внутреннего сгорания подвергается воздействию нагрузок, вызванных давлением газов и инерцией массы поршня и колец. Характер нагрузки переменный, ударный.

Ресурс, надежность и долговечность кинематических пар «поршневой палец – втулка» и «поршневой палец – поршень» определяется износостойкостью их рабочих поверхностей. В процессе работы к этим поверхностям смазка, в основной массе конструкций, подается разбрызгиванием. Несмотря на то, что моторное масло подвергается фильтрации, в нем в виде отдельных частиц встречается абразив. В связи с указанными условиями смазки рабочие поверхности пальцев работают в условиях граничного трения.

Изучение микрорельефа изнашиваемой поверхности поршневых пальцев показывает, что гладкая в целом поверхность покрыта отдельными рисками шириной менее 1 мкм, образовавшимися в результате попадания свободных абразивных частиц. Поверхность пальца в местах сопряжения с втулкой, как правило, блестящая; встречаются участки легкого цвета побежалости. Все это указывает на то, что рабочие поверхности поршневого пальца подвергаются нормальному износу, который по классификации Б. И. Костецкого может быть отнесен к окислительному. Сопутствующим видом износа поршневого пальца является абразивный, образуемый в результате попадания отдельных абразивных частиц между трущимися поверхностями.

Литературные источники не содержат исчерпывающих сведений о величине и характере распределения износа поршневых пальцев. Поэтому данный вопрос требовал дополнительного изучения, т.к. для разработки нового технологического процесса восстановления поршневых пальцев необходимо было располагать точной информацией о величине и характере распределения износа их рабочих поверхностей.

Для получения такой информации были проведены соответствующие исследования на Головном предприятии 2-го Донецкого производственного объединения «Автомонт».

Исследования проводились по поршневым пальцам к дизельным моторам ЯМЗ-236, 238, 240; А-01А, А-1; КамАЗ – 740, ЗИЛ – 645, ГАЗ-560, 562, СМД-14, 60, 62, 64; Д-21, 37, 40, 48, 50, 65М, 65Н и искровым моторам ЗИЛ- 508, 509, ЗМЗ – 406, 405, 409, 512, УМЗ-421.

Первичная информация для изучения распределения характера износа поршневых пальцев производилась путем выборочного изучения состояния ремонтного фонда. При этом обеспечивалась случайность и представительность выборки, состоящей из 100 поршневых пальцев. По количественному составу выборка состояла из деталей двигателей, которые по техническому состоянию требуют капитального ремонта, а их средний возраст в выборке был не менее чем средний возраст двигателей в эксплуатации и не более амортизационного.

В соответствии с ГОСТ 14846-84 устанавливается четыре пояса измерения износа наружного диаметра поршневого пальца по его длине. Два – в местах сопряжения с поршнем, два – в местах сопряжения с втулкой верхней головки шатуна (рис. 1). Например, для поршневого пальца двигателя ЗИЛ-508 пояса измерений установлены на расстоянии $L_1 = 16$ мм, $L_2 = 32$ мм, $L_3 = 50$ мм, и $L_4 = 68$ мм от торца пальца. В каждом поясе замеры производились в двух взаимно перпендикулярных плоскостях (А и В). Точность измерений составляла $\pm 0,001$ мм и обеспечивалась миниметром с индикаторной головкой ИГП, ГОСТ 6933-72.

Определялись числовые характеристики износа: средняя арифметическая величина, дисперсия, среднеквадратичное отклонение, асимметрия, эксцесс, коэффициент вариации. Анализ распределения износа производился по законам: Стюдента, Максвелла, Рэлея, Пирсона, Вейбулла, нормальному, логарифмически нормальному, Лапласа-Шарлье и по распределениям показательному, гамма, бэта и равномерному.

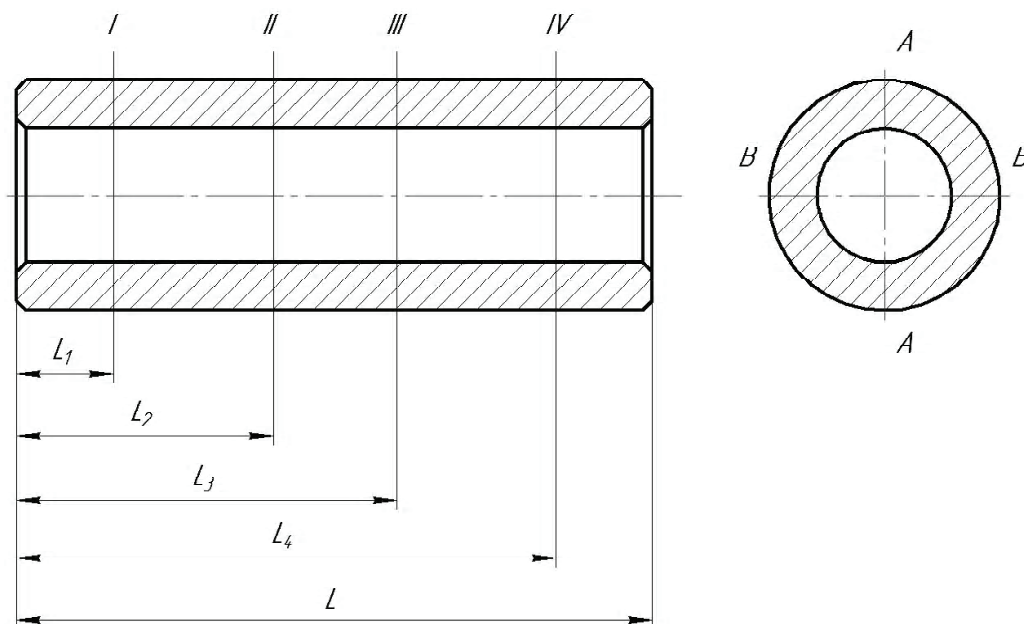


Рисунок 1 – Схема измерения износа наружного диаметра поршневого пальца по его длине: А-А; В-В – направление измерения; I, II, III, IV – пояса измерений; $L_1 = \frac{1}{2} L_{\text{ВП}}$; $L_2 = L/2 - \frac{1}{4} L_{\text{ГШ}}$; $L_3 = L/2 - \frac{1}{4} L_{\text{ГШ}}$; $L_4 = L - \frac{1}{2} L_{\text{ВП}}$; $L_{\text{ВП}}$ – длина бобышки поршня; $L_{\text{ГШ}}$ – ширина верхней головки шатуна.

В результате расчетов по каждому поясу измерения поршневых пальцев были получены числовые характеристики износа, выдвинута гипотеза закона распределения износа и произведен расчет его соответствия по критерию согласия Пирсона χ^2 .

Анализ принятых при эксперименте законов распределения показывает, что в основном износы рабочих поверхностей поршневых пальцев распределяются по нормальному закону и закону Лапласа-Шарлье.

Износ поршневых пальцев, характер его распределения зависит от большого числа взаимно независимых, случайных величин (состояние дорог, почвенно-климатические условия, состояние и возраст двигателя, квалификация водителя, качество технического обслуживания и ремонта и т. д.), влияние которых на полную величину износа сравнительно мало. В этом случае, согласно теории Ляпунова, величина износа детали будет иметь распределение, близкое к нормальному. Экспериментальные исследования подтверждают это предположение, а имеющиеся отклонения от нормального закона обусловлены условиями эксплуатации и влиянием случайных величин.

На рис. 2 представлены теоретические и эмпирические графики распределения износа поршневого пальца двигателя ЗИЛ-508 по I поясу измерений, которые соответствуют нормальному закону распределения. Анализ вычисленных величин износа поршневых пальцев ДВС, приведенных на рис. 3, показывает, что износ поршневых пальцев зависит от типа двигателя, материала, из которого он изготовлен, а также вида применяемой при изготовлении термической обработки. Износ поршневого пальца по длине не равномерен. Величина износа максимальна в местах сопряжения с поршнем и минимальна в области сопряжения с втулкой верхней головки шатуна. Поршневые пальцы искровых двигателей имеют вдвое больший износ, чем дизельных. В поршневых пальцах дизелей, изготавливаемых из стали 12ХН3А, средняя величина износа составляет 0,01...0,02 мм, а максимальная 0,03...0,04 мм. В поршневых пальцах искровых двигателей, изготавливаемых в основном из стали 45, средняя величина износа составляет 0,03...0,04 мм, а максимальная – 0,05...0,06 мм. Величина износа зависит от марки применяемого материала. При одинаковых геометрических параметрах величина износа поршневых пальцев из углеродистой стали вдвое больше, чем у пальцев из легированной стали. Максимальные величины износа поршневых пальцев составляют 0,10...0,35 % от наружного диаметра и их можно устранить с помощью пластического деформирования – раздачей.

С целью обеспечения восстановления всех видов поршневых пальцев необходимо произвести разработку технологии восстановления на примере деталей, имеющих максимальный износ и наибольшее многообразие применяемого материала. Выбор способа восстановления поршневого пальца зависит от геометрических параметров изделия, материала, из которого он изготовлен, и вида применяемой при этом термообработки.

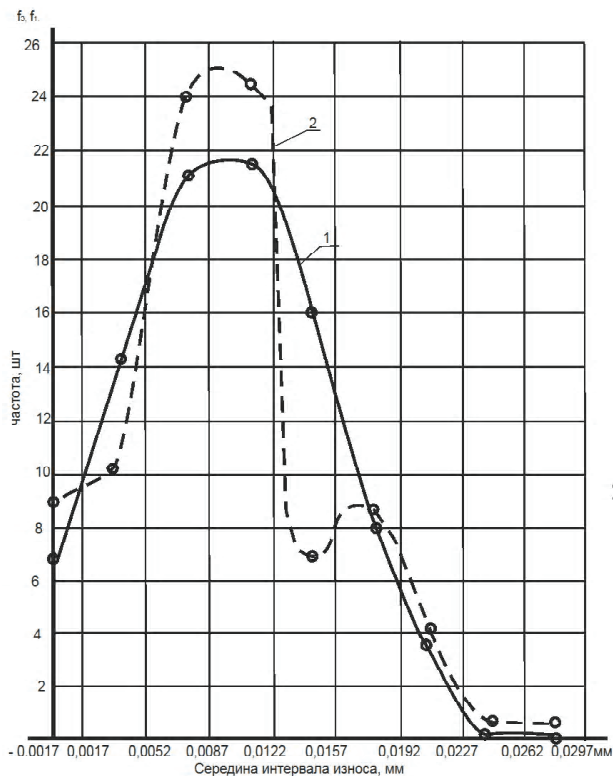


Рисунок 2 – Характеристика распределения износов поршневого пальца двигателя ЗИЛ-508 по первому поясу измерения: 1 – теоретическая кривая распределения; 2 – эмпирическая кривая распределения.

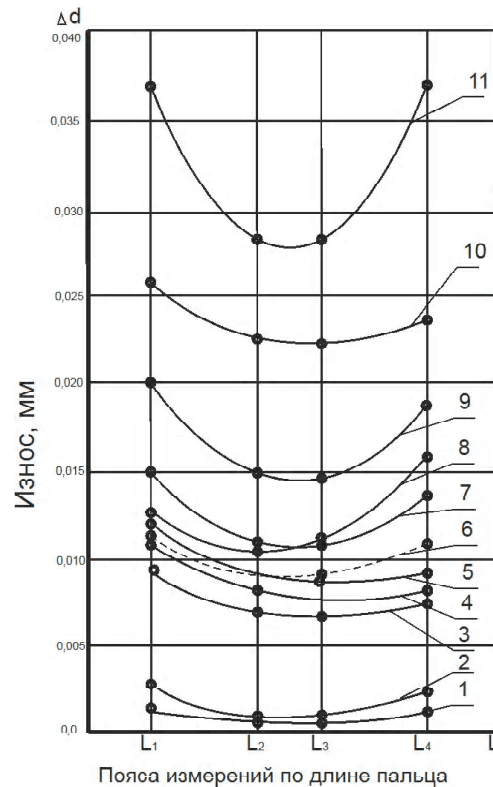


Рисунок 3 – Характер и величина износа поршневых пальцев ДВС (при поступлении на ремонт): 1 – ЯМЗ-236; 238, 240; 2 – СМД-62; 3 – ЗИЛ-645; 4 – КамАЗ-740; 5 – Д-30; 6 – 48, 65 Д-37 (сталь 15Х); 7 – ГАЗ-560, ЗИЛ-508; 8 – ЗМЗ-406; 9 – ЗИЛ-509; 10 – ЗМЗ-402; 11 – УМЗ-421 (сталь 45).

Все поршневые пальцы ДВС имеют одинаковую конструкцию, представляют собой полый цилиндр, имеющий износостойкую наружную поверхность, и отличаются геометрическими параметрами – материалом и применяемой термообработкой.

Шлифование поршневого пальца ремонтного (уменьшенного против номинального) размера обеспечивает удаление рисок, царапин, задиров, макронеровностей поверхности. Однако дальнейшее использование таких поршневых пальцев требует наличия поршней с уменьшенными размерами отверстий бобышек, которые промышленностью в настоящее время не выпускаются. По этой причине этот способ восстановления поршневых пальцев не применяется.

Проведенный анализ поршневых пальцев показывает, что величина износов и геометрические параметры пальцев позволяют производить их восстановление с использованием способа электрогидравлической раздачи (ЭГР). Этим способом можно восстановить поршневые пальцы, изготовленные из любого материала и имеющие стенки любой толщины. Наличие внутренней ступенчатой поверхности пальца не является препятствием для проведения этого процесса.

Данные высокоэнергетические способы характеризуются не только количеством затрачиваемой энергии, но и высокой скоростью деформации, влияющей как на поведение металлов в процессе деформирования, так и на их физико-механические свойства. Отличительной особенностью этих способов является невысокая стоимость потребляемой энергии, простота оснастки, высокая эффективность воздействия на изделие [2]. Физика явления заключается в том, что практически несжимаемая жидкость с большой скоростью раздвигается во все стороны от линии разряда и создает ударную волну. При установке заготовки с матрицей перед ударной волной последняя передает свою энергию, в результате чего заготовка деформируется, принимая форму матрицы [3]. При электрогидравлической обработке тепловое воздействие на объекты практически отсутствует, а воздействие на изделие передается через жидкую среду. Важным фактором электрогидравлической обработки является нагружение изделия по всей поверхности заготовки при деформировании, что дает возмож-

ность обеспечивать относительные скорости частиц заготовки ниже критических и исключить тем самым возможность разрушения металла. Электрогидравлическая раздача осуществляется за счет ударной волны, созданной электрическим разрядом в определенных условиях на спецустановке, принципиальная схема которой представлена на рис. 4. Установка работает следующим образом. Батарея статических конденсаторов через зарядное устройство и выпрямитель-трансформатор накапливает электрическую энергию. В момент достижения требуемой величины энергии формирующее устройство замыкает разрядную цепь и между рабочими электродами происходит высоковольтный пробой – создается плазменный шнур, расширение которого в объеме жидкости вызывает образование ударной волны.

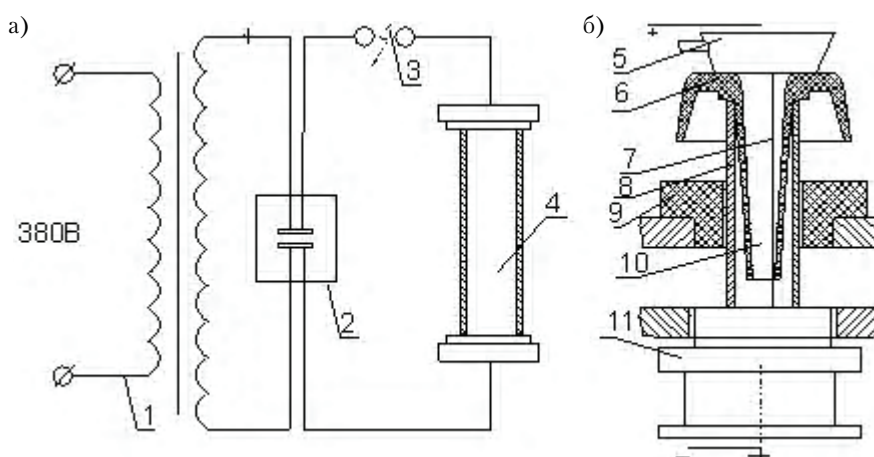


Рисунок 4 – Схема установки и процесса восстановления: а) принципиальная схема электрогидравлической установки: 1 – выпрямительное устройство; 2 – блок накопления энергии; 3 – формирующий промежуток; 4 – технологический узел; б) схема технологического узла при восстановлении поршневого пальца: 5 – подвижный положительный электрод; 6 – патрон; 7 – взрывающаяся проволока; 8 – палец поршневой; 9 – гнезда; 10 – техническая вода; 11 – отрицательный электрод.

Немаловажным фактором, влияющим на пластичность при электрогидравлическом деформировании, является отсутствие контактного трения. Подавляющее число операций обработки металлов давлением осуществляется в условиях соприкосновения обрабатываемого металла с инструментом. При этом частицы деформируемого металла скользят по поверхности инструмента, в результате чего возникают силы контактного трения, являющиеся (в большинстве случаев) вредным фактором для обработки металла. Контактное трение ведет к неоднородной деформации. В каждой точке поверхности контакта появляются касательные напряжения. Распространяясь в глубину деформируемого металла, эти напряжения создают зоны затруднительной деформации и, как следствие, из-за возникающей неоднородности металла (различная степень упрочнения, различная величина зерна и т. д.) резко снижают его пластичность [4, 5, 6].

При электрогидравлической обработке металлов в технологической оснастке отсутствует жесткий пуансон. Его роль выполняет вода или какая-либо другая жидкость. В этом случае отсутствие контактных напряжений приводит к увеличению пластичности металла при деформировании.

ВЫВОД

1. Исследованием распределения износов поршневых пальцев ДВС установлено:
 - эмпирическое распределение их износов по наружному диаметру соответствует нормальному закону и закону Лапласа-Шарлье;
 - величина износа по длине пальца не постоянна, максимальна в местах сопряжения с втулкой верхней головки шатуна и составляет по величине 0,10...0,35 % от наружного диаметра.
2. Проведенными расчетами величины износа поршневых пальцев выявлено:
 - величина износа поршневых пальцев зависит от материала, из которого он изготовлен: пальцы, изготовленные из легированных сталей, имеют вдвое меньший износ, чем из углеродистой стали;
 - величина износа поршневых пальцев зависит от типа двигателя: пальцы дизельных двигателей имеют вдвое меньший износ, чем исковых.

3. Установлено, что результаты электровзрывной обработки восстанавливаемых поршневых пальцев характеризуются следующим:

- снижение остаточных напряжений; интенсификация естественных релаксационных процессов;
- результаты ЭГР сравнимы с термообработкой, но обладают более высоким качеством и экономичностью;
- для получения изделий с определенными физико-механическими свойствами необходимо учитывать направление ударной волны, взаимодействие с полем механических напряжений, изменение формы импульса и формы заготовки в процессе взаимодействия, а также влияние скорости деформации на физико-механические свойства металла.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Быков, И. А. Изготовление заготовок поршневых пальцев в автомобильной промышленности / И. А. Быков, Т. А. Кузнецов. – Текст : непосредственный // Автомобильное производство. – 1984. – № 1. – С. 4–7.
2. Полупанов, Ф. П. Электрогидравлический эффект в ремонтном деле / Ф. П. Полупанов, К. Г. Балан, В. Н. Пономаренко. – Текст : непосредственный // Техника в сельском хозяйстве. – 1972. – № 12. – С. 72–74.
3. Каспарьянц, А. Г. Использование электрогидравлического эффекта для восстановления поршневых пальцев. – Текст : непосредственный / А. Г. Каспарьянц, В. А. Какуевичкий // Автомобильный транспорт. – 1982. – № 8. – С. 103–106.
4. Electro hydraulic sheet metal forming with flexible tools / H. Pegel, L. Langstadtler, M. Herrmann [et al.]. – Текст : электронный // MATEC Web of Conferences. – 2018. – № 190. – P. 1–6. – URL: https://www.matec-conferences.org/articles/mateconf/pdf/2018/49/mateconf_icnft2018_12001.pdf.
5. Zhutchkov, A. I. Pressing of tubes in tube slabs using multiple electrical discharge in liquid / A. I. Zhutchkov, N. T. Zinoviev, G. P. Filatov. – Текст : непосредственный // PLASMA PHYSICS AND PLASMA TECHNOLOGY : III International Conference, Minsk, 18–22 September. – 2000. – P. 558–561.
6. Chace, W. G. Classification of Wire Explosions / W. G. Chace, M. A. Levine. – Текст : непосредственный // J. Appl. Phys. – 1960. – № 31. – P. 1298.

Получена 06.04.2021

Е. С. САВЕНКО, Н. В. САВЕНКОВ, Л. Р. КОВАЛЬОВА ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДУ ЕЛЕКТРОГІДРАВЛІЧНОЇ РОЗДАЧІ ПРИ ВІДНОВЛЕННІ ДЕТАЛЕЙ КРИВОШИПНО-ШАТУННОГО МЕХАНІЗМУ ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»

Анотація. У статті викладено метод відновлення поршневих пальців двигунів внутрішнього згоряння за рахунок застосування способу електрогидравлічної роздачі. Визначено ступінь впливу електричних параметрів цього процесу на величину деформації поршневих пальців залежно від застосовуваного матеріалу виробу і обсягу зміцнювальної хіміко-термічної обробки. Для реалізації даного методу необхідно мати у своєму розпорядженні точну інформацію про величину і характер розподілу зносу поршневих пальців і їх робочих поверхонь. Відповідні дослідження проводилися за поршневими пальцями ремонтного фонду дизельних і іскрових моторів вантажних автомобілів. По відношенню до відомих методів відновлення, наприклад – термообробки і роздачі жорстким пуансоном, процес характеризується меншими залишковими напруженнями, більш високою якістю і економічністю, що розглядається в статті.

Ключові слова: відновлення, поршневий палець, електрогидравлічна роздача, знос, ремонтний розмір, пластичне деформування металу, електромагнітна енергія, енергія вибухових речовин.

EDUARD SAVENKO, NIKITA SAVENKOV, LILIA KOVALEVA RESEARCH OF THE METHOD OF ELECTROHYDRAULIC DISTRIBUTION WHEN RESTORING PARTS OF CRANK – CONNECTING ROD MECHANISM Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

Abstract. The article describes a method for restoring the piston pins of internal combustion engines through the use of the method of electro-hydraulic distribution. The degree of influence of the electrical parameters of this process on the amount of deformation of the piston pins is determined, depending on the material used for the product and the volume of hardening chemical-thermal treatment. To implement the method under consideration, it is necessary to have accurate information about the magnitude and nature of the distribution of wear on the piston pins and their working surfaces. The corresponding studies were carried

out on the piston pins of the repair stock of diesel and spark engines of trucks. In relation to the well-known methods of recovery, for example, heat treatment and distribution with a rigid punch, the process considered in the article is characterized by lower residual stresses, higher quality and efficiency.

Key words: restoration, piston pin, electro-hydraulic expansion, wear, repair size, plastic deformation of metal, electromagnetic energy, energy of explosives.

Савенко Эдуард Станиславович – кандидат технических наук, доцент кафедры автомобильного транспорта, сервиса и эксплуатации ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: технология ремонта автомобилей.

Савенков Никита Владимирович – кандидат технических наук, доцент; заведующий кафедрой автомобильного транспорта, сервиса и эксплуатации ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: работа силовых автомобильных установок на неуставившихся режимах.

Ковалёва Лилия Руслановна – магистрант кафедры автомобильного транспорта, сервиса и эксплуатации ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: многоступенчатые трансмиссии грузовых автомобилей.

Савенко Едуард Станіславович – кандидат технічних наук, доцент кафедри автомобільного транспорту, сервісу і експлуатації ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: технологія ремонту автомобілів.

Савенков Микита Володимирович – кандидат технічних наук, доцент; завідувач кафедри автомобільного транспорту, сервісу і експлуатації ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: робота силових автомобільних установок на несталіх режимах.

Ковальова Лілія Русланівна – магістрант кафедри автомобільного транспорту, сервісу і експлуатації ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: багатоступінчасті трансмісії вантажних автомобілів.

Savenko Eduard – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Automobile Transport, Service and Operation Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: car repair technology.

Savenkov Nikita – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Head of the Automobile Transport, Service and Operation Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: operation of power automobile installations in unsteady modes.

Kovaleva Lilia – master's student, Automobile Transport, Service and Operation Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: multi-stage truck transmissions.

УДК 728.1:620.9

Ю. А. КАЛПАКОВА, Е. С. ЛОГАЧЕВ, Н. А. БУРИЛО

ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)»

**СОЗДАНИЕ КОМФОРТНОЙ ЭСТЕТИЧЕСКИ-ПСИХОЛОГИЧЕСКОЙ
СРЕДЫ ДЛЯ ЛЮДЕЙ МАЛОМОБИЛЬНЫХ ГРУПП НАСЕЛЕНИЯ И
ПОДДЕРЖАНИЕ РАВЕНСТВА МЕЖДУ ЗДОРОВЫМИ ЛЮДЬМИ И
ЛЮДЬМИ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ**

Аннотация. На начальном этапе исследования происходит выявление проблематики и определение актуальности темы. Ознакомившись с литературой, был проведен анализ следующих нозологий: восприятие слепых и слабовидящих, глухих и слабослышащих, а также инвалидов с ограничением в передвижении. Исходя из опросов – подведена статистика, практическим путем подтверждена актуальность и проблематика. На основе полученных данных предложены принципы архитектурного проектирования инклюзивной среды общественных пространств. Для наглядной демонстрации предложенных принципов разработан концептуальный проект арт-пространства «Ритуал – возвращение к истокам». Был разработан арт-объект, который способен передать сакральный смысл любому человеку независимо от его группы инвалидности, возраста, пола и других различий. В работе продемонстрированы перспективы развития данной темы и описана сложность внедрения принципов в структуре формирования рекреационных пространств.

Ключевые слова: инклюзивная среда, общественное пространство, доступность.

Проблематика выбранной темы заключается в отсутствии равноправных условий восприятия мира и пребывания в обществе людей с ограниченными возможностями. В наше время происходит чрезмерное выделение людей с различными отклонениями, что приводит к отрицательному психологическому воздействию по отношению к индивиду. Под выделением подразумевается, к примеру: обособление их от большого потока главных входов, формирование типизированного образа жизни и восприятия этого образа через типовые инструменты (пандусы, тактильные дорожки и т. д.), а в некоторых частях архитектурных пространств демонстрация невозможности формирования равноправных психологических и физических условий [1].

В нашей работе мы затронем именно пребывание, ощущение среды не только детей и не только инвалидов. Выявление и предложение принципов, по которым возможно проектировать пространства для всех в равной степени – есть главная проблема данной статьи, нерешенная ранее.

Цель: выявление принципов проектирования эстетически-психологического инклюзивного архитектурного пространства.

Задачи: изучить проблему и определить актуальность, ознакомиться с соответствующей литературой, подвести статистику и произвести анализ, создать принципы архитектурного проектирования инклюзивной среды, продемонстрировать выявленные принципы на примере собственного проекта МАФ в общественном пространстве.

Слепые и слабовидящие. Тифлопсихология – изучение психики лиц с глубокими нарушениями зрения (слепых и слабовидящих). В зависимости от степени снижения остроты зрения на лучше видящем глазу при использовании обычных средств коррекции (очки) выделяются: слепые, слабовидящие. Ориентировка слепых – процесс определения своего положения в среде на основе использования информации сохранных органов чувств [2]. По виду деятельности различают пространственную, производственную, бытовую, предметно-познавательную и др. ориентировку. Способность свободно

ориентироваться на местности и взаимодействовать с окружающей средой называется мобильностью. Она позволяет человеку быть самостоятельным, уверенным в себе [3].

Глухие и слабослышащие. Сурдопсихология. У людей с отклонениями слуха происходит потеря отчетливости, яркости воспроизведения объекта, уменьшение размеров, перемещение в пространстве отдельных деталей объекта, уподобление предмета другому, хорошо известному. Также особенностью людей с нарушениями слуха в зрительном плане является отсутствие четкого понимания формы и величины, а осознание в восприятии этих свойств участвует недостаточно. Отмечаются трудности восприятия пространственно-временных отношений между объектами и перспективными изображениями. Слабо выражено восприятие предмета в движении. С трудом происходит понимание предмета, если он частично закрыт другим [4].

Люди с ограничением в передвижении. Норман Кюн: «... в философском понимании независимая жизнь – это способ мышления, это психологическая ориентация личности, которая зависит от ее взаимоотношений с другими личностями, от физических возможностей, от окружающей среды и степени развития систем служб поддержки...» [5].

Опрос. Кроме литературы для достоверности и уточнения фактов был проведен опрос маломобильных групп населения г. Новосибирска. Результаты проведенного опроса подтвердили актуальность проблемы.

Принципы архитектурного проектирования инклюзивной среды. На основании проведенных исследований и подведенных статистик предложены следующие принципы проектирования:

1. Решение отстраненности. Окружающая среда формирует общественные отношения. Следовательно, нельзя разделять пространство на части для инвалидов и для общества.
2. Устранение типизации специального оборудования для инвалидов в общественных пространствах.
3. Динамика может способствовать увеличению внимания к пространствам. Также это движение можно использовать как энергоэффективное влияние на среду.
4. Фактура. Хорошим дополнением пандусов, тактильных дорожек является специфическая фактура.
5. Поле зрения. Предметы, на которых необходимо сконцентрировать внимание, можно закрыть лишь выделяющими и акцентирующими объектами. Главный объект должен быть доминантой в поле зрения.
6. Цветовые решения. Использование спокойных, естественных, природных оттенков допускается при включении в образ ярких чистых акцентов.

Демонстрация выявленных принципов на примере собственного проекта МАФ в общественном пространстве. Для наглядной демонстрации данных принципов был создан проект арт-пространства «Ритуал-возвращение к истокам». Осуществлена попытка передачи послания инклюзивным образом (рис. 1–3).

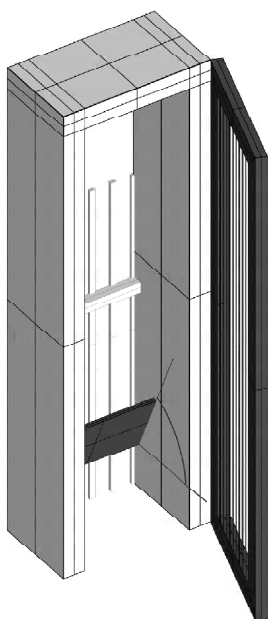


Рисунок 1 – «Кабина созидателей».

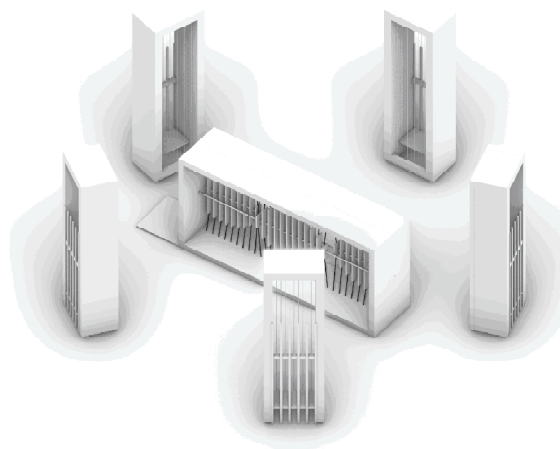


Рисунок 2 – Аксонометрия.

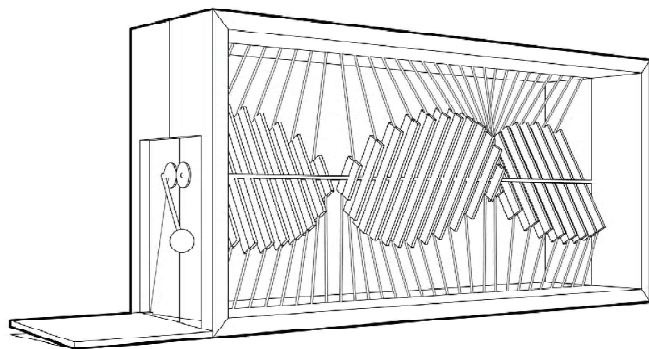


Рисунок 3 – Центр взаимодействия.

ВЫВОД

В ходе работы была проведена тонкая нить между архитектурой и психологией, предложены принципы проектирования инклюзивной среды, выявлены перспективы развития темы в градостроительной области. В дальнейшем планируется приспособить данные принципы и переосмыслить их под общественные пространства городской среды для унификации мест. Также будут рассматриваться и др. нозологии и находится компромисс между ними в предложенных принципах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Литвак, А. Г. Психология слепых и слабовидящих : учебное пособие / А. Г. Литвак ; Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена. – Санкт-Петербург : Издательство РГПУ, 1998. – 271 с. – ISBN 5-89815-675-5. – Текст : непосредственный.
2. Холостова, Е.И. Социальная работа с инвалидами: учебное пособие / Е. И. Холостова. – 3-е изд. перераб. и доп. – Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2013. – 240 с. – ISBN 978-5-394-01654-7. – Текст : непосредственный.
3. Сафронов, К. Э. Безбарьерная городская среда: учебное пособие / К. Э. Сафронов. – 2-е изд. перераб. и доп. – Омск : Золотой тираж, 2011. – 159 с. – ISBN 978-5-8042-0191-4. – Текст : непосредственный.
4. Наумов, М. Н. Обучение слепых пространственной ориентировке : учебное пособие / М. Н. Наумов. – Москва : ВОС, 1982. – 116 с. – Текст : непосредственный.
5. Гусева, О. В. Ландшафтно-планировочная организация Северо-Чемского жилмассива с целью обеспечения доступной среды для маломобильных групп населения в г. Новосибирске / О. В. Гусева, О. О. Смолина // Интеллектуальный потенциал Сибири : сборник научных трудов региональной научной студенческой конференции, Новосибирск, 22–23 мая 2018 г. : часть 2–2. – Новосибирск : Новосибирский государственный университет архитектуры, дизайна и искусств, 2018. – С. 508–510.

Получена 12.04.2021

Ю. А. КАЛПАКОВА, Е. С. ЛОГАЧОВ, Н. О. БУРИЛО
СТВОРЕННЯ КОМФОРТНОГО ЕСТЕТИЧНО-ПСИХОЛОГІЧНОГО
СЕРЕДОВИЩА ДЛЯ ЛЮДЕЙ МАЛОМОБІЛЬНИХ ГРУП НАСЕЛЕННЯ І
ПІДТРИМАННЯ РІВНОСТІ МІЖ ЗДОРОВИМИ ЛЮДЬМИ І ЛЮДЬМИ З
ОБМЕЖЕНИМИ МОЖЛИВОСТЯМИ
ФДБОУ ВО «Новосибірський державний архітектурно-будівельний університет
(Сибстрін)»

Анотація. На початковому етапі відбувається виявлення проблематики і визначення актуальності даної теми. Після ознайомлення з відповідною літературою, було проведено аналіз наступних нозологій: сприйняття сліпих і слабозорих, глухих і слабочуючих, а також інвалідів з обмеженням в пересуванні. Підведена статистика, за результатами опитувань і чітко підтверджено актуальність і проблематику практичним шляхом. На основі отриманих даних були запропоновані принципи архітектурного проектування інклюзивного середовища громадських просторів. Для наочної демонстрації запропонованих принципів розроблено концептуальний проект арт-простору «Ритуал – повернення до витоків». Була здійснена спроба створити арт-об'єкт, який здатний передати сакральний сенс будь-якій людині незалежно від її групи інвалідності, віку, статі та ін. відмінностей. Також демонструються перспективи розвитку даної теми.

Ключові слова: інклюзивне середовище, громадський простір, доступність.

**YULIA KALPAKOVA, YEGOR LOGACHEV, NADEZHDA BURILO
CREATING A COMFORTABLE AESTHETIC AND PSYCHOLOGICAL
ENVIRONMENT FOR PEOPLE WITH LIMITED MOBILITY AND
MAINTAINING EQUALITY BETWEEN HEALTHY PEOPLE AND PEOPLE WITH
DISABILITIES IN SOCIETY**

Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering (Sibstrin)

Abstract. At the initial stage, the problems are identified and the relevance of the topic is determined. After reviewing the relevant literature, an analysis of the following nosology was carried out: perception of the blind and visually impaired, deaf and hearing impaired, as well as persons with disabilities with limited movement. Statistics are summed up based on surveys and the relevance and problems are clearly confirmed in a practical way. Based on the data obtained, the principles of architectural design of an inclusive environment of public spaces were proposed. For a clear demonstration of the proposed principles, a conceptual project of the art space «Ritual – return to the origins» is being developed. The prospects for the development of this topic are also demonstrated.

Key words: inclusive environment, public space, accessibility.

Калпакова Юлия Альбертовна – студентка ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)». Научные интересы: внедрение и разработка принципов проектирования инклюзивной среды на базе эстетически-психологических качеств.

Логачев Егор Сергеевич – студент ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)». Научные интересы: разработка концепции внедрения энергоэффективных систем в динамические МАФ на базе альтернативных источников энергии, внедрение и разработка принципов проектирования инклюзивной среды на базе эстетически-психологических качеств.

Бурило Надежда Александровна – старший преподаватель кафедры АРГС ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)»; директор ИТЦ «Сибстрин-инновация». Научные интересы: оценка особенностей и принципов освоения прибрежных территорий в крупных городах Сибири XVI–XXI в., разработка концепции внедрения энергоэффективных систем в динамические МАФ на базе альтернативных источников энергии, внедрение и разработка принципов проектирования инклюзивной среды на базе эстетически-психологических качеств, развитие реновации городов с целью эстетического наполнения и культурного обогащения населения.

Калпакова Юлія Альбертівна – студентка ФДБОУ ВО «Новосибірський державний архітектурно-будівельний університет (Сибстрін)». Наукові інтереси: впровадження і розробка принципів проектування інклюзивної середовища на базі естетично-психологічних якостей.

Логачов Егор Сергійович – студент ФДБОУ ВО «Новосибірський державний архітектурно-будівельний університет (Сибстрін)». Наукові інтереси: розробка концепції впровадження енергоефективних систем в динамічні МАФ на базі альтернативних джерел енергії, впровадження та розробка принципів проектування інклюзивного середовища на базі естетично-психологічних якостей.

Бурило Надія Олександрівна – старший викладач кафедри АРГС ФДБОУ ВО «Новосибірський державний архітектурно-будівельний університет (Сибстрін)»; директор ІТЦ «Сибстрін-інновація». Наукові інтереси: оцінка особливостей та принципів освоєння прибережних територій в великих містах Сибіру XVI–XXI ст., розробка концепції впровадження енергоефективних систем в динамічні МАФ на базі альтернативних джерел енергії, впровадження та розробка принципів проектування інклюзивного середовища на базі естетично-психологічних якостей, розвиток реновації міст з метою естетичного наповнення і культурного збагачення населення.

Kalpakova Yulia – student, Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering (Sibstrin). Scientific interests: implementation and development of the principles of designing an inclusive environment based on aesthetic and psychological qualities.

Logachev Yegor – student, Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering (Sibstrin). Scientific interests: development of the concept of implementing energy-efficient systems in dynamic small architectural forms based on alternative energy sources, implementation and development of the principles of designing an inclusive environment based on aesthetic and psychological qualities.

Burilo Nadezhda – senior lecturer, Architecture and Urban Planning Department Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering (Sibstrin); director of the ITC «Sibstrin-innovation». Scientific interests: assessment of features and principles of development of coastal territories in large cities of Siberia of the XVI–XXI centuries,

development of the concept of implementation of energy-efficient systems in dynamic small architectural forms based on alternative energy sources, implementation and development of principles of designing an inclusive environment based on aesthetic and psychological qualities, development of urban renovation for the purpose of aesthetic content and cultural enrichment of the population.

УДК 504.05

Ю. В. КОПЕЦИнститут строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства ГОУ ВО ЛНР «Луганский
государственный университет им. В. Даля»**ПРОГРАММНО-ЦЕЛЕВОЙ ПОДХОД К УПРАВЛЕНИЮ ОТХОДАМИ**

Аннотация. Данная статья посвящена актуальной на сегодняшний день проблеме управления отходами. Приведены общие понятия о твердых бытовых отходах. В ходе исследования был проведен анализ состава ТБО. Рассмотрена зависимость количества мусора от различных факторов. Выделены современные аспекты проблемы. Особое внимание уделено источникам их образования, способствующих постоянному росту количества твердых бытовых отходов. Даны указания по распределению функций и ответственности по уровням государственного и муниципального управления на республиканском и на местном уровнях. Отмечено, что с целью поддержки иерархической системы обращения с отходами целесообразно создать специальный или наделить соответствующими полномочиями уже существующий орган исполнительной власти. В заключение предложены рекомендации по совершенствованию системы оплаты и тарификации услуг в области обращения с ТБО.

Ключевые слова: твердые бытовые отходы, экология, утилизация, технология утилизации, проблема утилизации, окружающая среда.

ТВЕРДЫЕ БЫТОВЫЕ ОТХОДЫ

Вопрос мусора или твердых бытовых отходов (ТБО), как следует их терминологически корректно называть, актуален в любом городе нашей планеты и требует скорейшего своего решения. Цена этого решения измеряется не только стоимостными показателями, которые составляют миллиарды долларов, но и чистотой окружающей среды и здоровьем людей [1, 5].

СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ ПРОБЛЕМЫ ТБО

На сегодняшний день ТБО представляют собой смесь, которая состоит из разнообразного хлама. Но более тщательный анализ показывает, что она состоит из: пищевых отходов, бумаги, картона, древесины, металлолома черных и цветных металлов, костей, кожи, резины, текстиля, стекла, полимерных материалов. Но вместе с тем, в этой смеси можно найти соли ртути из батарей, фосфор-карбонаты из флуоресцентных ламп, токсичные химикаты, содержащиеся в остатках красок и растворителей, лаков и аэрозолей, аккумуляторов и т. п.

Их количество зависит от: времени года, бытовых и пищевых потребностей человека, развития экономики товаров народного потребления, тары и других факторов.

Так, осенью количество твердых бытовых отходов растет за счет опавшей листвы с деревьев и отходов фруктов и овощей [2, 6].

Росту количества ТБО способствуют товары одноразового использования; товары народного потребления с кратковременным сроком службы человеку, которые мы покупаем, потребляем и выбрасываем, несмотря на их остаточную стоимость.

Способствует росту потока мусора и тара, которая к тому же видоизменяет его. Так за последние пятьдесят лет в твердых бытовых отходах уменьшилось количество стекла и жестяных банок, в то же время значительно возросло количество пластика и других полимерных материалов. На современном этапе развития общества каждый человек по данным статистики в среднем за сутки создает от 2 до 3 кг твердых бытовых отходов. И имеют тенденцию к постоянному росту, что заставляет муниципальную власть всех городов постоянно искать оптимальные пути утилизации отходов своих граждан.

Рекомендуется распределять функции и ответственность по уровням государственного и муниципального управления описанным ниже способом.

На республиканском уровне:

- создание республиканской стратегии обращения с отходами, которая определяла бы целевые показатели по сбору, переработке и утилизации отходов, при этом целевые показатели должны определяться для общего объема отходов и для основных фракций;
- создание нормативно-правовой базы, которая определяла бы санитарные и технические требования к соответствующим объектам инфраструктуры и системы их контроля и мониторинга;
- разработка общереспубликанского плана действий по реализации стратегии с формированием потока ТБО на уровне республики;
- планирование мероприятий, необходимых для достижения установленных целевых показателей на всех стадиях жизненного цикла отходов;
- подготовка карты размещения основных объектов обращения с ТБО на территории республики, проведение технико-экономического исследования по объединению мероприятий в отдельных районах, а также определение источников финансирования и расходов на единицу реализации мероприятий;
- способ определения тарифов и плательщиков по отдельным видам услуг, возможности привлечения частного капитала;
- при определении целевых показателей приоритет должен предоставляться разделному сбору и переработке ТБО в противовес их захоронению с учетом состояния инфраструктуры, объема и структуры ТБО, спроса на вторичные материалы и климатических условий региона [3].

На местном (районном и городском) уровне:

- разработка плана санитарных мероприятий в городе, внедрение раздельного сбора и компостирования отходов в сельской местности, мониторинг текущей деятельности операторов.

С целью поддержки иерархической системы обращения с ТБО целесообразно создать специальный орган на общереспубликанском уровне (Республиканское агентство по вопросам обращения с ТБО) или наделить соответствующими полномочиями уже существующий орган исполнительной власти.

К таким полномочиям может относиться:

- контроль определения и делегирования целей и задач на республиканском и районном уровнях, мониторинг достижения целей и выполнения задач, оценка достижения целей в области ТБО на республиканском уровне, регулярное рассмотрение стратегических документов и, при необходимости, инициирование законодательных изменений;
- координация разработки Республиканского плана действий в области обращения с ТБО;
- методологическая поддержка;
- координация работы с другими административными органами, отвечающими за обращение с отходами (например, Министерством природных ресурсов и экологической безопасности);
- координация работы общей информационной базы (кадастры, земельные реестры и отчеты) [5].

Рекомендации по совершенствованию системы оплаты и тарификации услуг в области обращения с ТБО

Раскрытие всех составляющих тарифа

Целесообразно выделить обращения с отходами как отдельную услугу для всех категорий пользователей и предоставить полный доступ к информации о составляющих платежа.

Это обеспечит прозрачность всех тарифов и позволит потребителям понять, каким образом из отдельных элементов услуг складывается единый тариф [4].

Внедрение системы «плати за то, что выбрасываешь»

Республиканская система обращения с ТБО должна включать механизмы «плати за то, что выбрасываешь»: предоплаченную тару, ваучеры, тарификацию в зависимости от веса и тому подобное.

Создание на республиканском уровне системы обращения с отходами механизма, который бы определял размер компенсации за негативное воздействие на окружающую среду

Внедрение двух новых экономических стимулов в рамках существующей структуры тарифа, связанных с утилизацией отходов и компенсацией влияния на окружающую среду.

1. В тариф должны включаться расходы с учетом полного цикла обращения с ТБО, в том числе проведение санации и последующей рекультивации полигона, а также расходы на устранение других негативных последствий. Размер тарифа должен определяться на республиканском уровне.

2. Необходимо существенно повысить экологический налог на утилизацию отходов для поощрения переработки отходов вместо их захоронения. Кроме того, этот налог должен использоваться для обеспечения совместного финансирования переработки образуемых отходов и рекультивации закрытых полигонов.

Компенсация негативных социальных последствий повышения тарифов

С целью предотвращения резкого повышения финансовой нагрузки необходимо предусмотреть компенсационные механизмы для отдельных категорий потребителей.

1. Льготы и компенсации для малообеспеченных граждан, а также компаний и организаций, которые выполняют важные функции (могут приобретать форму полного или частичного освобождения от уплаты тарифа).

2. Субсидии для реализации проектов в сфере переработки, которые обуславливают уменьшение ставок экологических платежей. Выделенные средства позволяют предотвратить включению в тариф расходов на амортизацию доли основных средств.

ВЫВОДЫ

На современном этапе развития общества потребности людей растут, что влечет за собой постоянное увеличение количества мусора и, как следствие, ухудшение экологического состояния. Данный факт заставляет муниципальную власть всех городов постоянно искать оптимальные пути утилизации отходов своих граждан. Создание механизма системы обращения с отходами на республиканском уровне позволит определить размер компенсации за негативное воздействие на окружающую среду.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Болобова, А. А. Основы комплексного управления твердыми бытовыми отходами / А. А. Болобова. – Текст : электронный // IV Всероссийские научные Зворыкинские чтения : [сборник тезисов докладов IV всероссийской межвузовской научной конференции, Муром, 3 февраля 2021 г.] ; Секция 11. Мониторинг окружающей среды и безопасность жизнедеятельности человека. – URL: http://www.mivlgu.ru/conf/zvorykin2012/pdf/Section_11.pdf (дата обращения 12.04.2020).
2. Дрозд, Г. Я. Развитие сектора обращения с твердыми бытовыми отходами на Луганщине – настоятельная необходимость / Г. Я. Дрозд. – Текст : непосредственный // Сборник научных трудов Донбасского государственного технического университета. – Алчевск : ДонГТУ, 2017. – С. 16–28.
3. ТБО в Украине : потенциал развития. Сценарии развития сектора с твердыми бытовыми отходами : отчет IFG в Украине ; при поддержке Министерства иностранных дел Финляндии, Свободного государства Саксония (Германия), Агентства по международному деловому сотрудничеству при Министерстве экономических дел Нидерландов. – Киев : IFG, 2014. – 104 с. – Текст : непосредственный.
4. Royte, E. Garbage Land: On the Secret Trail of Trash / E. Royte. – NY and Boston : Little, Brown and Company, 2005. – 311 p. – ISBN 0-316-73826-3. – Текст : непосредственный.
5. Collins, P. H. Dictionary of Ecology and Environment / P. H. Collins. – London : Peter Collin Publisher, 1995. – 336 p. – Текст : непосредственный.
6. Costner, P. Playing with fire. Hazardous waste incineration / P. Costner, J. Thornton // Greenpeace Report. – 1999. – 48 p. – Текст : непосредственный.

Получена 13.04.2021

Ю. В. КОПЕЦЬ

ПРОГРАМНО-ЦІЛЬОВИЙ ПІДХІД ДО УПРАВЛІННЯ ВІДХОДАМИ

Інститут будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства ДООУ ВО ЛНР «Луганський державний університет ім. В. Даля»

Анотація. Дана стаття присвячена актуальній на сьогоднішній день проблемі управління відходами. Наведено загальні поняття про тверді побутові відходи. В ході дослідження було проведено аналіз складу ТПВ. Розглянуто залежність кількості сміття від різних факторів. Виділено сучасні аспекти проблеми. Особливу увагу приділено джерелам їх утворення, що сприяють постійному зростанню кількості твердих побутових відходів. Дано вказівки з розподілу функцій і відповідальності за рівнями державного і муніципального управління на республіканському і на місцевому рівнях. Відзначено, що

з метою підтримки ієрархічної системи поводження з відходами доцільно створити спеціальний або наділити відповідними повноваженнями вже існуючий орган виконавчої влади. На закінчення запропоновані рекомендації щодо вдосконалення системи оплати і тарифікації послуг в сфері поводження з твердими побутовими відходами.

Ключові слова: тверді побутові відходи, екологія, утилізація, технологія утилізації, проблема утилізації, навколишнє середовище.

IURI KOPETS

PROGRAM-TARGETED APPROACH TO WASTE MANAGEMENT

Institute of Construction, Architecture and Housing and Communal Services State Educational Institution Higher Education LPR «Lugansk State University named after V. Dahl»

Abstract. This article is devoted to the current problem of waste management. General concepts of solid household waste are given. In the course of the study, the analysis of the composition of solid waste was carried out. The dependence of the amount of garbage on various factors is considered. The modern aspects of the problem are highlighted. Particular attention is paid to the sources of their formation, contributing to the constant growth of the amount of solid household waste. Instructions were given on the distribution of functions and responsibilities at the levels of state and municipal government at the republican and local levels. It is noted that in order to support the hierarchical system of waste management, it is advisable to create a special or give appropriate powers to an already existing executive body. In conclusion, recommendations are proposed for improving the system of payment and tariffication of services in the field of solid waste management.

Key words: municipal solid waste, ecology, utilization, utilization technology, utilization problem, environment.

Конец Юрий Витальевич – старший преподаватель кафедры промышленного, гражданского строительства и архитектуры Института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет им. В. Даля». Научные интересы: утилизации сточных вод, утилизация твердых бытовых отходов.

Конец Юрий Віталійович – старший викладач кафедри промислового, цивільного будівництва та архітектури Інституту будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства ДООУ ВО ЛНР «Луганський державний університет ім. В. Даля». Наукові інтереси: утилізації стічних вод, утилізація твердих побутових відходів.

Kopets Iurii – Senior Lecturer, Industrial, Civil Engineering and Architecture Department, Institute of Construction, Architecture and Housing and Communal Services State Educational Institution Higher Education LPR «Lugansk State University named after V. Dahl». Scientific interests: waste water disposal, solid waste disposal.

UDC 727.57.004.68=111

HAFIZULA BENAI, TAMARA ZAGORUIKO, NATALYA KHARKOVSKAYA
Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

ARCHITECTURAL AND TYPOLOGICAL ORGANIZATION OF BUILDINGS OF RESEARCH CENTERS IN CONDITIONS OF RECONSTRUCTION

Abstract. In the article provided by the authors, the main architectural and typological structure of buildings and complexes for research and innovation purposes is considered. The most optimal principles and provisions of the main directions and types of innovative activities that make up modern research institutions with diversified activities are characterized and determined. Buildings and structures of the research direction are ones of the most demanded types of workspaces that provide optimal conditions for the creation and implementation of various types of innovations based on the results of scientific research and generating significant changes in perfect architectural practice. The need to create research centers on the basis of non-functioning urban development facilities is dictated by the priority condition – to organize a research complex of state importance in order to develop innovative activities in the region.

Key words: research centers, formation, architectural approaches, reconstruction of buildings and structures, typology of buildings.

FORMULATION OF THE PROBLEM

Typological and architectural structure is one of the most important and complex problems of modern scientific architecture. The organizational structure is a set of scientific, design, technological and information units (laboratories, departments, sectors, groups) that implement the main creative activities aimed at creating an intellectual product-innovation, as well as production, support and management units that ensure implementation research and innovation. The study of current trends in the formation of buildings and complexes indicates the complexity of their functional organization. The creation of a rational architectural structure is the need to achieve maximum scientific design solutions and a combination of the advantages of certain types of structures, which makes it possible to choose a universal typological structure of the research center building. The structure of a research organization, the presence and characteristics of a scientific and practical base, patterns – these and other aspects of the construction of buildings for research institutions require reflection and analysis.

ANALYSIS OF RECENT RESEARCH AND PUBLICATIONS

A comprehensive analysis of scientific, reference and methodological literature made it possible to study and get acquainted with the results of scientific research, which reflect and reveal the processes of the formation of scientific (research, and innovative) complexes, which are covered in detail in the works by A. V. Antonov [1], L. B. Kologrivova, D. A. Khrustaleva [9], which reveal the scientific and practical meaning of new types of organization of research centers. The degree of elaboration of the research topic is based on a comprehensive analysis of scientific research by H. A. Benai [2], which highlight the issues of reconstruction of architectural objects of various typological purposes. Research by T. V. Radionov [1] are aimed at solving problems in the field of reconstruction of complexes of buildings and structures for industrial and civil purposes. It should be noted that the fundamental scientific research by N. V. Sholukh reflects the foundations of the formation of an architectural and urban planning system for the movement of people with disabilities and the works by E. A. Gaivoronsky [4] aimed at identifying regional features of the development of buildings and structures. The scientific works by I. M. Lobov and D. A. Dzhereley deserve special attention, they reflect the specifics of the formation of industrial architecture, which can often include the development of some objects associated with innovative purposes.

OBJECTIVES

It is substantiated by the formation of basic requirements, approaches and criteria in the conditions of organizing and creating research centers on the basis of non-functioning urban development facilities, with the aim of developing diversified research activities in the region.

MAIN MATERIAL

Modern global trends in the development of the latest architectural solutions dictate and define new conditions for the development of architectural, spatial and typological solutions that determine the formation of unique of buildings and structures at the same time which are understandable and accessible from a functional point of view. Taking into account the typological aspects, the existing need for the rationalization of knowledge in the field of architectural education of research institutions is objectively shown [6]. Advances in science and better conditions for research are the driving force behind architecture. The creation of new spaces, organizational forms and tools for the practical application of knowledge is becoming a social necessity. A significant concentration of main and auxiliary functions in the structure of buildings and scientific complexes provides not only ease of production and ease of use, but also attractiveness, rational use of the environment with the use of material and technical resources.

The study of the typology of the creation of research institutions has made it possible to determine the types of basic planning decisions and distribution in the general existing structure of construction resources of leading research organizations [8]. There are main directions and types of innovative activity, which leads to the emergence of a number of modern research institutions, which are divided into several basic principles:

- the predominant type of activity – industrial, technological, business and scientific facilities [9];
- profile of activity – objects in which research is carried out in one or more areas [9];
- the nature of the development – a room, a building, a complex (a combined group of buildings in a separate place with public and auxiliary technical infrastructure) [9];
- construction and property conditions – new construction, reconstruction; own objects or intended for commissioning for temporary use [9];
- placement within the boundaries of the urban agglomeration – city center, city outskirts, suburban area [9];
- the level of territorial organization: object, zone, science city (education, which is a combination of educational, scientific, design and technological, experimental production enterprises with a developed network of social, information and cultural services), regional territorial system [9];
- the type of the basic enterprise – objects at a university, research institute, industrial enterprise [9].

Considering the typology of buildings and research complexes, several main architectural and functional structures of these institutions can be distinguished, namely:

- research centers: scientific and experimental laboratories, libraries / media libraries, workshops, public facilities, scientific research center (ensuring the scientific development of the region);
- production centers: factories, mines, stations (ensuring the functional development of an industrial region);
- educational centers: research institutes, universities, technical schools, design bureaus, preschool institutions, specialized boarding schools (ensuring the innovative development of educational activities in the region);
- technology centers: engineering facilities, warehouse facilities, data centers, (taking into account the technological development of the industry);
- medical centers: hospitals, rehabilitation centers, sanatoriums, clinics, infirmaries (ensuring medical development in the region);
- agricultural-industrial centers (implementation of agricultural development in the region).

This review allows us to formulate a number of provisions:

- a wide range of definitions for buildings and research complexes is based primarily on their functional basis;
- determination and study of options for the functional organization of the considered structures allows us to assert that the innovation center fully describes the conditions for the formation of an architectural object for the implementation of innovative processes;
- the formation of the considered structures makes it possible to determine the typological spectrum of objects necessary to determine the architectural features of research centers.

The search for new architectural and spatial solutions of various zones determines, on the one hand, the trend of rapid and significant development of some zones, on the other hand, their spatial configuration with industry research institutes, universities and experimental production.

Based on the research, the requirements for the formation of research institutions for multi-sectoral activity in the context of reconstruction have been summarized and determined. Taking into account that practice shows the existence and functioning of innovation centers – as a system of independent complexes of buildings and structures, the main principles have been formulated which allow to create research centers on the basis of existing urban development objects that do not function (giving them a new function and new architectural features). The principles are the followings:

- urban planning principle (formation of harmonization with local and natural conditions, creation of a universal external space);
- typological principle (meeting the requirements of economy in terms of rational use, and also creating auxiliary functions responsible for the spatial development of the complex);
- compositional and artistic organization (the formation of the character of stability, visual perception, the creation of the spatial structure of perception).

To identify typological solutions for buildings of research centers created on the basis of existing architectural objects that are being reconstructed, the following principles are formulated:

1. The principle of attached typological groups. It defines characteristic features, including additionally attached groups of premises to an existing building (the nature of use lies in the interconnection of all buildings and structures with each other, the possibility of introducing an additional function, interchangeability of functional and planning components of the building).

2. The principle is built-in – attached typological groups. It is based on partially built-in-attached groups of premises to an existing facility (the nature of its use is in placing secondary functional elements in the structure of the building, creating auxiliary functions responsible for the spatial development of the complex, the possibility of dynamic development of the structure of the object, the relationship of all buildings and structures with each other).

3. The principle of organizing separate groups of premises. It consists of separately placed blocks of premises, connected with the main object of reconstruction by means of the device of underground or overhead passages (horizontal communications). The nature of its use is associated with the main structure-forming functions and their connections among themselves, the possibility of introducing an additional function, organization of openings and transitions for the building.

4. The principle of built-on typological groups of premises. It is based on overbuilt groups of premises, if the innovation center is created in difficult urban planning conditions with a limited amount of adjacent territory (the nature of its use is to create priority viewpoints, the relationship of functional and planning components of the building, the possibility of introducing an additional function).

5. The principle of combined arrangement for additional rooms. It is based on the arrangement of additional groups of rooms (attached, built-in-attached, built-on and separately placed, connected by means of overhead passages). The nature of its use is associated with the simultaneous combination of several qualitative and quantitative grouping signs, the expansion of premises and a clear division of the building into functional zones, the possibility of dynamic development of the structure of the object.

Modern highly efficient research institutions are a qualitatively new structure that combines a number of functions and areas: research, developments, pilot production, marketing, information and cultural services, education, recreation and entertainment. In their composition, it is necessary to have various types of spaces that correspond to the activities performed in them.

CONCLUSION

It should be noted that the process of development of buildings and structures of a new generation determines the scientific and practical signs of improving architectural solutions, which in turn include such patterns as: development, integration, modernization, variability and adaptability in relation to the environment. Assessing the socio-economic characteristics of modern architecture, as well as a sufficient number of objects that are practically not inferior and are not used for a long period of time, the question of the reconstruction process such buildings and structures for scientific objects [5] is urgently raised.

Given the significant differences in the practice of urban planning, deployment and development of science in different countries and cities, there is a number of basic issues related to the structure of research centers, their architectural and typological organization, distribution in the district planning system, reflection of new forms of research and development business activities, and, what is very important, the creation of new types of buildings as components for innovative purposes.

Based on the above, it is proposed to carry out and implement reconstruction measures in which non-functioning architectural objects will be used for functional needs of an innovative nature.

The system of fundamental principles of the architectural formation of research centers, typical for all buildings of this type, has been formulated, including: multifunctional, reservation, universality and flexibility, cooperation and share use, social engineering, energy efficiency, quality of architectural solutions.

REFERENCES

1. Антонов, А. В. Принципы формирования архитектуры зданий инновационных центров : специальность 18.00.02 «Архитектура зданий и сооружений. Творческие концепции архитектурной деятельности» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата архитектуры / Антонов Андрей Владимирович. – Москва, 2007. – 30 с. – Текст : непосредственный.
2. Бенаи Х. А. Инновационные подходы по реконструкции объектов типовой застройки / Х. А. Бенаи, Т. В. Радионов. – Текст : непосредственный // Вісник Донбаської національної академії будівництва і архітектури. – 2014. – Випуск 2014-2(106) Проблеми архітектури і містобудування. – С. 8–12.
3. Валдайцев, С. В. Социально-экономическое обоснование проектов инновационных центров / С. В. Валдайцев. – Текст : непосредственный // Инновационная экономика. – 2011. – № 9. – С. 122–127.
4. Гайворонский, Е. А. Методика композиционно-художественного моделирования образа архитектурных объектов / Е. А. Гайворонский. – Текст : непосредственный // Вісник Донбаської національної академії будівництва і архітектури. – 2008. – Випуск 2008-6(74) Проблеми містобудування і архітектури. – С. 17–20.
5. Газарян, Р. К. Адаптивная планировочная структура научно-исследовательских центров / Р. К. Газарян, А. Е. Балакина. – Текст : непосредственный // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. – 2012. – № 4. – С. 113–115.
6. Почтовая, А. В. Типологические аспекты архитектурного формирования зданий и комплексов инновационного назначения / А. В. Почтовая. – Текст : электронный // Научный журнал «Фундаментальные исследования». – 2016. – № 11. – С. 74–79. – URL: <https://fundamental-research.ru/pdf/2016/11-1/40930.pdf> (дата обращения: 11.01.2021).
7. Радионов, Т. В. Реконструкция и модернизация зданий и сооружений в рамках концепции инновационного развития городских территорий / Т. В. Радионов. – Текст : электронный // Современное промышленное и гражданское строительство. – 2017. – Том 13, номер 3. – С. 153–160. – URL: http://donnasa.ru/publish_house/journals/spgs/2017-3/03_radionov.pdf (дата публикации: 31.05.2017).
8. Трифонкина, Д. С. Научно-исследовательские объекты как инновационные градостроительные комплексы в истории архитектуры / Д. С. Трифонкина. – Текст : электронный // Интеграция, партнерство и инновации в строительной науке и образовании. 2015. – Том 17, № 1. – С. 274–277. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/nauchno-issledovatel'skie-obekty-kak-innovatsionnye-gradostroitelnye-kompleksy-v-istorii-arhitektury> (дата обращения: 31.03.2021).
9. Хрусталева, Д. А. Архитектурное формирование научно-производственных зданий инновационного направления : специальность 05.23.21 «Архитектура зданий и сооружений. Творческие концепции архитектурной деятельности» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата архитектуры / Хрусталева Дмитрий Александрович. – Москва, 2011. – 30 с. – Текст : непосредственный.

Получена 16.04.2021

Х. А. БЕНАИ, Т. И. ЗАГОРУЙКО, Н. Н. ХАРЬКОВСКАЯ АРХИТЕКТУРНО-ТИПОЛОГИЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДАНИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ЦЕНТРОВ В УСЛОВИЯХ РЕКОНСТРУКЦИИ ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

Аннотация. В предоставленной статье авторами рассмотрена основная архитектурная и типологическая структура зданий и комплексов научно-исследовательского и инновационного назначения. Охарактеризованы и определены наиболее оптимальные принципы и положения основных направлений и видов инновационной деятельности, составляющих современные научно-исследовательские учреждения с разноотраслевой деятельностью. Здания и сооружения научно-исследовательского направления являются одним из наиболее востребованных видов рабочих пространств, обеспечивающих оптимальные условия для создания и внедрения различных видов инноваций, основанных на результатах научных исследований и порождающих существенные изменения в современной архитектурной практике. Необходимость создания научно-исследовательских центров на базе нефункционирующих объектов городской застройки продиктована приоритетным условием – организовать научно-исследовательский комплекс государственного значения с целью развития инновационной деятельности в регионе.

Ключевые слова: научно-исследовательские центры, формирование, архитектурные подходы, реконструкция зданий и сооружений, типология зданий.

Х. А. БЕНАІ, Т. І. ЗАГОРУЙКО, Н. М. ХАРЬКОВСЬКА
АРХІТЕКТУРНО-ТИПОЛОГІЧНА ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВЕЛЬ НАУКОВО-
ДОСЛІДНИХ ЦЕНТРІВ В УМОВАХ РЕКОНСТРУКЦІЇ
ДОНУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»

Анотація. У даній статті авторами розглянута основна архітектурна та типологічна структура будівель і комплексів науково-дослідного та інноваційного призначення. Охарактеризовані і визначені найбільш оптимальні принципи і положення основних напрямів і видів інноваційної діяльності, що являють собою сучасні науково-дослідні установи з різногалузевою діяльністю. Будинки й споруди науково-дослідницького напрямку є одним з найбільш затребуваних видів робочих просторів, які забезпечують оптимальні умови для створення та впровадження різних видів інновацій, що засновані на результатах наукових досліджень і вносять суттєві зміни в удосконалення архітектурної практики. Необхідність створення науково-дослідних центрів на базі нефункціонуючих об'єктів міської забудови продиктована пріоритетною умовою – організувати науково-дослідний комплекс державного значення з метою розвитку інноваційної діяльності в регіоні.

Ключові слова: науково-дослідні центри, формування, архітектурні підходи, реконструкція будівель і споруд, типологія будівель.

Бенаи Хафизулла Аминуллович – доктор архитектуры, профессор; заведующий кафедрой архитектурного проектирования и дизайна архитектурной среды ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: исследование проблем развития жилищной архитектуры в городах Донбасса, а также исследованием проблем развития градостроительства и архитектуры Донецкого региона.

Загоруйко Тамара Ивановна – доцент кафедры иностранного языка и педагогики высшей школы ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: методика преподавания иностранных языков, роль преподавателя в учебном процессе, проблемы воспитания студенческой молодежи.

Харьковская Наталья Николаевна – ассистент кафедры архитектурного проектирования и дизайна архитектурной среды ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: исследования основных принципов развития архитектурной организации комплексов зданий и сооружений научно-исследовательских учреждений в условиях реконструкции, формирования зданий и сооружений инновационного назначения.

Бенаі Хафизула Амінулович – доктор архітектури, професор; завідувач кафедри архітектурного проектування та дизайну архітектурного середовища ДОНУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: дослідження проблем розвитку житлової архітектури в містах Донбасу, а також дослідження проблем розвитку містобудування та архітектури Донецького регіону

Загоруйко Тамара Іванівна – доцент кафедри іноземних мов і педагогіки вищої школи ДОНУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: методика викладання іноземних мов, роль викладача в навчальному процесі, проблеми виховання студентської молоді.

Харьковська Наталія Миколаївна – асистент кафедри архітектурного проектування і дизайну архітектурного середовища ДОНУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: дослідження основних принципів розвитку архітектурної організації комплексів будівель і споруд науково-дослідних установ в умовах реконструкції, формування будівель і споруд інноваційного призначення.

Benai Hafizula – D. Sc. (Architecture), Professor; the Head of the Architectural Planning and Design of Architectural Environment Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: the study of the problems of the development of housing architecture in the cities of Donbass, as well as the study of the problems of urban development and architecture of the Donetsk region.

Zagoruiko Tamara – Associate Professor of the Foreign Language and Higher School Pedagogy Department of the Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: methods of teaching foreign languages, the role of the teacher in the educational process, problems of educating student youth.

Kharkovskaya Natalya – assistant, Architectural Planning and Design of Architectural Environment Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: studies of the basic principles of the development of the architectural organization of complexes of buildings and structures of research institutions in the context of reconstruction, the formation of buildings and structures for innovative purposes.

УДК 621.311(470.333)

В. В. МИРОНОВА, С. К. МАРЦИКОВСКАЯ, Н. Д. СЕРГЕЕВА
ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет»**К ВОПРОСУ ВНЕДРЕНИЯ ИННОВАЦИЙ В ЭНЕРГОКОМПЛЕКС
БРЯНСКОГО РЕГИОНА**

Аннотация. В статье рассматриваются важные вопросы активизации процесса дальнейшего технологического развития энергокомплекса Брянского региона. Актуальность проблемы заключается в необходимости реализации Стратегического плана развития региона, в том числе агропромышленного комплекса путем открытия производств по переработке сельскохозяйственной продукции. Ограниченность энергоресурсов дефицитного Брянского региона заставляет осуществлять поиск резервов и альтернатив снижения энергопотерь. В ходе изучения состояния планирования, строительства и введения в эксплуатацию систем наружного освещения общественных объектов был выявлен высокий уровень производственно-эксплуатационных издержек по причине низкого уровня организационно-технологической подготовки производства. Рассмотрен зарубежный опыт в данном вопросе, который является основополагающим, а также отечественный. Авторы, исследуя пути и подходы повышения энергоэффективности, высказывают собственную точку зрения по вопросу выбора эффективных решений дальнейшего развития энергокомплекса.

Ключевые слова: энергокомплекс, технологии, модернизация, стратегия, инновации, потери, альтернативы энергоресурсов, технико-экономические показатели.

Цель: сокращение финансовых издержек на эксплуатацию систем освещения городских объектов.

Энергетика Брянского региона – сектор экономики региона, обеспечивающий производство, транспортировку и сбыт электрической и тепловой энергии. Согласно Стратегии социально-экономического развития Брянской области до 2030 года долгосрочными целями развития энергетического комплекса являются максимально эффективное использование природных топливно-энергетических ресурсов и потенциала энергетического сектора для роста экономики и повышения качества жизни населения, обеспечение комфортного существования [1, 2].

Брянский регион относится к числу регионов, основная часть электроэнергии (70...90 %) поступает от внешних источников по линиям ЕНЭС, обслуживаемым филиалом ПАО «ФСК ЕЭС» – Новгородское ПМЭС. Функции гарантирующего поставщика на территории Брянского региона выполняет филиал «Брянскэнергосбыт» ООО «Газпром энергосбыт Брянск». Динамика потребления электроэнергии в Брянском регионе за последние 5 лет представлена в таблице.

Таблица – Потребление электроэнергии в Брянской области

Год	2012	2014	2016	2018	2020
Электропотребление (млн кВт/ч)	4 477,9	4 419,5	4 425,4	4 403,9	4 294,5

Энергосистема Брянского региона характеризуется как дефицитная, потребление значительно превышает суммарную установленную мощность электростанций, а пограничное положение с Беларусью обеспечивает наличие межгосударственных электрических связей (рис. 1).

В настоящее время темпы развития экономики нашего региона зависят от уровня развития российского и мирового энергетического комплекса. Наиболее распространенными вариантами дальнейшего развития комплекса являются следующие сценарии: инерционный (углеводородные источники)

- 1

1	1	2	1	1
---	---	---	---	---



Рисунок 2 – Структура энергопотребления в РФ.

По данным Международного энергетического агентства, 19 % всей используемой в мире электроэнергии тратится на освещение. В этом случае представляется весьма актуальным использование современных световых технологий, которые дают возможность сэкономить вплоть до 40 % энергоресурсов [7, 11]. Именно это направление можно активизировать на внедрение инноваций. Ряд регионов РФ в 2020 году уже сократили энергопотребление в основном за счет замены ртутных и люминесцентных ламп на светодиодные или натриевые. Достоинства натриевых ламп: высокий уровень светоотдачи, длительный срок службы до 32 тыс. часов и энергоэффективность. В то же время светодиодные лампы потребляют на 20 % меньше электроэнергии, чем ртутные или люминесцентные, кроме того, светодиоды не содержат опасных веществ, и поэтому при их замене будет снижена нагрузка на экологию, но главное обеспечивается существенная экономия при эксплуатации [6, 8]. Начата эта работа и в Брянском регионе. Так, в небольшом городе Унече Брянской области с 26 тыс. населением были установлены уличные фонари со светодиодами и расходы на энергопотребление объектов городского освещения за 6 месяцев 2020 г. сократились в три раза и составили экономию в 5 млн рублей. Эксплуатационные расходы также снизились в три раза – с 730 до 240 тыс. рублей. Эффект налицо, но авторы согласны с мнением представителя администрации Брянска Е. Чухнюк, что необходимо при этом модернизировать городскую электросеть.

В БГИТУ на кафедре «Строительное производство» проводятся исследования в направлении поиска эффективных решений снижения энергопотерь в системе городского строительства и хозяйства. В частности, было проведено энергетическое обследование системы наружного освещения общественных объектов в г. Брянске с выявлением энергопотерь и резервов для дальнейшего развития городской энергосети. Было установлено, что расходы на системы наружного освещения общественных объектов, по данным ежегодного мониторинга, находятся в диапазоне 14...17 %. В связи с этим авторами рекомендуется поэтапный переход на инновационный сценарий развития региональной энергетики к 2030 году, т. е. переход к энергетике нового типа. Кроме того, в ходе изучения состояния планирования, строительства и введения в эксплуатацию систем наружного освещения общественных объектов был выявлен низкий уровень организационно-технологической подготовки производства работ. Например, вся подготовка ограничивалась разработкой техзадания на объект. При этом ни вариантной проработки выбора рациональной технологии, современных материалов и комплектующих, средств механизации не производится [3]. Поэтому на кафедре выполнены исследования и разработана методология выбора организационно-технологических решений систем наружного освещения общественных объектов в городском хозяйстве с целью автоматизации подготовки ПОС и ППР для производства работ по расширению городской сети. Применение данной методологии минимизирует финансовые издержки на подготовку, строительство и реконструкцию систем наружного освещения городских общественных объектов.

ВЫВОД

По данным Международного энергетического агентства 19 % всей используемой в мире электроэнергии тратится на освещение.

Внедрение современных световых технологий, актуально, так как обеспечивается возможность сэкономить до 40 % энергоресурсов.

Энергетическое обследование системы наружного освещения общественных объектов в г.Брянске выявили уровень энергопотерь, расходов на их содержание и резервов для дальнейшего развития городской энергосети.

Реконструкция и строительство объектов наружного освещения производится на низком уровне организационно-технологической подготовки.

Разработанная авторами методология автоматизированной подготовки проектной документации для производства работ минимизирует финансовые издержки на подготовку, строительство и реконструкцию систем наружного освещения городских общественных объектов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Левкина, Г. В. Природные ресурсы и окружающая среда Брянской области: годовой доклад об экологической ситуации в Брянской области в 2019 г. / Г. В. Левкина, О. А. Иванченкова, А. А. Луцевич [Годовой доклад об экологической ситуации в Брянской области в 2019 г.]. – Брянск : Департамент природных ресурсов и экологии Брянской области, 2020. – 276 с. – Текст : непосредственный.
2. СП 42.13330.2011. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений = Urban development. Urban and rural planning and development : актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89* : утвержден приказом Министерства регионального развития Российской Федерации (Минрегион России) от 28 декабря 2010 г. N 820 и введен в действие с 20 мая 2011 г. : дата введения 2011-05-20 / ЦНИИП градостроительства, ОАО «Институт общественных зданий», ГИПРОНИЗДРАВ, ОАО «Гипрогор». – Москва : Минрегион России, 2011 год. – 84 с. – Текст : непосредственный.
3. Голотина, И. А. К вопросу совершенствования производственной деятельности предприятий городского хозяйства города Брянска / И. А. Голотина, Н. Д. Сергеева. – Текст : непосредственный // Международный студенческий строительный форум – 2018 : сборник трудов форума, Белгород, 26 ноября 2019 г. – Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова, 2018. – С. 146–153.
4. Энергетика Брянского региона : [сайт] / Энергетика регионов России. – Брянск, 2021 – URL: <https://energybase.ru/region/bryanska-obl> (дата обращения 03.02.2021). – Текст : электронный.
5. Выбор эффективных направлений развития энергогенерирующих мощностей в Европейской части страны / Р. З. Аминов, В. А. Хрусталева, А. А. Шкрет, М. В. Гориевский. – Текст : непосредственный // Теплоэнергетика. – 2003. – № 4. – С. 64–67.
6. Гутман, Г. В. Совершенствование системы управления жилищно-коммунальным комплексом в условиях рыночных реформ / Г. В. Гутман. – Владимир : ВлГУ, 2012. – 151 с. – Текст : непосредственный.
7. Михайлов, С. Н. К вопросу системного подхода к организации технического обслуживания жилых зданий / С. Н. Михайлов, Н. Д. Сергеева. – Текст : непосредственный // Научный журнал «Вестник магистратуры». – 2017. – № 4-3 (67). – С. 76–81. – ISSN 2223-4047.
8. Алексеенко, С. Побудительные мотивы энергосбережения / С. Алексеенко. – Текст : непосредственный // Архитектура и строительство ; Научно-координационный Совет СО РАН по энергосбережению Москвы. – Москва : [б. и.], 2011. – 4 с.
9. Васильев, Г. П. Повышение энергетической эффективности жилых и общественных зданий / Г. П. Васильев, А. Н. Дмитриев // Архитектура и строительство Москвы. – 2011. – N 1 январь/февраль. – С. 9–21.
10. Руководство для мэров по организации и управлению городским хозяйством / Под общей редакцией П. Г. Грабовой, Л. Н. Чернышева ; 2-е изд. – Москва : «Радипроект», 2015. – 528 с. – Текст : непосредственный.
11. Матвеев, А. А. Научно-техническое обеспечение реализации стратегии модернизации строительной отрасли / А. А. Матвеев, А. С. Вербицкий, Д. Н. Бацанов. – Текст : непосредственный // Znanstvenamisel journal. – 2017. – Vol. I., № 5. – С. 47–55. – ISSN 3124-1123.
12. Садыков, А. С. Организация управления коммунальным хозяйством крупного города / А. С. Садыков, В. А. Смирнов, В. А. Минасян. – Москва : Стройиздат, 2011. – 176 с. – Текст : непосредственный.

Получена 20.04.2021

В. В. МИРОНОВА, С. К. МАРЦИНКОВСЬКА, Н. Д. СЕРГЄЄВА
ДО ПИТАННЯ ВПРОВАДЖЕННЯ ІННОВАЦІЙ В ЕНЕРГОКОМПЛЕКС
БРЯНСЬКОГО РЕГІОНУ
ФДБОУ ВО «Брянський державний інженерно-технологічний університет»

Анотація. У статті розглядаються важливі питання активізації процесу подальшого технологічного розвитку енергокомплексу Брянського регіону. Актуальність проблеми полягає в необхідності реалізації Стратегічного плану розвитку регіону, у тому числі агропромислового комплексу шляхом відкриття виробництв з переробки сільськогосподарської продукції. Обмеженість енергоресурсів дефіцитно-

го Брянського регіону змушують здійснювати пошук резервів і альтернатив зниження енерговитрат. В ході вивчення стану планування, будівництва і введення в експлуатацію систем зовнішнього освітлення громадських об'єктів було виявлено високий рівень виробничо-експлуатаційних витрат як наслідок низького рівня організаційно-технологічної підготовки виробництва. Розглянуто зарубіжний досвід в даному питанні, який є основоположним, а також вітчизняний. Автори, досліджуючи шляхи і підходи підвищення енергоефективності, висловлюють власну точку зору з питання вибору ефективних рішень подальшого розвитку енергокомплексу.

Ключові слова: енергокомплекс, технології, модернізація, стратегія, інновації, втрати, альтернативи енергоресурсів, техніко-економічні показники.

VICTORIA MIRONOVA, SVETLANA MARCIKOVSKAYA, NINA SERGEEVA
ON THE ISSUE OF INNOVATION IMPLEMENTATION IN THE ENERGY
COMPLEX OF THE BRYANSK REGION

Bryansk State University of Engineering and Technology

Abstract. The article deals with important issues of activating the process of further technological development of the energy complex of the Bryansk region. The urgency of the problem lies in the need to implement a Strategic Plan for the development of the region, including the agro-industrial complex by opening production facilities for processing agricultural products. The limited energy resources of the scarce Bryansk region make it necessary to search for reserves and alternatives to reduce energy losses. During the study of the state of planning, construction and commissioning of outdoor lighting systems for public facilities, a high level of production and operating costs was revealed due to the low level of organizational and technological preparation of production. The article considers foreign experience in this issue, which is fundamental, as well as domestic experience. The authors, exploring ways and approaches to increase energy efficiency, express their own point of view on the choice of effective solutions for the further development of the energy complex.

Key words: energy complex, technologies, modernization, strategy, innovations, losses, alternatives of energy resources, technical and economic indicators.

Миронова Виктория Вячеславовна – бакалавр кафедри строительного производства ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет». Научные интересы: сокращение финансовых издержек на эксплуатацию системы освещения; создание и массовое применение новых, прогрессивных материалов.

Марциковская Светлана Константиновна – бакалавр кафедри строительного производства ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет». Научные интересы: увеличение уровня разрозненной механизации и автоматизации строительного производства, использование более производительных машин и механизмов; создание и массовое применение новых, прогрессивных материалов и облегченных устройств.

Сергеева Нина Дмитриевна – доктор технических наук, профессор ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет»; Почетный работник высшей школы РФ. Направление: организационно-технологическое совершенствование производственных процессов в строительстве. Научные интересы: развитие общей методики оценки надежности элементов строительных конструкций и статически неопределимых систем.

Миронова Вікторія В'ячеславівна – бакалавр кафедри будівельного виробництва ФДБОУ ВО «Брянський державний інженерно-технологічний університет». Наукові інтереси: скорочення фінансових витрат на експлуатацію системи освітлення; створення і масове застосування нових, прогресивних матеріалів.

Марциковська Світлана Костянтинівна – бакалавр кафедри будівельного виробництва ФДБОУ ВО «Брянський державний інженерно-технологічний університет». Наукові інтереси: збільшення рівня розрізної механізації і автоматизації будівельного виробництва, використання більш продуктивних машин і механізмів; створення і масове застосування нових, прогресивних матеріалів і полегшених пристроїв.

Сергеева Ніна Дмитрівна – доктор технічних наук, професор ФДБОУ ВО «Брянський державний інженерно-технологічний університет»; Почесний працівник вищої школи РФ. Напрямок: організаційно-технологічне вдосконалення виробничих процесів в будівництві. Наукові інтереси: розвиток загальної методики оцінки надійності елементів будівельних конструкцій і статично невизначених систем.

Mironova Victoria – bachelor, Construction Production Department, Bryansk University of Engineering and Technology. Scientific interests: reduction of financial costs for the operation of the lighting system; creation and mass use of new, progressive materials.

Marcikovskaya Svetlana – bachelor, Construction Production Department, Bryansk University of Engineering and Technology. Scientific interests: increasing the level of disparate mechanization and automation of construction production, the use of more productive machines and mechanisms; creation and mass use of new, progressive materials and lightweight devices.

Sergeeva Nina – D. Sc. (Eng.), Professor Bryansk University of Engineering and Technology; Honorary Worker of the Higher School of the Russian Federation. Direction: organizational and technological improvement of production processes in construction. Scientific interests: development of a general methodology for assessing the reliability of elements of building structures and statically indeterminate systems.

УДК 69.059.327

Д. А. РОЗДОБУТЬКО, Ж. В. ИВАНОВА

ФГБОУ ВО «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I»

ОЦЕНКА МЕТОДОВ ЗАЩИТЫ ЗДАНИЙ, РАСПОЛОЖЕННЫХ НА ЗАТОПЛЯЕМЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

Аннотация. Одним из наиболее частых и разрушительных стихийных бедствий во всем мире являются наводнения, приносящие значительный ущерб и человеческие жертвы, обостряющие экологические проблемы. В данной статье приводится анализ причин возникновения наводнений и их последствий. Рассматриваются вопросы проектирования и строительства зданий, расположенных на затопляемых и подтопляемых территориях с учетом мировой практики, а также вопросы эффективности применения существующих технологий и средств защиты зданий от наводнений, приобретающих все большее значение. Отмечается, что использование так называемых традиционных методов защиты зданий от наводнений, таких, как например дамбы, необходимо с учетом дополнительных мероприятий, включая, например, разработку новых или актуализацию существующих строительных норм, зонирование территории и др., которые направлены на снижение потенциального воздействия наводнений на здания, а также на снижение риска экономических и экологических потерь и гибели людей.

Ключевые слова: затопляемые территории, природные катаклизмы, методы защиты зданий.

ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ

Примерно одну треть от всех существующих стихийных бедствий составляют наводнения. Обработка статических данных за последние десятилетия свидетельствует об увеличении потерь как в экологической, так и в социально-экономической сфере. Анализ отечественного и зарубежного опыта строительства показывает, что для многих стран, в том числе и России, одной из проблем является строительство зданий на территориях, подверженных затоплению, что связано с вопросом урбанизации и освоения пойменных земель. Для снижения риска и минимизации экологического ущерба, а также практической реализации региональных программ необходимы разработка и внедрение эффективных мероприятий, направленных на защиту существующих и проектируемых зданий от наводнений.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Вопросам исследования зданий, расположенных на затопляемых территориях, посвящены работы как отечественных, так и зарубежных ученых [1–4]. Так, например, в статье «Градостроительные особенности проектирования архитектурных объектов на затопляемых береговых территориях в Нидерландах» Е. А. Михайловой, аспиранта Самарского государственного архитектурно-строительного университета, приводится анализ расположения городов в Нидерландах на затопляемой территории и их связь с водоемами, рассматриваются основные факторы, влияющие на застройку местности. В информационном сборнике НИЦ МКВК № 2 (33) сентябрь 2010 г. К. А. Юлдашева освещается вопрос борьбы с паводками с учетом мирового опыта.

ЦЕЛИ

Целью данного исследования является оценка существующих методов защиты зданий, расположенных на затопляемых территориях.

ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ



Рисунок – Диаграмма природных катаклизмов в мире.

Строительство городов, как правило, развивалось вблизи рек и озер, что позволяло, с одной стороны, обеспечить доставку товара, иметь выход в море и использовать плодородные земли, а с другой стороны, такое расположение городов из-за часто повторяющихся наводнений не обеспечивало должной защиты зданий и ставило под угрозу безопасность жизнедеятельности людей. Все это приводило к необходимости разработки мероприятий, направленных на защиту зданий от природных катастроф, и в частности, от наводнения.

На сегодняшний день данная проблема по-прежнему остается актуальной. Так, по сведениям Российского информационного агентства ТАСС, только за 2019 г. в мире произошло более 15 природных катастроф. Представленная на рисунке диаграмма природных катаклизмов наглядно демонстрирует, что 40 % из них приходится на наводнения. Это подтверждается и статистическими данными Австралии, Канады, США и ряда европейских стран [5–6].

С каждым годом наблюдается изменение частоты и интенсивности наводнений, что связано с различными факторами. Так, например, одним из таких факторов является глобальное потепление, которое приводит к резкому увеличению таяния ледников в Арктике и, как следствие, способствует повышению уровня мирового океана [7]. Ливневые дожди также могут влиять на рост интенсивности и частоты наводнений, изменяя скорости паводковых потоков, уровня рек и водоёмов и т. д.

Таким образом, растущий риск климатических бедствий существенно влияет на экологию и социально-экономическую сферу развития мирового общества, что наносит, с одной стороны, серьезный материальный и экологический ущерб, с другой – становится причиной гибели людей, что также подтверждается статистикой [8–9].

Так, за последнее десятилетие, согласно Международной базе данных о стихийных бедствиях EM-DAT, около 400 наводнений привели к гибели 2 000 человек, более 8,7 миллионов человек пострадало в результате действия наводнений [10].

Анализируя имеющиеся данные, можно заключить следующее. Наводнения могут наносить в среднем за год гораздо больший ущерб, чем любые другие природные катастрофы. В этой связи решающую роль играет обеспечение безопасности людей и защита зданий от наводнений. Однако, как природный фактор, предотвратить наводнение невозможно, но можно свести потери к минимуму, используя разнообразные методики.

На сегодняшний день существуют различные методы придания зданию и ближайшей территории устойчивости к потенциальным повреждениям, возникающим в результате подтопления прилегающих территорий.

Одним из таких способов является заблаговременное прогнозирование природных катаклизмов, основанное не только на сборе метеоматериалов, но и на исторической оценке частоты возникновения этого явления за последние годы. В то же время прогнозирование не гарантирует внезапного появления наводнений, поэтому необходимы иные мероприятия, позволяющие уменьшить последствия от наводнений путем защиты зданий, а также снизить риск получения серьезных травм или смертельных случаев.

В этой связи должны применяться более эффективные инженерные решения, основывающиеся на адаптированных методах, нацеленные на конкретные проблемы в области борьбы с наводнениями и устраняющие частые причины их возникновения.

В последнее время в различных странах разрабатываются и применяются методические подходы, направленные на защиту зданий и сооружений, выбор которых обусловлен частотой наводнений и проблематикой территорий. Так, например, в практике строительства США и Канады применяют следующие методы защиты.

Сухая защита от наводнений. Данный способ используют на территориях, подверженных малому затоплению и паводку. Метод предусматривает использование специальных материалов, из которых,

как правило, возводится нижняя часть здания и которые обладают водонепроницаемыми свойствами. Однако данный метод не является оптимальным.

Другим, более эффективным методом является мокрая защита. Особенностью данного метода является архитектурная выразительность здания, вписывающаяся в общий вид существующей застройки территории. Данный метод позволяет возводить здания на сваях или колоннах, приподнимая тем самым само здание выше установленного минимального уровня поднятия воды.

Активная защита от наводнений. Требуется вмешательство человека для осуществления действий, которые защитят здание и его содержимое от затопления. Успешное использование этой техники требует достаточного времени для мобилизации людей, оборудования и противопаводковых материалов.

Пассивная защита не требует вмешательства человека. К такому методу можно отнести дамбы и плотины, которые для предотвращения попадания паводковых вод должны возводиться вдали от здания. Этот метод является одним из наиболее эффективных, но требует больших финансовых затрат.

Однако большинство зарубежных методов защиты от наводнений не адаптированы под Российский рынок. В Российской Федерации способы защиты делятся на оперативные (срочные) и технические (предупредительные). Оперативные меры не решают в целом проблему защиты от наводнений и должны осуществляться в комплексе с техническими мерами, включающими в себя заблаговременное проектирование и строительство специальных сооружений, дамб, плотин, береговых укреплений или дренажей.

В настоящее время приоритетом является совершенствование существующих методов защиты зданий от наводнений. Один из способов решения данной задачи является разработка и внедрение комплексных мероприятий, направленных на снижение экономического ущерба и рационального управления паводковыми территориями и строительством защитных сооружений.

ВЫВОДЫ

Выполненные исследования позволяют сделать следующие выводы. Анализ различных литературных источников показал, что на сегодняшний день наводнения являются одним из глобальных явлений, происходящих почти во всех географических регионах земного шара, одной из основных причин роста которых является изменение климата. В современной практике проектирования разработаны различные методики, направленные на защиту зданий от наводнений. Выявлены различия между отечественными и зарубежными методами защиты. Установлено, что мероприятия, направленные на защиту зданий от наводнений должны основываться на прогнозировании риска и использовании комплексных методов с целью уменьшения ущерба от наводнений. В этой связи на кафедре «Здания» ФГБОУ ВО ПГУПС проводятся исследования по разработке конструктивных мероприятий по защите зданий, расположенных на затопляемых территориях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Methods of assessing flood resilience of critical buildings / M. Escarameia, N. Walliman, C. Zevenbergen, R. De Graaf. – DOI: 10.1680/wama.14.00066. – Текст : непосредственный // Proceedings of the Institution of Civil Engineers. Water Management. – 2016. – Т. 169, вып. 2. – С. 57–64.
2. Preface: Flood-risk analysis and integrated management / P. Bubeck, J. C. J. H. Aerts, H. De Moel, H. Kreibich. – DOI:10.5194/nhess-16-1005-2016. – Текст : непосредственный // Natural Hazards and Earth System Sciences. – 2016. – Т. 16, вып. 4. – С. 1005–1010.
3. Михайлова, Е. А. Градостроительные особенности проектирования архитектурных объектов на затопляемых береговых территориях в Нидерландах / Е. А. Михайлова. – Текст : непосредственный // Архитектон: известия вузов. – 2016. – № 53. – С. 27–34.
4. Прудченко, Е. С. Перспективы развития способов защиты от затопления на реках РФ / Е. С. Прудченко, И. С. Мазур. – Текст : непосредственный // Динамика систем, механизмов и машин. – 2012. – № 3. – С. 335–339.
5. Ventimiglia, U. A. Cost Efficiency Analysis of Flood Proofing Measures for Hydraulic Risk Mitigation in an Urbanized Riverine Area / U. A. Ventimiglia, A. Candela, G. T. Aronica. – DOI: 10.3390/w12092395. – Текст : непосредственный // Water. – 2020. – Т. 12, вып. 9. – С. 2395.
6. Rogers, D. P. Weather and Climate Resilience: Effective Preparedness through National Meteorological and Hydrological Services / D. P. Rogers, V. V. Tsirkunov. – Washington, DC : World Bank, 2013. – 163 с. – DOI: 10.1596/978-1-4648-0026-9. – Текст : непосредственный.
7. Глобальное потепление на 1,5 °C : Специальный доклад МГЭИК о последствиях глобального потепления на 1,5 °C выше доиндустриальных уровней и о соответствующих траекториях глобальных выбросов парниковых газов в контексте усиления глобального реагирования на угрозу изменения климата, устойчивого развития и

- усилий по искоренению нищеты / редакторы Валери Массон-Дельмонт, Панмао Чжай, Ганс Отто Пёртнер [и др.]. – [Б. м.] : МГЭИК, 2019. – 110 с. – Текст : непосредственный.
8. Васильев, О. Ф. Создание оперативного прогнозирования паводков / О. Ф. Васильев. – Текст : непосредственный // Вестник Российской Академии Наук. – 2012. – № 3. – С. 237–242.
 9. Прудченко, Е. С. Современное состояние гидротехнических сооружений / Е. С. Прудченко. – Текст : непосредственный // Россия молодая: передовые технологии – в промышленность. – 2013. – № 3. – С. 167–169.
 10. Наводнения : управление рисками для здоровья в европейских государствах-членах ВОЗ ; Всемирная организация здравоохранения. Европейское региональное бюро. – 2014. – 93 с. – URL: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/329519> (дата обращения: 29.03.2021). – Текст: электронный.

Получена 22.04.2021

Д. А. РОЗДОБУТЬКО, Ж. В. ІВАНОВА
ОЦІНКА МЕТОДІВ ЗАХИСТУ БУДІВЕЛЬ, РОЗТАШОВАНИХ НА
ЗАТОПЛЮВАНИХ ТЕРИТОРІЯХ
ФДБОУ ВО «Петербургський державний університет шляхів сполучення Імператора
Олександра І»

Анотація. Одним з найбільш частих і руйнівних стихійних лих в усьому світі є повені, що завдають значної шкоди і спричиняють людські жертви, загострюють екологічні проблеми. У даній статті наводиться аналіз причин виникнення повеней і їх наслідків. Розглядаються питання проектування і будівництва будівель, розташованих на затоплюваних і підтоплюваних територіях з урахуванням світової практики, а також питання ефективності застосування існуючих технологій і засобів захисту будівель від повеней, які набувають все більшого значення. Відзначається, що використання так званих традиційних методів захисту будівель від повеней, таких, як наприклад, дамби, необхідне з урахуванням додаткових заходів, включаючи, наприклад, розробку нових або актуалізацію існуючих будівельних норм, зонування території тощо, які спрямовані на зниження потенційного впливу повеней на будівлі, а також на зниження ризику економічних і екологічних втрат і загибелі людей.

Ключові слова: затоплювані території, природні катаклізми, методи захисту будівель.

DARYA ROZDOBUTKO, ZHANNA IVANOVA
ASSESSMENT OF METHODS OF PROTECTION OF BUILDINGS LOCATED IN
FLOODED AREAS
Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University

Abstract. One of the most frequent and destructive natural disasters around the world is flooding, causing significant damage and loss of life, exacerbating environmental problems. This article analyzes the causes of floods and their consequences. The issues of design and construction of buildings located in flooded and flooded areas, taking into account world practice, as well as the effectiveness of the use of existing technologies and means of protecting buildings from floods, which are becoming increasingly important, are considered. It is noted that the use of so-called traditional methods of protecting buildings from floods, such as, for example, dams, is necessary taking into account additional measures, including, for example, the development of new or updating existing building codes, zoning of the territory, etc., which are aimed at reducing the potential impact of floods on buildings, as well as to reduce the risk of economic and environmental losses and loss of life.

Key words: flooded areas, natural disasters, methods of building protection.

Роздобутько Дарья Андреевна – магистрант кафедры здания ФГБОУ ВО «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I». Научные интересы: проектирование зданий и сооружений в районах с особыми природно-климатическими условиями и техногенными воздействиями.

Иванова Жанна Васильевна – кандидат технических наук, доцент кафедры здания ФГБОУ ВО «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I». Научные интересы: проектирование зданий и сооружений в районах с особыми природно-климатическими условиями и техногенными воздействиями. Участие в разработке строительных норм Проектирования.

Роздобутько Дар'я Андріївна – магістрант кафедри будівлі ФДБОУ ВО «Петербурзький державний університет шляхів сполучення Імператора Олександра І». Наукові інтереси: проектування будівель і споруд в районах з особливими природнокліматичними умовами і техногенними впливами.

Іванова Жанна Василівна – кандидат технічних наук, доцент кафедри будівлі ФДБОУ ВО «Петербурзький державний університет шляхів сполучення Імператора Олександра І». Наукові інтереси: проектування будівель і споруд в районах з особливими природнокліматичними умовами і техногенними впливами. Участь у розробці будівельних норм проектування.

Rozdobutko Darya – Master's student, Buildings Department, Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University. Scientific interests: design of buildings and structures in areas with special climatic conditions and man-made impacts.

Ivanova Zhanna – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Buildings Department, Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University. Scientific interests: design of buildings and structures in areas with special climatic conditions and man-made impacts. Participation in the development of building design standards

УДК 514.112.3

Т. П. МАЛЮТИНА^а, И. П. ДАВЫДЕНКО^б^а ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», ^б ПАО «Авдеевский завод металлических конструкций»

ЗАДАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ ВРАЩЕНИЯ ЭВОЛЬВЕНТЫ КРУГА МЕТОДОМ ПОДВИЖНОГО СИМПЛЕКСА

Аннотация. Рассматривается точечное уравнение эвольвенты, построенной по известному графическому алгоритму методами БН-исчисления (точечное исчисление Балюбы-Найдыша). Представлен пример точечного задания поверхности вращения эвольвенты круга, на основе метода подвижного симплекса (МПС), с образующей в виде эвольвенты. Точечная форма выбрана потому, что она позволяет использовать произвольный локальный двумерный симплекс, который определяет рассматриваемую кривую независимо от её положения в пространстве. Для этого достаточно иметь координаты вершин симплекса. Также такая форма легко реализуется с помощью компьютера (например, с помощью программного пакета *Maple*). Предложенный в этой статье метод конструирования эвольвент на плоскостях, произвольно заданных в пространстве симплексом точек, может занять достойное место в ряде существующих традиционных и инновационных методов такого конструирования.

Ключевые слова: точечное уравнение эвольвенты, БН-исчисления, поверхность вращения эвольвенты круга, метод подвижного симплекса.

ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ

Эвольвента имеет широкое применение в технике. Например, профили зубьев различных зубчатых передач имеют форму эвольвенты окружности. В данной работе поставлена задача – разработать точечный алгоритм задания криволинейной поверхности технической формы, на основе метода подвижного симплекса, с образующей в виде эвольвенты и направляющей осью в виде окружности. Для этого использованы полученные ранее точечные уравнения окружности и эвольвенты окружности методами БН-исчисления (точечного исчисления Балюбы-Найдыша) на основе графических алгоритмов их построения [1].

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Точечному заданию различных кривых линий, через аналитическое их описание в точечном исчислении, посвящены работы д. т. н., профессора И. Г. Балюбы [2] и его последователей [3-5], в которых получено множество точечных уравнений кривых линий в БН-исчислении, алгебраические уравнения которых известны из аналитической математики [8]. Но есть кривые линии, которые не имеют алгебраических уравнений и получаются только через графический алгоритм их построения. К таким кривым линиям относится и эвольвента окружности, которая в аналитической математике не имеет алгебраического уравнения, а в БН-исчислении уже аналитически определена через графический алгоритм ее построения [6]. На основании полученного графического алгоритма задания эвольвенты было выполнено построение эвольвентной цилиндрической поверхности методом подвижного симплекса [7].

ЦЕЛИ

Привести точечные уравнения задания окружности и эвольвенты окружности, полученные на основании графических алгоритмов их построения методами БН-исчисления, и рассмотреть алгоритм построения поверхности вращения эвольвенты круга с помощью МПС [1].

ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

Пусть заданы три точки A, B, C , образующие произвольно заданный симплекс двумерного пространства CAB [1]. Представим в плоскости CAB эвольвенту M окружности T радиуса $|CT| = \rho$, с центром в точке C (рис. 1).

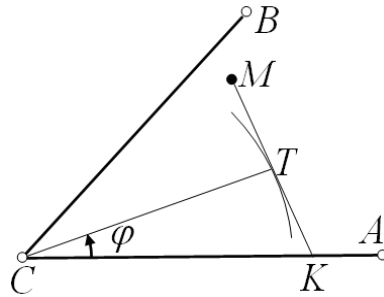


Рисунок 1 – Эвольвента окружности в симплексе двумерного пространства.

По определению эвольвенты окружности, согласно графическому алгоритму построения кривой, имеем:

$$TM = \varphi\rho, \quad \angle CTM = \frac{\pi}{2}. \quad (1)$$

Точечные уравнения двух точек, определяющих касательную к окружности, имеют вид:

$$K = (A - C) \frac{\rho}{b \cos \varphi} + C, \quad T = (A - C) \frac{\rho \sin(\gamma - \varphi)}{b \sin \gamma} + (B - C) \frac{\rho \sin \varphi}{a \sin \gamma} + C, \\ KT = \rho \operatorname{tg} \varphi, \quad KM = KT + TM = \rho(\varphi + \operatorname{tg} \varphi). \quad (2)$$

Точечное уравнение эвольвенты M окружности T имеет вид [6]:

$$M = (T - K)(\varphi \operatorname{ctg} \varphi + 1) + K = \\ = \frac{(A - C)\rho}{b \sin \gamma \sin \varphi} [(\varphi \cos \varphi + \sin \varphi) \sin(\gamma - \varphi) - \varphi \sin \gamma] + \frac{(B - C)\rho}{a \sin \gamma} (\varphi \cos \varphi + \sin \varphi) + C. \quad (3)$$

где $\gamma = \angle BCA$, $0 \leq \varphi \leq 2\pi$, ρ – радиус окружности.

Ниже приведен пример построения эвольвенты окружности в плоскости общего положения с помощью программного пакета *Maple* (рис. 2).

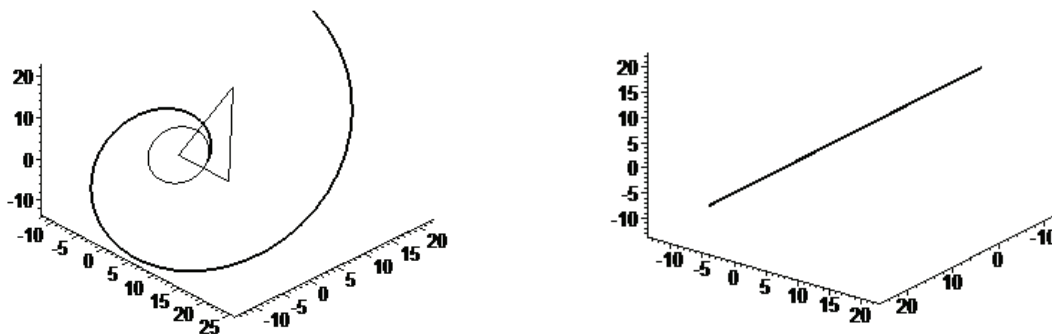


Рисунок 2 – Эвольвента окружности в плоскости общего положения.

Определим точечное уравнение окружности. Используя полярную параметризацию плоскости [1], зададим точечное уравнение окружности в симплексе точек PQR при $\angle QRP = 90^\circ$ через параметр угла θ (рис. 3).

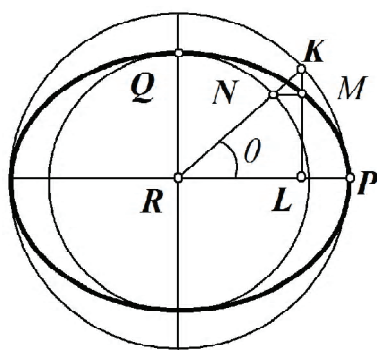


Рисунок 3 – Задание окружности.

Пусть радиус окружности $|RP| = a$ соответствует большой полуоси эллипса, тогда $|RQ| = b$ соответствует малой полуоси эллипса. Точечное уравнение окружности имеет вид:

$$M = (P - R)\cos\theta + (Q - R)\frac{a}{b}\sin\theta + R, \quad (4)$$

где $0 \leq \theta \leq 2\pi$.

Рассмотрим аналитическое описание поверхности вращения эвольвенты круга на основе МПС [3].

Точечное уравнение поверхности вращения эвольвенты круга с направляющей осью в виде окружности, на основе точечного уравнения эвольвенты, имеет вид:

$$M = (P - R)\cos\theta + (Q - R)\frac{a}{b}\sin\theta + R, \quad (5)$$

где $0 \leq \theta \leq 2\pi$.

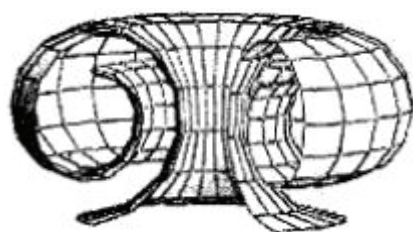


Рисунок 4 – Поверхность вращения эвольвенты круга.

Приведем пример построения поверхности вращения эвольвенты круга при задании значений текущего параметра кривой (рис. 4).

ВЫВОДЫ

В статье представлено построение поверхности вращения эвольвенты круга на основе метода подвижного симплекса. Для выполнения такого построения были приведены точечные уравнения окружности и эвольвенты окружности, полученные на основании графических алгоритмов их построения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Найдыш, В. М. Алгебра БН-исчисления / В. М. Найдыш, И. Г. Балюба, В. М. Верещага. – Текст : непосредственный // Прикладна геометрія та інженерна графіка : міжвідомчий науковий збірник. – 2012. – Випуск 90. – С. 210–215.
2. Балюба, И. Г. Конструктивна геометрия многообразий в точечном исчислении : специальность 05.01.01 «Инженерная геометрия и компьютерная графика» : диссертация на соискание научной степени доктора технических наук / Балюба Иван Григорьевич ; Макеевский инженерно-строительный институт. – Макеевка, 1995. – 227 с. – Текст : непосредственный.
3. Давыденко, И. П. Конструирование поверхностей пространственных форм методом подвижного симплекса : специальность 05.01.01 «Инженерная геометрия и компьютерная графика» : диссертация на соискание научной степени кандидата технических наук / Давыденко Иван Петрович ; Донбасская национальная академия строительства и архитектуры. – Макеевка, 2012. – 164 с. – Текст : непосредственный.
4. Малютина, Т. П. Интерпретация вычислительной геометрии плоских фигур в точечном исчислении : специальность 05.01.01 «Инженерная геометрия и компьютерная графика» : диссертация на соискание научной степени кандидата технических наук / Малютина Татьяна Петровна ; Макеевский инженерно-строительный институт. – Макеевка, 1998. – 161 с. – Текст : непосредственный.
5. Конопацький, Є. В. Геометричне моделювання алгебраїчних кривих та їх використання при конструюванні поверхонь у точковому численні Балюби-Найдиша : спеціальність 05.01.01 «Інженерна геометрія і комп'ютерна графіка» : дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук / Конопацький Євген Вікторович ; Таврійський державний агро-технічний університет. – Мелітополь, 2012. – 163 с. – Текст : непосредственный.
6. Малютина, Т. П. Точечное уравнение эвольвенты и его применение при конструировании поверхностей технических форм методом подвижного симплекса / Т. П. Малютина, И. П. Давыденко. – Текст : непосредственный // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. – 2015. – Випуск 2015-3(113) Здания и сооружения с применением новых материалов и технологий. – С. 66–69.
7. Малютина, Т. П. Задание эвольвентной цилиндрической поверхности методом подвижного симплекса / Т. П. Малютина, И. П. Давыденко, Ж. В. Старченко. – Текст : непосредственный // Перспективы развития строительного комплекса : материалы XIII Международной научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава, молодых ученых и студентов «Перспективы социально-экономического развития стран и регионов»,

Астрахань, 29–31 октября 2019 г. / под общ. ред. В. А. Гутмана, Т. В. Золиной. – Астрахань : ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2019. – С. 281–284.

8. Бронштейн, И. Н. Справочник по математике для инженеров и учащихся ВТУЗов / И. Н. Бронштейн, К. А. Семендяев. – Москва : Наука, Гл. ред. физ. – мат. лит., 1986. – 544 с. – Текст : непосредственный.

Получена 23.04.2021

Т. П. МАЛЮТИНА ^a, І. П. ДАВИДЕНКО ^b
ЗАДАНИЯ ПОВЕРХНІ ОБЕРТАННЯ ЕВОЛЬВЕНТИ КРУГА МЕТОДОМ
РУХОМОГО СИМПЛЕКСУ

^a ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»,

^b ПАТ «Авдіївський завод металевих конструкцій»

Анотація. Розглядається точкове рівняння евольвенти, побудованої за відомим графічним алгоритмом методами БН-обчислення (точкове числення Балуби-Найдиша). Представлено приклад точкового задания поверхности обертання евольвенти кола, на основі методу рухомого симплекса (МПС), з твірною у вигляді евольвенти. Точкова форма обрана тому, що вона дозволяє використовувати довільний локальний двомірний симплекс, який визначає розглянуту криву незалежно від її положення в просторі. Для цього достатньо мати координати вершин симплекса. Також така форма легко реалізується за допомогою комп'ютера (наприклад, за допомогою програмного пакета *Maple*). Запропонований в цій статті метод конструювання евольвент на площинах, довільно заданих в просторі симплексом точок, може посісти гідне місце в ряді існуючих традиційних та інноваційних методів такого конструювання.

Ключові слова: точкове рівняння евольвенти, БН-числення, поверхня обертання евольвенти кола, метод рухомого симплексу.

TATYANA MALYUTINA ^a, IVAN DAVYDENKO ^b
SETTING THE ROTATION SURFACE OF THE CIRCLE EVOLVENT BY THE
MOVING SIMPLEX METHOD

^a Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, ^b PJSC «Avdiyivsky Metal Construction Details Plant»

Abstract. We consider the point equation of the involute, constructed according to the well-known graphical algorithm by the methods of BN-calculus (point calculus of Baluba-Naidysh). An example of a point setting of the surface of rotation of an involute of a circle is presented, based on the method of a moving simplex (MPS), with a generatrix in the form of an involute. The point shape was chosen because it allows the use of an arbitrary local two-dimensional simplex that defines the curve under consideration regardless of its position in space. For this, it is sufficient to have the coordinates of the vertices of the simplex. Also, such a form is easily implemented using a computer (for example, using the *Maple* software package). The method proposed in this article for constructing involutes on planes arbitrarily given in space by a simplex of points can take a worthy place in a number of existing traditional and innovative methods of such design.

Key words: point equation of involute, BN-calculus, surface of rotation of the involute of a circle, moving simplex method.

Малютинa Татьяна Петровна – кандидат технических наук, доцент кафедры специализированных информационных технологий и систем ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: развитие альтернативного геометрического аппарата рационального описания контуров геометрических тел, создание расчетных моделей различных технических форм в процессе их проектирования на основе различных методов математического аппарата БН-исчисления.

Давыденко Иван Петрович – кандидат технических наук; начальник проектного отдела ПАО «Авдеевский завод металлических конструкций». Научные интересы: развитие альтернативного геометрического аппарата построения поверхностей и создание расчетных моделей различных технических форм в процессе их проектирования на основе различных методов математического аппарата БН-исчисления, в том числе на основе метода подвижного симплекса (МПС).

Малютіна Тетяна Петрівна – кандидат технічних наук, доцент кафедри спеціалізованих інформаційних технологій і систем ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: розвиток альтернативного геометричного апарату раціонального опису контурів геометричних тіл, створення розрахункових моделей різних технічних форм у процесі їх проектування на основі різних методів математичного апарату БН-обчислення.

Давиденко Іван Петрович – кандидат технічних наук; начальник проектного відділу ПАТ «Авдіївський завод металевих конструкцій». Наукові інтереси: розвиток альтернативного геометричного апарату побудови поверхонь і створення розрахункових моделей різноманітних технічних форм у процесі їх проектування на основі різних методів математичного апарату БН-обчислення, у тому числі на основі методу рухомого симплекса (МПС).

Malyutina Tatyana – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Specialized Information Technology and Systems Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: development of an alternative geometric apparatus for the rational description of the contours of geometric bodies, creation of computational models of various technical forms in the process of their design based on various methods of the mathematical apparatus of BN calculus.

Davydenko Ivan – Ph. D. (Eng.); Head of the Design Department of PJSC «Avdeevsky Plant of Metal Structures». Scientific interests: the development of an alternative geometric apparatus for constructing surfaces and the creation of computational models of various technical forms in the process of their design based on various methods of the mathematical apparatus of BN-calculus, including the method of moving simplex (MPS).

UDC 628.381.1

VIKTOR NEZDOYMINOV, ANASTASIA MOGUKALO, TAMARA ZAGORUIKO
Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture**POSSIBILITY OF USING EXCESSIVE ACTIVE SLUDGE AS ORGANOMINERAL FERTILIZER**

Abstract. The article discusses the existing approaches to the separation of heavy metal ions from excess activated sludge for its further use as an organic fertilizer. Research has been carried out to determine the content of heavy metal ions in the formed excess activated sludge from the Makeevka treatment facilities. There is no data on the migration of metal ions from precipitates treated with calcium oxide under the influence of rain and melt waters. Therefore, studies of the migration of ions of heavy metals, were carried out using the example of zinc, cuprum and iron, from untreated activated sludge, and treated with quicklime.

Key words: heavy metal ions, quicklime, migration, activated sludge, leaching.

STATEMENT OF THE PROBLEM

Activated sludge plays the main role in the process of biological treatment of municipal wastewater. Activated sludge is a biomass, which includes the following types of organisms: bacteria, microscopic fungi, ciliates, amoeba, worms, rotifers, etc. The formation of activated sludge is influenced by the presence of organic contaminants, temperature, pH, redox potential of the environment. Upon completion of purification with the participation of activated sludge, the sludge suspension is divided into two streams, the first of which is return sludge, which again enters the aeration treatment system, the second is excess activated sludge sent for disposal [1]. At many treatment plants, in general, excess activated sludge is not disposed for its reuse, but is stored at sludge sites. Every year this storage becomes a problem, in connection with which an unfavorable environmental situation arises, large areas of land are required for sludge pads. Storing these types of sludge without pretreatment can lead to pollution of the atmosphere, ground and surface water, and soil. The introduction and development of methods for the disinfection and disposal of the resulting excess activated sludge is an urgent task today.

ANALYSIS OF RECENT RESEARCH AND PUBLICATIONS

For disinfection and binding of metal ions, the authors of [4] recommend treating the sediment with calcium oxide (quicklime). When calcium oxide and sediment interact, calcium hydroxide is formed and heat is released, which contributes to deforming due to temperature treatment of the sediment and increasing the alkalinity of the medium [4]. However, there are no data on the migration of metal ions from precipitates treated with calcium oxide under the influence of rain and melt waters.

The aim of this work is to experimentally determine the migration of metal ions into an aqueous solution the from untreated activated sludge and treated with quicklime.

MAIN MATERIAL

The most rational option for the disposal of treated sediments is their use as organomineral fertilizers, since in their composition they contain biogenic elements: nitrogen, phosphorus and potassium [2]. However, disposal can be hindered by the presence of harmful impurities in the sediments, including heavy metal ions [3]. One of the directions of preparing sediments for disposal is the removal of such impurities from the sediments. The existing methods for removing heavy metal ions can be subdivided into reagent, physicochemical, and reagent-biological. Reagent methods are based on the treatment of wet sediments with acid solutions, while as a result of chemical reactions with heavy metal ions, soluble salts are formed, which are removed during dehydration.

Physicochemical methods include the extraction of heavy metal compounds with organic acids, treatment of the sediment with calcium-containing materials [5]. The reagent-biological method is based on a combination of biological processes and reagent sludge treatment. Biological processes contribute to the conversion of insoluble compounds of heavy metals into soluble forms; reagents are involved both in biological processes and in the subsequent extraction of these compounds from sludge water. Analysis of the methods shows that they all have various kinds of disadvantages that complicate their application. Such disadvantages include the complexity of technological schemes, high consumption of reagents. For two years, industrial research was carried out on the use of sediments from sludge areas as organomineral additives for the cultivation of agricultural crops [6]. It has been shown experimentally that the introduction of urban wastewater sediments into the soil for crops leads to a partial accumulation of metals in vegetable and fodder crops, and also due to atmospheric precipitation, there is a gradual penetration of metals into the lower layers of the soil. The authors [7-8] presented a model of the distribution of heavy metal ions in the soil over time. Due to melt and rainwater, the migration of metal ions into the soil reaches 20...40 cm per year.

Initially, the research was aimed at determining the content of metals in the activated sludge of the industrial aeration tank of Makeyevka treatment facilities and results are compared with previous years.

The method for determining metal ions in activated sludge included the following operations. The dewatered sludge was dried in a drying oven at a temperature of 105 ° C. Then, hydrochloric acid was added to 10 g of the sediment and pH was adjusted to 2, the mixture was kept for 30 minutes with periodic stirring. At the end of the experiment, the content of metals in the aqueous phase was determined using an atomic absorption spectrometer according to the standard procedure. The concentration of metal ions on the absolutely dry matter of the sludge was determined by calculation. The concentration of metals in the activated sludge samples in 2011 and 2018 years and the permissible concentrations of heavy metal ions in the sediment used in agriculture as fertilizers are shown in Table 1.

Table 1 – Content of ions of heavy metals in activated sludge of sewage treatment facilities of the town of Makeyevka

Metal ions	Concentration of metal ions in activated sludge, mg / kg		Norm for groups of fertilizers, mg / kg	
	2011 year	2020 year	I*	II**
Cuprum	17,9	85,7	132	750
Chromium	31,6	0,94	90	500
Zinc	406,8	58,74	220	1 750
Plumbum	47,5	12,50	130	250
Nickel	272,4	16,4	80	200
Cadmium	27,8	1,26	2,0	15

* Fertilizers of group I: fertilizers based on sewage sludge used for the cultivation of industrial, fodder, grain and green manure crops, in personal subsidiary plots when growing seedlings of vegetable and flower crops. ** Fertilizers of group II: fertilizers based on sewage sludge, used for planting forestry crops along roads, in nurseries of forest and ornamental crops, floriculture, for cultivating depleted soils, reclamation of disturbed lands and slopes of roads, reclamation of solid waste dumps.

From the data obtained in Table 1, it can be seen that the concentration of heavy metal ions contained in the activated sludge has significantly decreased over the past years. This is probably due to the decrease in wastewater discharges by industrial enterprises. At the moment the concentration of metal ions is in the permissible norms, when using sludge as a fertilizer, for different types of crops. It also allows the use of excess silt for biological land reclamation.

The second stage of research was the experimental determination of the migration of metal ions from the untreated activated sludge and the one treated with quicklime. The behavior of ions of copper, zinc and iron was studied. Experiments on leaching sludge untreated with calcium oxide were carried out according to the following procedure. Samples of the dried sediment were mixed with distilled water and kept with periodic stirring for four hours. After that, water was removed from the mixture by filtration, and the content of metal ions in the water was analyzed, the active reaction of the medium was 7.8. To assess the degree of leaching of metal ions depending on the duration of contact of sludge with distilled water, this contact was carried out in parallel experiments for two and four hours.

Experiments on the leaching of sludge treated with calcium oxide were carried out in a similar way, only the sample of sludge was pre-mixed with a dose of calcium oxide equal to 20% of the sludge dry matter weight, while pH value was 11.

For example, Figures 1 and 2 show the results of experiments with the determination of the migration of zinc and copper ions.

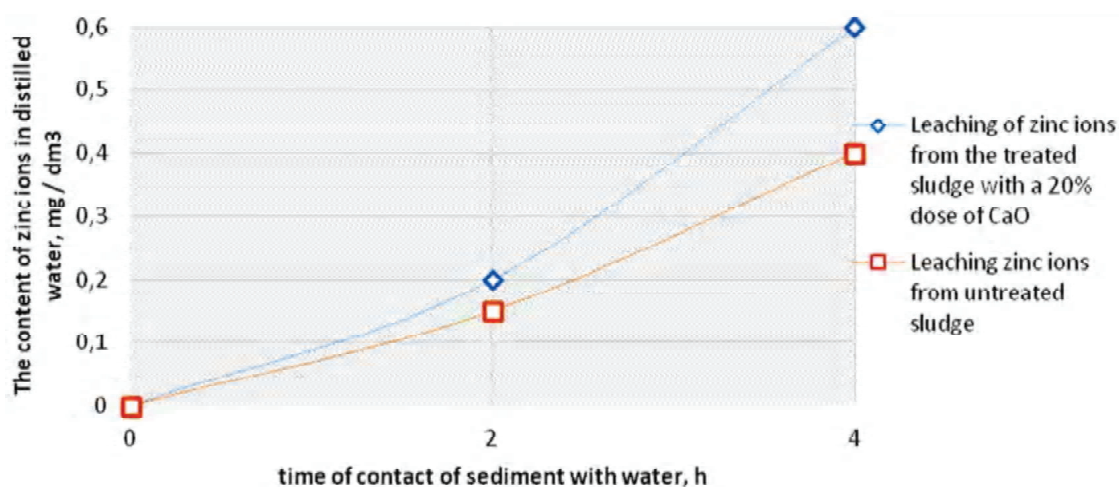


Figure 1 – Migration of zinc ions into liquid.

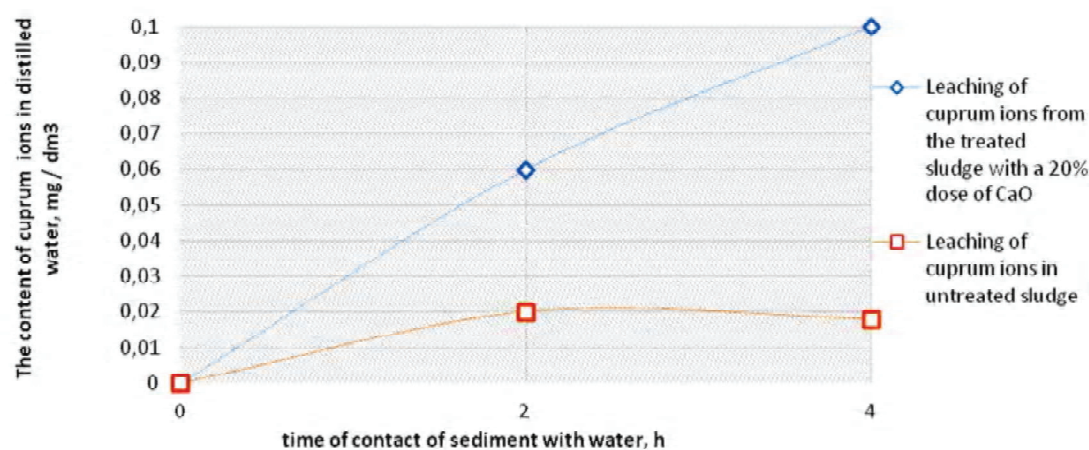


Figure 2 – Migration of copper ions into liquid.

Table 2 shows the percentage of leaching of heavy metal ions from treated and untreated sludge with calcium oxide, depending on the duration of contact with distilled water.

Table 2 – Percentage of leaching heavy metal ions from the sediment into an aqueous solution

Metal ions	Leaching rate of metal ions from untreated sludge		The degree of leaching of metal ions from the treated sludge with calcium oxide	
	with a two-hour contact with water, %	at four-hour contact with water, %	with a two-hour contact with water, %	at four-hour contact with water, %
Cu	15	17	54	80
Zn	4	15	7	25
Fe	1,11	3	2,5	3

Based on the data obtained, it can be noted that with an increase in the duration of contact of the sediment with water, the migration of metal ions into the liquid increases. In this case, metal ions from the treated sludge

with calcium oxide undergo the greatest leaching in comparison with the untreated sludge. This indicates that the addition of calcium oxide does not provide the strength of binding of metal ions into insoluble complexes.

CONCLUSIONS

1) The studies have shown that the excess active sludge of Makeevka wastewater treatment plant, in terms of the concentration of heavy metal ions, is included in the permissible norms for the use of precipitation as a fertilizer.

2) During the treatment of activated sludge with calcium oxide, heavy metal ions are subjected to a greater degree of leaching due to the amphoteric properties of metal hydroxides.

REFERENCES

1. Кичигин, В. И. Обработка и утилизация осадков природных и сточных вод : учебное пособие / В. И. Кичигин, Е. Д. Палагин. – Самара : Самарский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2008. – 204 с. – ISBN 978-5-9585-0270-7. – Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/20489.html> (дата обращения: 11.01.2021).
2. Дрозд, Г. Я. Техничко-екологические записки по проблеме утилизации осадков городских и промышленных сточных вод / Г. Я. Дрозд, Н. И. Зотов, В. Н. Маслак. – Донецк : ИЭПНАН Украины, 2001. – 340 с. – Текст : непосредственный.
3. Валеев, В. Х. Исследование возможности использования осадков сточных вод очистных сооружений в качестве удобрения / В. Х. Валеев, Ю. В. Сомова, В. А. Сомов. – Текст : непосредственный // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. – Выпуск № 3(14). – 2015. – С. 69–73.
4. Журавлев, П. В. Определение дезинфицирующего действия негашёной извести на микрофлору иловых осадков сточных вод очистных сооружений канализации и животноводческих комплексов / П. В. Журавлев, В. В. Алешня, Б. И. Марченко. – Текст : непосредственный // Hygiene & Sanitation (Russian Journal). – 2019. – № 98(5). – С. 483–488.
5. Обработка осадков городских сточных вод : учебное пособие / Л. Р. Хисамеева, А. С. Селюгин, Р. Н. Абитов [и др.]. – Казань : Изд-во Казанского государственного архитектурно-строительного университета, 2016. – 105 с. – Текст : непосредственный.
6. Нездойминов, В. И. Миграция ионов тяжёлых металлов при использовании осадков городских сточных вод в качестве удобрения / В. И. Нездойминов, О. А. Чернышева. – Текст : непосредственный // Вісник Донбаської національної академії будівництва і архітектури. – 2010. – Випуск 2010-2(82) Проблеми архітектури і містобудування. – С. 150–157.
7. Нездойминов, В. И. Использование осадков городских сточных вод для выращивания сельскохозяйственных культур в условиях Донецкого региона / В. И. Нездойминов, О. А. Чернышева. – Текст : непосредственный // Вісник Донбаської національної академії будівництва і архітектури. – 2012. – Випуск 2012-3(95) Будівлі та конструкції із застосуванням нових матеріалів та технологій. – С. 56–64.
8. Нездойминов, В. И. Математическая модель процесса распределения тяжёлых металлов в почве для различных сельскохозяйственных культур / В. И. Нездойминов, О. А. Чернышев. – Текст : непосредственный // Вісник Донбаської національної академії будівництва і архітектури. – 2011. – Випуск 2011-5(91) Інженерні системи та техногенна безпека. – С. 64–70.

Получена 26.04.2021

В. И. НЕЗДОЙМИНОВ, А. В. МОГУКАЛО, Т. И. ЗАГОРУЙКО ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИЗБЫТОЧНОГО АКТИВНОГО ИЛА В КАЧЕСТВЕ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕНИЯ ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

Аннотация. В статье рассмотрены существующие подходы к выделению ионов тяжелых металлов из избыточного активного ила для дальнейшего его использования в качестве органического удобрения. Проведены исследования по определению содержания ионов тяжелых металлов в образующемся избыточном активном иле Макиевских очистных сооружений. Отсутствуют данные о миграции ионов металлов из обработанных оксидом кальция осадков под действием дождевых и талых вод. Поэтому были проведены исследования миграции ионов тяжёлых металлов на примере цинка, меди и железа из необработанного активного ила и обработанного негашёной известью.

Ключевые слова: ионы тяжелых металлов, негашёная известь, миграция, активный ил, выщелачивание.

В. І. НЕЗДОЙМІНОВ, А. В. МОГУКАЛО, Т. І. ЗАГОРУЙКО
МОЖЛИВІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ НАДЛИШКОВОГО АКТИВНОГО МУЛУ
ЯК ОРГАНОМІНЕРАЛЬНОГО ДОБРИВА
ДООУ ВПО «Донбасська національна академія будівництва і архітектури»

Анотація. У статті розглянуті існуючі підходи до виділення іонів важких металів з надлишкового активного мулу для подальшого його використання як органічного добрива. Проведено дослідження з визначення вмісту іонів важких металів, що утворюється в надмірному активному мулі Макіївських очисних споруд. Відсутні дані про міграцію іонів металів з оброблених оксидом кальцію опадів під дією дощових і талих вод. Тому були проведені дослідження міграції іонів важких металів на прикладі цинку, міді і заліза з необробленого активного мулу, і обробленого негашеним вапном.

Ключові слова: іони важких металів, негашене вапно, міграція, активний мул, вилуговування.

Нездойминов Виктор Иванович – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: биологическая очистка сточных вод.

Могукало Анастасия Вадимовна – аспирант кафедры водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: обработка осадков.

Загоруйко Тамара Ивановна – доцент кафедры иностранного языка и педагогики высшей школы ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: методика преподавания иностранных языков, роль преподавателя в учебном процессе, проблемы воспитания студенческой молодежи.

Нездоймінов Віктор Іванович – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри водопостачання, водовідведення та охорони водних ресурсів ДООУ ВПО «Донбасська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: біологічна очистка стічних вод.

Могукало Анастасія Вадимівна – аспірант кафедри водопостачання, водовідведення та охорони водних ресурсів ДООУ ВПО «Донбасська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: оброблення осадків.

Загоруйко Тамара Іванівна – доцент кафедри іноземних мов і педагогіки вищої школи ДООУ ВПО «Донбасська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: методика викладання іноземних мов, роль викладача в навчальному процесі, проблеми виховання студентської молоді.

Nezdoyminov Viktor – D. Sc. (Eng.), Professor, Head of Water Supply, Sanitation and Protection of Water Resources, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: biological treatment of wastewater.

Mogukalo Anastasia – graduate student, Water Supply, Sanitation and Protection of Water Resources, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: sludge treatment.

Zagoruiko Tamara – Associate Professor of the Foreign Language and Higher School Pedagogy Department of the Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: methods of teaching foreign languages, the role of the teacher in the educational process, problems of educating student youth.

УДК 628.35+532.5

Д. В. ЗАВОРОТНЫЙ, А. М. УВАРОВА, Т. В. ПАНЬКОВА

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА FLOWVISION ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДВИЖЕНИЯ ЖИДКОСТИ В ЭРЛИФТНОМ БИОРЕАКТОРЕ-ОСВЕТИТЕЛЕ

Аннотация. В статье дан анализ существующих математических моделей эрлифтных биореакторов-осветлителей. Представлена конструкция и принцип действия исследуемого сооружения биологической очистки сточных вод. Выполнен краткий обзор применения программ вычислительной гидродинамики для теоретического исследования движения жидкостных и водовоздушных потоков в эрлифтных биологических реакторах. При помощи программного комплекса FlowVision вычислены гидродинамические параметры потоков в эрлифтном биореакторе-осветлителе. Представлены результаты расчётов при отсутствии нагрузки на осветлитель и интенсивности циркуляции $200 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$ для различных полуэмпирических моделей турбулентности: стандартная k-ε модель, квадратичная k-ε модель, SST-модель, k-ε модель FlowVision. Определена полуэмпирическая турбулентная модель, которая наиболее точно характеризует параметры водоворотной зоны эрлифтного биореактора-осветлителя.

Ключевые слова: эрлифтный биореактор, осветлитель, вычислительная гидродинамика, модель турбулентности, очистка сточных вод.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Эрлифтный биореактор-осветлитель (рис. 1) является сооружением для биологической очистки сточных вод, скомбинированным из эрлифтного биореактора и осветлителя со взвешенным слоем активного ила. В эрлифтном биореакторе жидкость циркулирует и контактирует с воздухом за счёт действия затопленного эрлифта. Затопленный эрлифт состоит из эрлифтной стенки 1 и аэратора 2. Взвешенный слой в эрлифтном биореакторе-осветлителе образуется благодаря наклонному козырьку 3.

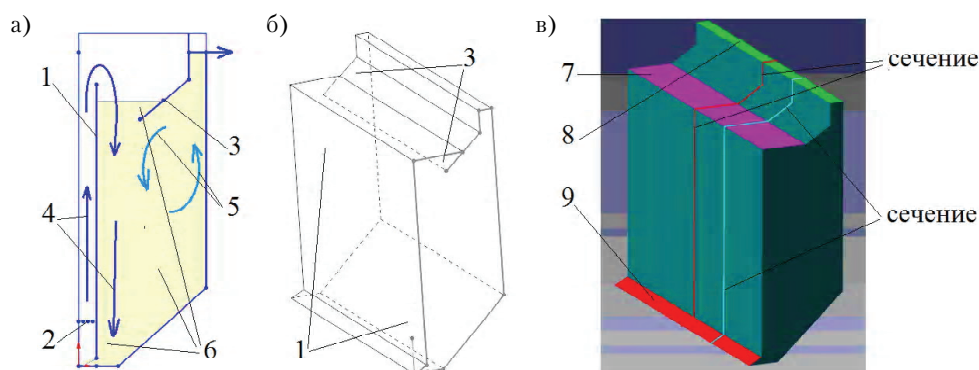


Рисунок 1 – Эрлифтный биореактор-осветлитель: а) схема потоков; б, в) объёмные модели расчётной области: 1 – стенка затопленного эрлифта; 2 – аэратор; 3 – козырёк; 4 – циркуляционный поток; 5 – водоворотная зона; 6 – расчётная область; 7 – сечение входа циркуляционного потока в расчётную область; 8 – сечение выхода осветлённой жидкости; 9 – сечение свободного выхода в затопленный эрлифт.

Для циркуляционного потока 4 козырёк является плохообтекаемой перегородкой и способствует образованию водоворотной зоны 5. В восходящем потоке водоворотной зоны поддерживается самообновляющийся взвешенный слой, в котором иловая смесь осветляется перед выходом из сооружения [1].

До настоящего времени для теоретического описания гидродинамических параметров водоворотной зоны эрлифтного биореактора-осветлителя применялись математические модели, базирующиеся на теории турбулентных струй [1] и на методе конечных разностей [2]. Обе модели полагаются преимущественно на эмпирические коэффициенты, представленные в теории турбулентных струй. Это ставит под сомнение точность вычислений при определённых геометрических и кинематических отличиях эрлифтных биореакторов-осветлителей от объектов, исследования которых сформировали значения применяемых коэффициентов. Это делает актуальным поиск новых путей теоретического определения гидродинамических параметров эрлифтных биореакторов-осветлителей.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Представить теоретическое описание турбулентных потоков без применения эмпирических поправок на сегодняшний день не представляется возможным. Несмотря на это, методами вычислительной гидродинамики с высокой точностью решается широкий спектр задач, в том числе по вычислению гидродинамических параметров сооружений очистки сточных вод. Теоретическое испытание различных усовершенствований эрлифтных биореакторов осуществлялось А. Ю. Лучиной и Ф. В. Недопёкиным при помощи пакета программ ANSYS [3], М. Аль-Машхадани, С. Вилкинсоном и У. Зиммерманом с использованием программного обеспечения COMSOL Multiphysics [4] и многими другими учёными с применением различных программ. Применение программных комплексов вычислительной гидродинамики для теоретического описания процессов в эрлифтных биореакторах-осветлителях до настоящего времени не освещалось в научной литературе.

Ключевым моментом при расчёте турбулентных течений является выбор модели турбулентности, наиболее подходящей для конкретных условий. При моделировании в программном комплексе FlowVision обтекания тела потоком рекомендуется применять стандартную $k-\epsilon$ (KES), квадратичную $k-\epsilon$ (KEQ) или SST-модель [5].

ЦЕЛИ

Провести расчёт величин и направлений скоростей течения жидкости в пределах расчётной области 7 (рис. 1) эрлифтного биореактора-осветлителя при помощи программного комплекса FlowVision. На основании полученных результатов определить наиболее приемлемую для проведения дальнейших теоретических исследований модель турбулентности.

ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

Для проведения расчётов построена 3D-модель биореактора-осветлителя (рис. 1 б). Фиксирование гидродинамических параметров осуществлялось в характерных вертикальных сечениях № 1 и № 2. В качестве исходных расчётных параметров принято нулевое значение расхода в сечении выхода осветлённой жидкости 8 и массовая скорость $11 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$ в сечении входа циркуляционного потока в расчётную область 7 (рис. 1 в). Это соответствует интенсивности циркуляции [1] в самом узком сечении между козырьком и стенкой затопленного эрлифта $I_{\text{ц}} = 200 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$. Принята интенсивность турбулентности 0,1 и масштаб турбулентности 0,0095 (из расчёта равенства максимального размера вихря ширине подкозырьковой зоны).

На рисунке 2а представлены результаты вычислений величин скоростей в сечении № 1 программным комплексом FlowVision. Анализ результатов говорит о нецелесообразности применения SSE и KES моделей, поскольку вблизи сечения выхода осветлённой жидкости образуются значительные скорости при отрыве от остальных интенсивных потоков. Полученные величины не обоснованы и не соответствуют реальным токам в эрлифтном биореакторе-осветлителе при отсутствии нагрузки на осветлитель. $k-\epsilon$ модель FlowVision (KEFV) и KEQ дают сравнительно правдоподобные результаты.

На рисунке 2в представлены результаты вычислений в контрольном сечении № 2. При использовании турбулентной модели KEFV наблюдается нисходящий поток в области фактического образования восходящего течения водоворотной зоны. Это говорит о нецелесообразности применения данной модели для моделирования эрлифтного биореактора-осветлителя. В случае применения турбулентной модели KEQ получаемые в FlowVision векторы скоростей отражают результаты испытаний

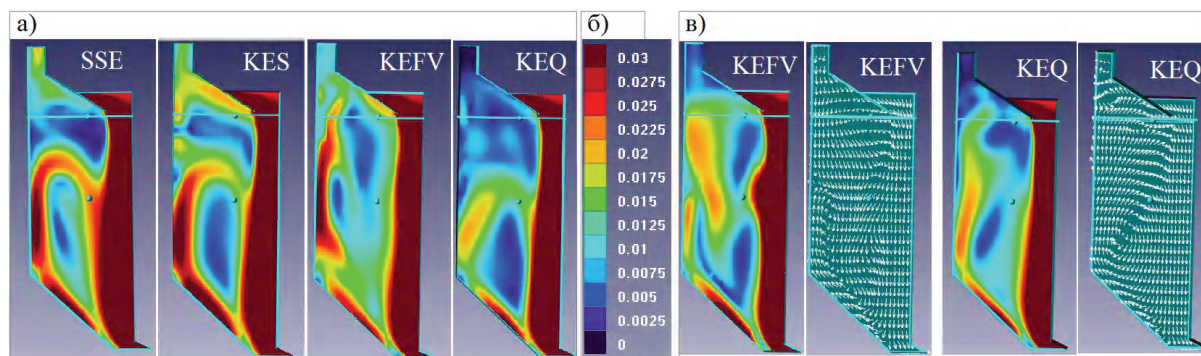


Рисунок 2 – Результаты вычислений: а) величины скоростей в сечении № 1; б) обозначение величины скорости, м/с; в) величины и направления скоростей в сечении № 2.

физической модели. Нисходящие и восходящие токи в пределах расчётной области разделены условной линией, которая соответствует описанной в теории турбулентных струй границе между затопленной струей и встречным потоком, который образуется за плохообтекаемым телом. Таким образом, применение программного комплекса FlowVision для моделирования движения жидкости в эрлифтном биореакторе-осветлителе целесообразно при использовании квадратичной k - ϵ модели турбулентности.

ВЫВОД

Программный комплекс FlowVision является весьма перспективным средством при изучении гидродинамических процессов. Определено, что наиболее точно параметры водоворотной зоны эрлифтного биореактора-осветлителя характеризует квадратичная k - ϵ модель турбулентности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Permissible parameters for the circulation rate of the sludge mixture in airlift reactor-clarifier with suspended layer / V. Nezdoimov, D. Zavorotnyi, V. Rozhkov, P. Deminov. – Текст : электронный // MATEC Web of Conferences – 2018. – Vol. 245. – URL : <https://doi.org/10.1051/mateconf/201824511009> (дата обращения: 11.03.2021).
2. Математическое описание гидродинамических параметров эрлифтного биореактора-осветлителя / В. И. Нездойминов, Н. Н. Голоденко, Д. В. Заворотный, О. В. Майстренко. – Текст : непосредственный // Вестник Донецкого национального университета. Сер. Г. Технические науки. – 2020. – № 1. – С. 84–96.
3. Лучина, А. Ю. Биологическая очистка сточных вод в аэротенках с затопленной пневматической системой аэрации / А. Ю. Лучина, Ф. В. Недопекин. – Текст : электронный // Вестник Донецкого национального университета. Сер. Г. Технические науки. – 2018. – № 3. – С. 68–75. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=37219938> (дата обращения: 11.03.2021).
4. Al-Mashhadani, M. K. H. Airlift bioreactor for biological applications with microbubble mediated transport processes / M. K. H. Al Mashhadani, S. J. Wilkinson, W. B. Zimmerman. – Текст : непосредственный // Chemical Engineering Science. – 2015. – Vol. 137. – P. 243–253. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.ces.2015.06.032> (дата обращения: 11.03.2021).
5. Субботина, П. М. Применение различных моделей турбулентности для задач внешнего обтекания в программном комплексе FlowVision / П. М. Субботина, А. С. Шишаева. – Текст: электронный // Современные технологии – в промышленность. – 8 с. – URL: https://tesis.com.ru/infocenter/downloads/flowvision/fv_es08_turbul.pdf (дата обращения: 11.03.2021).

Получена 27.04.2021

Д. В. ЗАВОРОТНИЙ, О. М. УВАРОВА, Т. В. ПАНЬКОВА
ЗАСТОСУВАННЯ ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ FLOWVISION ДЛЯ
МОДЕЛЮВАННЯ РУХУ РІДИНИ В ЕРЛІФТНОМУ БІОРЕАКТОРІ-
ОСВІТЛЮВАЧІ

ДОО ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»

Анотація. У статті надано аналіз існуючих математичних моделей ерліфтних біореакторів-освітлювачів. Представлена конструкція та принцип дії дослідженої споруди з біологічної очистки стічних

вод. Виконано стислий огляд застосування програми обчислювальної гідродинаміки для теоретичного дослідження руху рідинних та водоповітряних потоків в ерліфтних біологічних реакторах. За допомогою програмного комплексу FlowVision вчислені гідродинамічні параметри потоків в ерліфтному біореакторі-освітлювачі. Представлені результати розрахунків при відсутності навантаження на освітлювач та інтенсивності циркуляції $200 \text{ м}^3/(\text{м}^2\cdot\text{год})$ для різних напівемпіричних моделей турбулентності: стандартна k-ε модель, квадратична k-ε модель, SST-модель, k-ε модель FlowVision. Визначена турбулентна модель, яка найбільш точно відображає параметри водоворотної зони ерліфтного біореактора-освітлювача.

Ключові слова: ерліфтний біореактор, освітлювач, обчислювальна гідродинаміка, модель турбулентності, очистка стічних вод.

DMITRII ZAVOROTNYI, UVAROVA ALEXANDRA, PANKOVA TATYANA
APPLICATION OF THE «FLOWVISION» SOFTWARE COMPLEX FOR
SIMULATION OF FLUID MOTION IN AIRLIFT BIOREACTOR-CLARIFIER
Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

Abstract. The article a analysis of the existing mathematical models of airlift bioreactors-clarifiers have been presented. The design and principle of operation of the investigated biological wastewater treatment facility are presented. A brief review of the application of computational fluid dynamics programs for the theoretical study of the motion of liquid and water-air flows in airlift biological reactors is carried out. Hydrodynamic parameters of flows in the airlift bioreactor-clarifier were calculated by a software package «FlowVision». The results of calculations in the absence of a load on the clarifier and a circulation rate of $200 \text{ м}^3/(\text{м}^2\cdot\text{h})$ for various semi-empirical turbulence models are presented: standard «k-ε» model, «quadratic k-ε» model, SST-model, «k-ε FlowVision» model. Has been determined the semi-empirical turbulent model, which most accurately characterizes the parameters of the eddy zone of the airlift bioreactor-clarifier.

Key words: airlift bioreactor, clarifier, computational fluid dynamics, turbulence model, waste water treatment.

Заворотный Дмитрий Викторович – кандидат технических наук, доцент кафедры водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: водоотведение, механика жидкости и газа.

Уварова Александра Михайловна – магистрант ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: очистка сточных вод.

Панькова Татьяна Витальевна – магистрант ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: очистка сточных вод.

Заворотний Дмитро Вікторович – кандидат технічних наук, доцент кафедри водопостачання, водовідведення та охорони водних ресурсів ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: водовідведення, механіка рідини та газу.

Уварова Олександра Михайлівна – магістрант ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: очистка стічних вод.

Панькова Тетяна Віталіївна – магістрант ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: очистка стічних вод.

Zavorotnyi Dmitrii – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Water Supply, Sanitation and Water Conservation Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: sewerage, mechanics of fluids.

Uvarova Alexandra – master's student of Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: wastewater treatment.

Pankova Tatyana – master's student of Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: wastewater treatment.

UDC 539.3

TUKEZBAN CAFAR HASANOVA, TURAL SHAKIR MAMMEDLI

Azerbaijan University of Architecture and Construction (AZUAC), Azerbaijan, Baku

MONITORING AND EARTHQUAKE ENGINEERING STUDIES OF HIGH-RISE BUILDING FROM DATA ACQUISITION OF AN SEISMOMETRIC STATION

Abstract. The free oscillations of the surface layers play a key role in the formation of oscillation processes of ground during of an earthquake. It is important to record of ground oscillations movement during earthquakes. A seismic wave propagating from the hypocenter of an earthquakes creates ground vibrations on the surface of the earth with the greatest period. It creates new oscillations of the construction on the ground. During earthquake the seismic waves propagates through the ground and the construction. Engineer-seismometric stations are equipped with an additional «wind-standby» mode, which is parallel to the main system. This system provides accurate information about the oscillatory motion of the observation object under strong winds by recording and provides the ability to analyze the building's dynamic parameters depending on the intensity of the wind.

Key words: seismic wave, data acquisition, dynamic parameters, oscillations, seismoreceivers.

Over the last decades, many unique buildings, including skyscrapers buildings in Azerbaijan, have been designed and built by world-renowned European, American and East Asian companies.

Therefore, it is of utmost importance to obtain information about the nature and main parameters of seismic waves that may occur in our area and adjacent regions as well as to determine the seismic stability of exploitation structures. Dynamic research is crucial to determine the stability of buildings and structures.

Theoretical calculations of the period of free oscillation based on the rigidity, mass, geometrical dimensions and shape of load-bearing structures of buildings are based on a minimum assumption.

At present one of the important issues is the determination of dynamical parameters of multi-storey buildings built in Baku. Based on a comparison of dynamic parameters of the buildings determined by experimental methods with the normative dynamics parameters we can have some opinion on their earthquake durability and condition.

The purpose of the research is to make changes in the actual dynamic parameters of the building during strong winds and earthquakes.

The main purpose of the engineer-seismometric service is to collect information about the effect of the physical and mechanical properties of the ground during the transmission of the seismic wave to the base of the building, reaction of the building to the wave.

Practical significance of the research- as a result of the latest data from the engineer seismometric station to collect the follow data acquisition:

- for calculations of seismic loading of building for seismic impact;
- dynamic characteristics of the building;
- seismic properties of the underlying rocks;
- form of deformation of a building during earthquakes;
- the influence of the self-deposited time constants and the physical mechanical parameters of the rocks on the intensity of the oscillations.

The data obtained from engineer-seismometric stations allow for the evaluation of separate oscillation movements of the bases and buildings.

Two seismic sensors will be installed in the ground area of the building, one horizontal and the other one vertical, on the 1st, 6th and 12 th floors, it is planned to install one seismic sensor (Figure 1, 2). Twice a month, tests will be carried out in the building using the «wind-standby» system installed at the engineer seismometric



Figure 1 – Location of seismoreceivers.

station, which turns on when strong winds, and the data acquisitions from the seismoreceivers will be transmitted through a computer and the oscillations seismograms and spectras will be analyzed.

The results will be compared with previous results and the problems of distribution of stiffness in the building and earthquake resistance will be investigated. This system allows simultaneous recording of displacement of several floors of a building. The «wind-standby» system works regardless of the «earthquake-standby» system.

The engineer seismometric station will be monitored in parallel with both systems («earthquake-standby» and «wind-standby»). It is planned to study and analysis of data acquisition of seismic receivers and changes of dynamic parameters of the building twice a month. Recordings of the oscillation movement of the «ground-building» system of the observation object due the effects of different speed winds will be investigate. It allows to take into

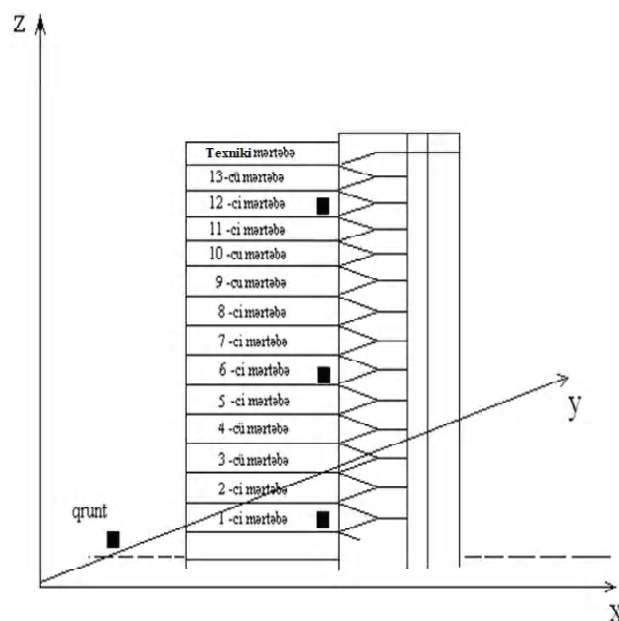


Figure 2 – Location of seismoreceivers.

account the elastic-plastic properties of the base when calculating the estimated value of the building's free oscillations period and also allows the accuracy of the results obtained. The data obtained from the engineer-seismometric stations allow to determine the values of oscillations of the base and building during the earthquake. The seismometric station is in automatic mode, taking into account accidental earthquakes. Twice a month the data from seismic receivers will be analyzed and values of free oscillations periods will compare with previous values (figure 3). As a result, the changes in a stiffness is of the buildings structural elements and the buildings durability. Sensitive piezoelectric seismic sensors are used to record weak, medium and strong earthquakes at the engineering-seismometric observation station. One horizontal and one vertical seism receivers will be locate on the base of the observation object.

Results of the research: Based on the data acquisition obtained from engineer seismometric station, if the resistance of the building was weakened, it would be advisable to undertake the above mentioned engineer activities the research conducted.



Figure 3 – Connection of channels of seismic sensors to a computer.

response of designed and operated buildings. The use of the wind effect allows conduct the dynamic inspection of the buildings more promptly, accurate recording of the effects of the properties of the soil on the dynamic parameters of the buildings.

3. It is intended to predict the frequency composition of the ground oscillations to ensure the building's earthquake resistance.

Prevent damage of buildings during earthquakes, less damage to the building – as a result of research this can be achieved through empowerment and reconstruction.

Pollution and environmental damage are prevented, dust does not spread, and air is not contaminated.

As a result of the experiments, the spread of the seismic wave on the floors of the building is low. This also gives reason to say that the strength of the concrete from the bottom to the top is negligible. Other words, grade of concrete is practically not changed all height of the building.

Dynamic parameters of the building change as a result of numerous accidental natural events and etc. (earthquakes, vibrations, strong winds, overload). Therefore, after a certain period of time, it may be important to repeat the dynamic tests for this building and compare the dynamic parameters with the previous parameters. This allows re-evaluating the earthquake duration after the exploitation of the office building for a certain period of time.

REFERENCES

1. Comparison of the dynamic parameters extracted from weak, moderate and strong motion recorded in buildings / P. Gueguen, P.-Y. Bard, J. Rodger, Mehmet Çelebi. – Текст : непосредственный // First European Conference on Earthquake Engineering and Seismology, Geneva, Switzerland, 3–8 September 2006. – Geneva : [s. n.], 2006. – P. 1–7.
2. Mammadov, Sh. A. On an experimental method for investigating the dynamic parameters of multi-storey buildings at vibrating seismic loadings / Sh. A. Mammadov, T. J. Hasanova. – Текст : непосредственный // Catalogue of seismoprognois observations in the territory of Azerbaijan ; National Academy of Sciences of Azerbaijan, Republican Center of Seismological Service. – 2012. – P. 548–551.
3. Поляков, С. В. Сейсмостойкие конструкции зданий / С. В. Поляков. – Москва : Высшая школа, 1983. – 303 с. – Текст : непосредственный.
4. Çelebi, M. Dynamic characteristics of tall buildings during strong and low-amplitude motions / M. Çelebi. – Текст : непосредственный // The Structural Design of Tall Buildings. – 1993. – № 2. – P. 1–15.
5. Real-time seismic monitoring needs of a building owner and the solution – A cooperative effort / M. Çelebi, A. Sanli, M. Sinclair [et al.]. – Текст : непосредственный // Earthquake Spectra. – 2004. – Volume 20, issue 2. – P. 333–346.

Получена 30.04.2021

Т. Д. ГАСАНОВА, Т. Ш. МАММЕДЛИ
МОНИТОРИНГ И ИНЖЕНЕРНЫЕ СЕЙСМОЛОГИЧЕСКИЕ
ИССЛЕДОВАНИЯ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ НА ОСНОВЕ СБОРА ДАННЫХ
СЕЙСМОМЕТРИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ

Азербайджанский архитектурно-строительный университет, Азербайджан, Баку

Аннотация. Свободные колебания поверхностных слоев играют ключевую роль в формировании колебательных процессов грунта при землетрясении. Важно регистрировать движение колебаний грунта при землетрясениях. Сейсмическая волна, распространяющаяся от гипоцентра землетрясения, создает вибрации грунта на поверхности земли с наибольшим периодом, что создает новые колебания конструкции на земле. Во время землетрясения сейсмические волны распространяются через землю и конструкции. Инженерно-сейсмометрические станции оснащены дополнительным режимом «ветро-резервный», параллельным основной системе. Эта система предоставляет точную информацию о колебательном движении объекта наблюдения при сильном ветре путем записи и дает возможность анализировать динамические параметры здания в зависимости от силы ветра.

Ключевые слова: сейсмическая волна, сбор данных, динамические параметры, колебания, сейсμοприемники.

Т. Д. ГАСАНОВА, Т. Ш. МАММЕДЛИ
МОНИТОРИНГ ТА ІНЖЕНЕРНІ СЕЙСМОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ
ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ НА ОСНОВІ ЗБОРУ ДАНИХ СЕЙСМОМЕТРИЧНОЇ
СТАНЦІЇ

Азербайджанський архітектурно-будівельний університет, Азербайджан, Баку

Анотація. Вільні коливання поверхневих шарів відіграють ключову роль у формуванні коливальних процесів ґрунту під час землетрусу. Важливо реєструвати рух коливань землі під час землетрусів. Сейсмічна хвиля, що поширюється з гіпоцентра землетрусів, створює на поверхні землі коливання землі з найбільшим періодом, що створює нові коливання конструкції на землі. Під час землетрусу сейсмічні хвилі поширюються через землю та конструкції. Інженерно-сейсмометричні станції оснащені додатковим режимом «очікування вітру», який паралельний основній системі. Ця система забезпечує точну інформацію про коливальний рух об'єкта спостереження у разі сильного вітру шляхом реєстрації та забезпечує можливість аналізу динамічних параметрів будівлі залежно від інтенсивності вітру.

Ключові слова: сейсмічна хвиля, збір даних, динамічні параметри, коливання, сейсμοприймачі.

Гасанова Тукезбан Джафар – доцент кафедри експлуатації і реконструкції зданий и сооружений Азербайджанского университета архитектуры и строительства. Научные интересы: сейсмика и инженерные исследования землетрясений.

Маммедли Турал Шакир – докторант кафедри експлуатації і реконструкції зданий и сооружений Азербайджанского университета архитектуры и строительства. Научные интересы: сейсмика и инженерные исследования землетрясений.

Гасанова Тукезбан Джафар – доцент кафедри експлуатації і реконструкції будівель і споруд Азербайджанського університету архітектури і будівництва. Наукові інтереси: сейсміка і інженерні дослідження землетрусів.

Маммедлі Турал Шакір – докторант кафедри експлуатації і реконструкції будівель і споруд Азербайджанського університету архітектури і будівництва. Наукові інтереси: сейсміка і інженерні дослідження землетрусів.

Hasanova Tukezban Cafar – Ph. D., Assistant Professor, Exploitation and Reconstruction of Buildings and Constructions Department, Azerbaijan University of Architecture and Construction, Azerbaijan, Baku. Scientific interests: seismic and earthquake engineering studies.

Mammedli Tural Shakir – Doctoral Student, Exploitation and Reconstruction of Buildings and Constructions Department, Azerbaijan University of Architecture and Construction, Azerbaijan, Baku. Scientific interests: seismic and earthquake engineering studies.

УДК 692.214:699.244

Н. Г. ПРИЩЕНКО, Т. А. ЧЕРНЫШЕВА, А. А. ТРУСКАЛОВА, Б. В. НИКАНДРОВ
ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

РАЗРАБОТКА СТРОИТЕЛЬНО-АКУСТИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЗАЩИТЕ СЕЛИТЕБНОЙ ТЕРРИТОРИИ ОТ ШУМА ИСТОЧНИКОВ ТОРГОВО-РАЗВЛЕКАТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА

Аннотация. Статья посвящена проблеме обеспечения оптимальной, с позиций акустики и экономики, защиты от шума оборудования систем вентиляции и кондиционирования воздуха. При оценке и прогнозировании шумового режима на селитебной территории и при выборе оптимальных комплексов строительно-акустических мероприятий используют стандартные методики выполнения расчетов и проектирования систем шумоглушения. Основными источниками шума торгово-развлекательного комплекса «Донецк-Сити – 2» являются системы вентиляции и кондиционирования воздуха, расположенные в венткамерах и на покрытии здания. Всего выявлено 77 источников шума. По технической документации фирм-изготовителей определены шумовые характеристики оборудования ТРК «Донецк-Сити – 2». На основе теоретических расчетов в четырех точках на селитебной территории суммарные уровни звука превышают нормативные величины: для дневного времени суток на 0,9 дБА в расчетной точке РТЗ, а ночью во всех расчетных точках от 3,6 до 9,8 дБА. С целью снижения шума до нормативных величин для каждого источника разработаны шумозащитные конструктивные решения (акустические укрытия и камерные глушители).

Ключевые слова: шум, шумовой режим, дБ, дБА, шумозащитные конструктивные решения, акустические укрытия, камерный глушитель.

ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ

Интенсивное шумовое загрязнение селитебных территорий является одной из проблем, оказывая неблагоприятное воздействие на человека, вызывая стрессы, повышая утомляемость и снижая работоспособность. В последнее время в городах наблюдается тенденция уплотнения застройки, размещения на минимальных расстояниях от жилых зданий крупных торгово-развлекательных комплексов, в которых по технологическим требованиям находятся системы воздушного отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха (ОВК). При проектировании систем ОВК в таких зданиях практически не выполняются акустические расчеты. В результате наружные блоки данных систем, расположенные на внешних поверхностях стен и покрытий зданий, излучают шум, в основном превышающий нормативные уровни на селитебных территориях.

Эффективным способом борьбы с шумом является ослабление его в источнике возникновения, однако часто это технически сложно или требует значительных финансовых затрат. Поэтому единственным способом является снижение шума на пути от источника до расчетных точек на селитебной территории за счет использования акустических экранов и глушителей шума.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Методики расчетов и проектирования систем шумоглушения вентиляции, кондиционирования воздуха и воздушного отопления, рекомендованные в нормативных документах [2, 3, 4, 6], используются в практической деятельности при выборе оптимальных комплексов строительно-акустических мероприятий. Действующими нормами и правилами предписано, что в проектах должны быть предусмотрены мероприятия по защите от шума оборудования, используемого для жизнеобеспечения человека. К числу такого оборудования относятся системы ОВК.

Проблемы защиты зданий и территорий жилой застройки от воздушного шума систем ОВК рассмотрены в научных трудах М. В. Анисимова, Ю. Н. Кузнецова, М. Ю. Лешко, А. В. Сидорина, S. A. Cummer, J. Christensen, A. Alù, Malkolm J. Crocker [1, 5, 8, 9, 10, 11].

Анализ существующих нормативных требований по обеспечению уровней шумового воздействия от систем вентиляции зданий дан в работе [1], где описан акустический расчет на примере проектирования крышной вентиляции для общежития в г. Томске. В работе [8] отмечается, что наружные блоки систем ОВК, располагаясь на фасадах и кровле зданий, излучают воздушный шум на прилегающую застройку, поэтому из-за конструктивных особенностей этого оборудования набор методов и средств, пригодных для снижения шума, весьма ограничен и экранирование указанных агрегатов является практически единственным средством снижения шума.

Следует отметить, что в каждом конкретном случае акустическая эффективность экранов зависит от их конструктивного решения, расстояния между экраном и источником, от высоты расположения расчетной точки и расстояния от нее до экрана. При этом остается еще ряд вопросов, без решения которых нельзя обеспечить нормативный шумовой режим.

ЦЕЛЬ

Разработка конструктивных решений акустических укрытий и глушителей по уменьшению шума на селитебной территории от источников шума торгово-развлекательного комплекса «Донецк-Сити – 2» на основании результатов численных исследований.

ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

Торгово-развлекательный комплекс «Донецк-Сити – 2» (ТРК «Донецк-Сити – 2») расположен на территории жилой застройки. Ближайшими являются четыре жилых дома. По результатам проведенного исследования определены основные источники шума торгово-развлекательного комплекса, которыми являются системы вентиляции и кондиционирования воздуха, расположенные в вентиляционных камерах №№ 1 – 6 и на покрытии ТРК «Донецк-Сити – 2». Всего определено 77 источников шума. Согласно методике, в ранее указанных нормативных документах, определены расчетные точки РТ1, РТ2, РТ3 и РТ4, находящиеся на уровне окон пятого этажа на расстоянии 2 м от фасадов жилых домов.

Градостроительная ситуация существующей селитебной территории с расположением источников шума и схемы расположения расчетных точек представлены на рис. 1 и 2.

Определено, что на уровне шума в расчетных точках оказывают влияние 25 источников, остальные источники экранируются зданием ТРК «Донецк-Сити – 2», поэтому в расчетах не учитываются.

Расчетные точки и источники шума находятся на территории жилой застройки и расстояние между ними составляет больше удвоенного максимального размера источника шума (рис. 2). Поэтому уровни звука в расчетных точках следует определять в соответствии с [4].

Шумовые характеристики оборудования приняты согласно технической документации фирм-изготовителей и приведены в табл. 1.

Измеренные уровни звука и уровни звукового давления в вентиляционных камерах № 5 и № 6 на отметке 20,4 м приведены в табл. 2.

Используя данные шумовых характеристик оборудования, расстояние между расчетными точками и источниками шума ТРК «Донецк-Сити – 2» в соответствии с методикой [4] определяем расчетные уровни звука в расчетных точках РТ1 – РТ4.

Суммарные уровни звука от оборудования определяются методом энергетического суммирования в соответствии с прил. А [4].

Результаты расчетов уровней звука в расчетных точках РТ1–РТ4 приведены в табл. 3.

Допустимые уровни звука на территории, непосредственно прилегающей к жилым зданиям для дневного времени суток составляют 55 дБА, а ночью – 45 дБА [2]. Для шума, создаваемого на территориях системами ОВК, допустимые уровни должны быть приняты на 5 дБ ниже (поправка $\Delta = -5$ дБА) [2]. Таким образом, окончательно с учетом поправок допустимые уровни звука на селитебной территории, примыкающей к ТРК «Донецк-Сити – 2», для дневного времени суток составляют 50 дБА, а ночного – 40 дБА.

Анализ результатов расчета уровней звука на селитебной территории показал (табл. 3), что уровни звука в расчетных точках РТ1–РТ4 превышают нормативные величины [2].

На шумовой режим в расчетной точке РТ1 оказывает влияние девять источников. Основной вклад в шумовой режим вносят источники В49, К4, В42. Суммарные уровни в дневное время суток составляют

49,2 дБА, а для ночного – 47,2 дБА. Таким образом, для дневного времени суток уровни шума не превышают нормативных величин, а для ночного – превышают на 7,2 дБА.

На шумовой режим в расчетной точке РТЗ оказывает влияние 12 источников. Основной вклад в шумовой режим вносят источники П16, В48, К1, К2, К5. Суммарные уровни в дневное время суток составляют 50,9 дБА и превышают нормативные величины на 0,9 дБА, а для ночного – 49,8 дБА, превышение составляет 9,8 дБА.

На шумовой режим в расчетной точке РТ4 оказывает влияние 12 источников. Основной вклад в шумовой режим вносят источники ПВ1, ПВ3, ПВ5, ПВ9, П10, П11, П16, В24, К5. Суммарные уровни в дневное время суток составляют 48,2 дБА и не превышают нормативные величины, а для ночного – 43,6 дБА, превышение нормативных величин на 3,6 дБА.

Для снижения шума источников В49, В42, К4, ХА1, В48, К1, К2, К5, В24, расположенных на покрытии ТРК «Донецк-Сити – 2», необходимо применить акустические экраны (укрытия). Схема расположения акустических экранов приведена на рис. 3.

Снижение уровня звука акустическим экраном (укрытием) определяем в зависимости от источника шума и числа Френеля N в соответствии с п. 9.1 [3]:

где δ – разница длины пути звукового луча;
 λ – расчетная длина звуковой волны, которую принимают для источников шума в середине застройки жилых зданий – 0,21 м.

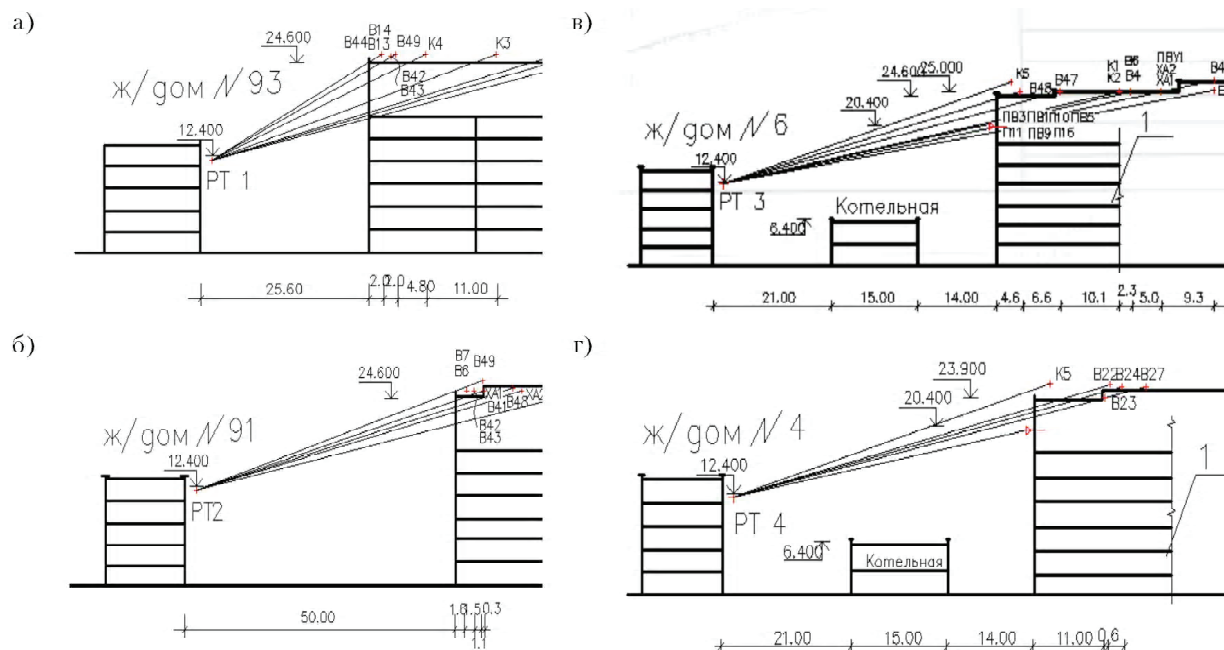


Рисунок 2 – Схемы расположения расчетных точек PT1 – PT4: а) дом № 93; б) дом № 91; в) дом № 6; г) дом № 4; 1 – торгово-развлекательный комплекс «Донецк-Сити – 2».

Таблица 1 – Уровни звуковой мощности и уровни звукового давления источников шума системы вентиляции и системы кондиционирования воздуха ТРК «Донецк-Сити – 2»

Обозначение системы (источники шума)	Тип установки, агрегата	Вентилятор, кондиционер	Уровни звуковой мощности, дБА	Уровни звукового давления, дБА
П10	Novenco	ZCN 18/12	76	–
П11	Novenco	ZCN 13/8	78	–
П16	Novenco	ZCN 13/6	79	–
ПВ1	Rosenberg	ZCN 18/18	87	–
ПВ3	Novenco	ZCN 18/12	78	–
ПВ5	Novenco	ZCN 13/8	80	–
ПВ9	Novenco	ZCN 18/12	78	–
B22	Rosenberg	UNO 80-630-6D	83	–
B23	Rosenberg	UNO 80-630-6D	83	–
B24	Rosenberg	UNO 80-630-6D	83	–
B27	Rosenberg	UNO 120-710-6D	86	–
B41	Rosenberg	R 250 L	68	–
B42	Rosenberg	UNO 67-450-4D	80	–
B43	Rosenberg	R 250 L	68	–
B44	Rosenberg	R 315	71	–
B47	Rosenberg	UNO 80-630-6D	83	–
B48	Rosenberg	UNO 80-630-6D	83	–
B49	Rosenberg	UNO 80-630-6D	83	–
K1-K4	YORK	D51C300G	–	69
K5 (8 шт.)	GUNTNER	2xGVV100.2B/2-E(D).E	74	–
XA1		SRAD/BT-2402	84	–

Для снижения шума источников ПВ1, П10, П16, ПВ3, П11, ПВ9, ПВ5, расположенных в венткамерах ТРК «Донецк-Сити – 2», необходимо применить камерные глушители. Схема их расположения приведена на рис. 3.

Таблица 2 – Измеренные уровни звука и уровни звукового давления в вентиляционных камерах № 5 и № 6 на отметке 20,4 м

Обозначение системы	Уровни звукового давления в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, дБ								Уровни звука, дБА
	63	125	250	500	1 000	2 000	4 000	8 000	
П10	73	78	81	77	73	65	59	50	78
П11	75	75	76	75	71	63	59	49	76
П16	78	78	79	78	74	66	62	52	79
ПВ1	81	83	88	87	82	77	67	59	87
ПВ3, ПВ9	76	77	78	75	73	66	61	51	78
ПВ5	81	82	81	77	76	69	63	54	80

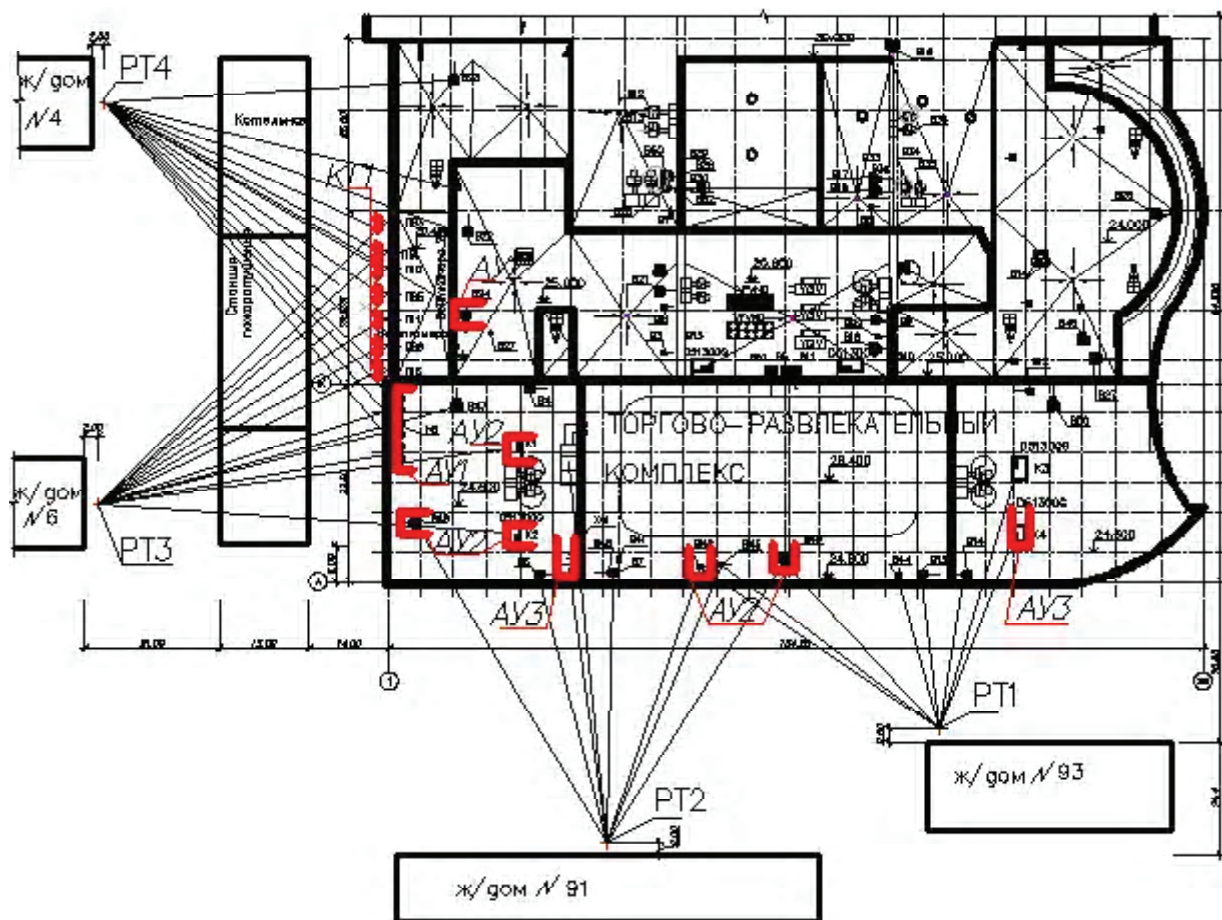


Рисунок 3 – Схема расположения источников шума, акустических укрытий АУ1 – АУ3и камерных глушителей КГ1.

Расчет камерного глушителя для воздухозаборного устройства размером 1×1 м выполнен согласно п. 7.13 [6].

$$\Delta L_p = 10 \lg \left[\frac{1}{F_{\text{вых}} \left(\frac{\cos \theta}{2\pi d^2} + \frac{1-\alpha}{\alpha S} \right)} \right], \quad (2)$$

где $F_{\text{вых}}$ – площадь выходного (по ходу звука) отверстия камеры, м²;
 α – реверберационный коэффициент звукопоглощения облицовки внутренних поверхностей камеры;

Таблица 3 – Сводная таблица расчета уровней звука в дБА в расчетных точках РТ1 – РТ4

Номер расчетной точки РТ-п	Номер источника звука Ип	Обозначение на плане	Тип оборудования	Уровень звуковой мощности оборудования, дБА	Уровень звука на расстоянии дБА	Расстояние, м	Снижение уровня звука расстоянием дБА	Снижение уровня звука экраном дБА	Эффективная высота экрана h+ф	Уровень звука в расчетной точке, дБА	Суммарный уровень звука дБА	Примечание
m	n			L_p	$L_{Aэкв}$	r_{m-n}	$\Delta L_{Aрас}$	$\Delta L_{Aэкp}$		$L_{Aтер}$	$L_{A РТmcyM}$	
РТ1	1**	B13	UNO 67-450-4E	81		30	29,5			43,5	49,2 (7 ⁰⁰ -22 ⁰⁰)	стоянка
	2**	B14	A20-08 FIAD 02	77		30	29,5			39,5		стоянка
	3	B44	R 315	71		30,8	29,8			33,2	47,2 (22 ⁰⁰ -7 ⁰⁰)	экрaн-парапет
	4	B49	UNO 80-630-6D	83		41	32,2			42,8		экрaн-парапет
	5	K4	D51C		69(5 м)	34,7	6,2	22*	2,9	43,9		
	8	B42	UNO 67-450-4D	80		49,8	33,9			38,1		
	9	B43	R 250 L	68		47,6	33,5			26,5		
РТ2	1**	B6	A20-08 FIAD 02	77		51,7	34,3			34,7	46,6 (7 ⁰⁰ -22 ⁰⁰)	
	2**	B7	UNO 67-500-4D	84		54,4	34,7			41,3		
	3	B41	R 250 L	68		53,2	34,5			25,5	44,6 (22 ⁰⁰ -7 ⁰⁰)	
	4	B42	UNO 67-450-4D	80		55,1	34,8			37,2		
	5	B43	R 250 L	68		55,2	34,8			25,2		
	6	B49	UNO 80-630-6D	83		60,3	35,6			39,4		
	7	XA1	SRAD/BT-2402	84		54	34,6			41,4		
РТ3	8	B48	UNO 80-630-6D	83		67,3	36,6	15*	1,7	23,4		экрaн-парапет
	1**	ПВ3	ZCN 18/12	78		67	36,5			33,5	50,9 (7 ⁰⁰ -22 ⁰⁰)	
	2**	ПВ1	ZCN 18/18	87		64	36,1			42,9		
	3	П10	ZCN 18/12	78		62,2	35,9			34,1	49,8 (22 ⁰⁰ -7 ⁰⁰)	
	4**	ПВ5	ZCN 18/10	80		59,2	35,4			36,6		
	5	П11	ZCN 13/8	76		57,2	35,1			32,9		
	6	ПВ9	ZCN 18/12	78		55,2	34,8			35,2		
	7	П16	ZCN 13/6	79		53,4	34,5			36,5		
	8	B47	UNO 80-630-6D	83		62	35,8	18*	2,3	21,2		экрaн-парапет
	9	B48	UNO 80-630-6D	83		53,7	34,6			40,4		
	10	K1	D51C300G		69 (5 м)	70,5	7,4	18*	5,5	43,6		экрaн-парапет
РТ4	11	K2	D51C300G		69 (5 м)	70,5	7,4	18*	5,5	43,6		экрaн-парапет
	12	K5	2xGVV 100.2B/2-E(D).E	83		54,5	30,8			44,2	48,2 (7 ⁰⁰ -22 ⁰⁰)	
	1**	ПВ3	ZCN 18/12	78		52,7	34,4			35,6		
	2**	ПВ1	ZCN 18/18	87		54,7	34,8			44,2	43,6 (22 ⁰⁰ -7 ⁰⁰)	
	3	П10	ZCN 18/12	78		56,2	35			35		
	4	П11	ZCN 13/8	76		60,8	35,7			32,3		
	5	ПВ9	ZCN 18/12	78		63,6	36,1			34		
	6	П16	ZCN 13/6	79		66,3	36,4			34,6		
	7**	ПВ5	ZCN 13/8	80		58,4	35,3			36,7		
	8**	B22	UNO 80-630-6D	83		61,7	35,8			39,2		
	9	B23	UNO 80-630-6D	83		59,5	35,5	18*	2,31	21,5		экрaн
	10	B24	UNO 80-630-6D	83		69,1	36,8			38,2		
	11	B27	UNO 120-710-6D	86		74,3	37,4	18*	2,2	22,6		
	12	K5	2xGVV 100.2B/2-E(D).E	83		74,3	37,4			37,6		

* Снижение уровня звука стеной с парапетом ТРК «Донецк-Сити – 2».

** Оборудование работает только в дневное время суток (700–2 200).

S – площадь поверхностей стенок камеры, м²;

d – расстояние между геометрическими центрами входного и выходного отверстий, м;

θ – угол, который составляет направление оси d с перпендикуляром относительно выходного отверстия, град.

Снижение уровня шума данным камерным глушителем составляет 13,7 дБА.

Уровни звука в расчетных точках после применения строительно-акустических методов снижения шума приведены в табл. 4.

Таблица 4 – Сводная таблица расчета уровней звука в дБА в расчетных точках РТ1, РТ2, РТ3, РТ4 после применения строительно-акустических методов снижения шума

Номер расчетной точки РТ-п	Номер источника звука $I_{п}$	Обозначение на плане	Уровень звуковой мощности оборудования, дБА	Расстояние, м	Уровень звука в расчетной точке дБА	Снижение уровня звука экраном дБА	Эффективная высота экрана $h+ф$	Уровень звука в расчетной точке после мероприятий дБА	Суммарный уровень звука после мероприятий дБА	Примечание
m	n		L_p	r_{m-n}	$L_{Aтер}$	$\Delta L_{Aэкp}$			$L_{A\text{ РТсум}}$	
РТ1	1**	B13	81	30	43,5			43,5	45,4 (7 ⁰⁰ –22 ⁰⁰)	
	2**	B14	77	30	39,5			39,5		
	3	B44	71	30,8	33,2			33,2		
	4	B49	83	41	42,8	16	1,5	26,8		экран
	5	K4	69 (5 м)	34,7	43,9	16	1,5	27,9	35,6 (22 ⁰⁰ –7 ⁰⁰)	экран
	8	B42	80	49,8	38,1	16	1,5	22,1		экран
	9	B43	68	47,6	26,5			26,5		
РТ2	1**	B6	77	51,7	34,7			34,7	42,6 (7 ⁰⁰ –22 ⁰⁰)	
	2**	B7	84	54,4	41,3			41,3		
	3	B41	68	53,2	25,5			25,5		
	4	B42	80	55,1	37,2	16	1,5	21,2		экран
	5	B43	68	55,2	25,2			25,2	32,1 (22 ⁰⁰ –7 ⁰⁰)	
	6	B49	83	60,3	39,4	16	1,5	23,4		экран
	7	XA1	84	54	41,4	16	1,5	25,4		экран
	8	B48	83	67,3	23,4			23,4		
РТ3	1**	ПВ3	78	67	33,5			33,5	41,9 (7 ⁰⁰ –22 ⁰⁰) 39 (22 ⁰⁰ –7 ⁰⁰)	
	2**	ПВ1	87	64	42,9	13,7		29,2		к.гл. ***
	3	П10	78	62,2	34,1	13,7		20,4		к.гл. ***
	4**	ПВ5	80	59,2	36,6			36,6		
	5	П11	76	57,2	32,9			32,9		
	6	ПВ9	78	55,2	35,2			35,2		
	7	П16	79	53,4	36,5	13,7		22,8		к.гл. ***
	8	B47	83	62	21,2			21,2		
	9	B48	83	53,7	40,4	16	1,5	24,4		экран.
	10	K1	69 (5 м)	70,5	43,6	16	1,5	27,6		экран.
	11	K2	69 (5 м)	70,5	43,6	16	1,5	27,6		экран.
	12	K5	83		44,2	15	1,0	29,2		экран
РТ4	1**	ПВ3	78	52,7	45,6	13,7		31,9	40,9 (7 ⁰⁰ –22 ⁰⁰) 30,5 (22 ⁰⁰ –7 ⁰⁰)	к.гл. ***
	2**	ПВ1	87	54,7	44,2	13,7		30,5		к.гл. ***
	3	П10	78	56,2	35	13,7		21,3		к.гл. ***
	4	П11	76	60,8	32,3	13,7		18,6		к.гл. ***
	5	ПВ9	78	63,6	34	13,7		20,3		к.гл. ***
	6	П16	79	66,3	34,6	13,7		20,9		к.гл. ***
	7**	ПВ5	80	58,4	36,7	13,7		23		к.гл. ***
	8**	B22	83	61,7	39,2			39,2		
	9	B23	83	59,5	21,5			21,5		
	10	B24	83	69,1	38,2	16	1,5	22,2		экран.
	11	B27	86	74,3	22,6			22,6		
	12	K5	83	74,3	37,6	15	1,0	22,6		экран

** Оборудование работает только в дневное время суток (700-2200).

*** к. гл. – камерный глушитель.

С целью снижения шума до нормативных величин для наиболее шумных источников разработаны конструктивные решения акустических укрытий, представленные на рис. 4.

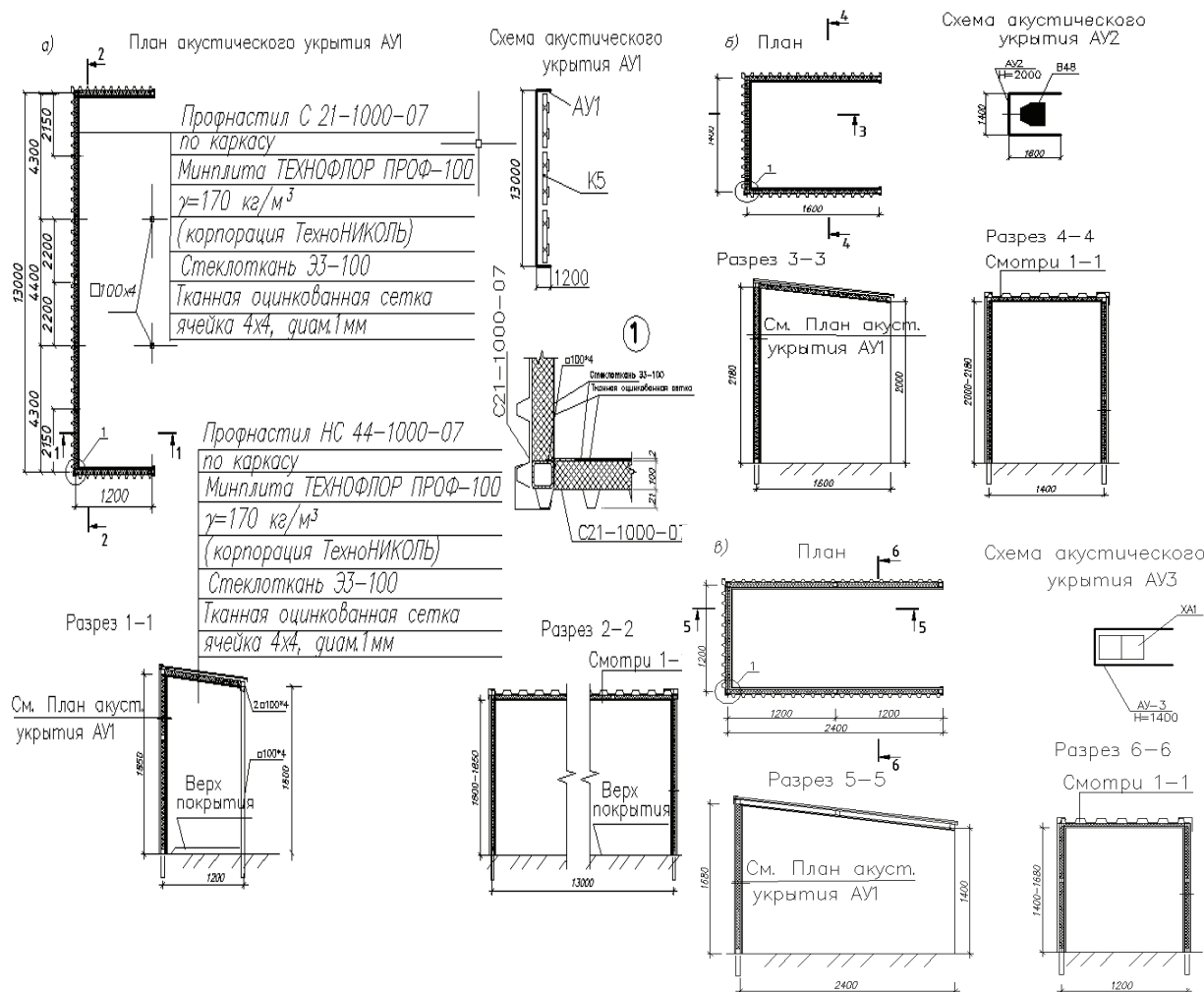


Рисунок 4 – Конструктивные решения акустических укрытий: а) АУ1; б) АУ2; в) АУ3.

Конструктив акустических экранов (укрытий) АУ1, АУ2 и АУ3 выполнен из металлического каркаса 100×4 . Для снятия ветровых нагрузок необходимо установить штормовые оттяжки. С наружной стороны стены каркас облицовывается профилированным листом С21-1000-07, а покрытие облицовывается – НС44-1000-07. Со стороны источника закладывается звукопоглощающая минераловатная плита ТЕХНОФЛОР ПРОФ корпорации ТехноНИКОЛЬ плотностью 170 кг/м^3 , толщиной 100 мм. Для предотвращения выдувания минплита закрывается негорючей стеклотканью ЭЗ-100, сверху электроприхваткой к каркасу натягивается тканная оцинкованная сетка с ячейкой 4×4 мм из проволоки диаметром 1 мм.

С целью снижения шума источников П10, П11, П16, ПВ1, ПВ3, ПВ5, ПВ9 до нормативных величин разработано конструктивное решение однокамерного глушителя КГ1 размерами $2,71 \times 2,71 \times 0,654$ м (рис. 5). Каркас глушителя выполнен из стального листа толщиной 2 мм с облицовкой, аналогичной конструкции акустического укрытия.

Всего запроектировано девять акустических укрытий, в том числе одно АУ1, шесть АУ2, два АУ3 и семь камерных глушителей КГ1.

ВЫВОДЫ

Выполненный обзор нормативной базы и результатов научных исследований позволил определить с методами оценки шумовых характеристик источников, методикой измерения шума в зданиях.

5. Лешко, М. Ю. Шум механических вентиляционных систем в жилых зданиях / М. Ю. Лешко, А. В. Сидорина. – Текст : электронный // Бюллетень строительной техники «БСТ». – 2019. – Выпуск № 6 (1018). – С. 16–18. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38236728> (дата обращения: 11.01.2020).
6. Руководство по расчету и проектированию шумоглушения вентиляционных установок / НИИСФ Госстроя СССР, ГПИ Сантехпроект Госстроя СССР. – Москва : Стройиздат, 1982. – 87 с. – Текст : непосредственный.
7. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Санитарные нормы. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки : утверждены и введены в действие постановлением Госкомсанэпиднадзора России от 31 октября 1996 г. N 36 : взамен «Санитарных норм допустимых уровней шума на рабочих местах» № 3223-85, «Санитарных норм допустимого шума в помещениях жилых и общественных зданий и на территории жилой застройки» № 3077-84, «Гигиенических рекомендаций по установлению уровней шума на рабочих местах с учетом напряженности и тяжести труда» № 2411-81 / разработаны НИИ МТ Российской Академии медицинских наук (Г. А. Суворов, Л. Н. Шкаринов, Л. В. Прокопенко, О. К. Кравченко), Московский НИИ гигиены им. Ф. Ф. Эрисмана (И. Л. Карагодина, Т. Г. Смирнова). – Москва : Госкомсанэпиднадзор РФ, 1997. – 37 с. – Текст : непосредственный.
8. Чернышева, Т. А. Расчет шумового режима от оборудования систем вентиляции на стадии проектирования зданий / Т. А. Чернышева, Г. Т. Космин, Г. М. Васильченко. – Текст : электронный // Бюллетень строительной техники «БСТ». – 2016. – Выпуск № 6 (982). – С. 24–26. – ISSN 0007-7690. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26112552> (дата обращения: 11.01.2019).
9. Cummer, S. A. Controlling sound with acoustic metamaterials / S. A. Cummer, J. Christensen, A. Alù. – Текст : непосредственный // Nature Reviews Materials, 2016. – 1 (3). – P. 132–138.
10. Malcolm J. C. Noise and Noise Control : Volume 2 / Malcolm J. Crocker, Frederick M. Kessler ; edited by Malcolm J. Crocker. – NY : Crc Press Inc. – 2018. – 563 p. – Текст : непосредственный/
11. Sound transmission loss of foam-filled honeycomb sandwich panels using statistical energy analysis and theoretical and measured dynamic properties / M. J. Crocker. – Текст : непосредственный / Journal of Sound and Vibration. – 2010. – 329 (6). – P. 673–686.

Получена 05.05.2021

М. Г. ПРИЩЕНКО, Т. О. ЧЕРНИШЕВА, А. А. ТРУСКАЛОВА, Б. В. НИКАНДРОВ
РОЗРОБКА БУДІВЕЛЬНО-АКУСТИЧНИХ ЗАХОДІВ ЩОДО ЗАХИСТУ
СЕЛЬБИЩНОЇ ТЕРИТОРІЇ ВІД ШУМУ ДЖЕРЕЛ ТОРГОВО-
РОЗВАЖАЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ
ДОНУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»

Анотація. Стаття присвячена проблемі забезпечення оптимального, з позицій акустики та економіки, захисту від шуму обладнання систем опалення, вентиляції та кондиціонування повітря на основі точного акустичного розрахунку і вибору систем шумоглушення. При оцінці та прогнозуванні шумового режиму в приміщеннях житлових будівель і при виборі оптимальних комплексів будівельно-акустичних заходів використовують стандартні методики виконання розрахунків і проектування систем шумоглушення. Основними джерелами шуму торгово-розважального комплексу «Донецьк-Сіті – 2» є системи вентиляції та кондиціонування повітря, розташовані у венткамерах №№ 1–6 і на покритті будівлі. Всього виявлено 77 джерел шуму. За технічною документацією фірм-виробників визначені шумові характеристики обладнання ТРК «Донецьк-Сіті – 2». На основі теоретичних розрахунків у чотирьох точках на селітебній території сумарні рівні звуку перевищують нормативні величини: для денного часу доби на 0,9 дБА в розрахунковій точці РТЗ, а вночі у всіх розрахункових точках від 3,6 до 9,8 дБА. З метою зниження шуму до нормативних величин для кожного джерела розроблені шумозахисні конструктивні рішення (акустичні укриття і камерні глушники).

Ключові слова: шум, шумовий режим, дБ, дБА, шумозахисні конструктивні рішення, акустичні укриття, камерний глушник.

NIKOLAI PRISHCHENKO, TAMARA CHERNYSHEVA,
ANTONINA TRUSKALOVA, BORYS NIKANDROV
DEVELOPMENT OF CONSTRUCTION AND ACOUSTIC MEASURES TO
PROTECT THE RESIDENTIAL AREA FROM THE NOISE OF SHOPPING AND
ENTERTAINMENT COMPLEX
Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

Abstract. The article is devoted to the problem of providing optimal protection from noise from the point of view of acoustics and economics of equipment for heating, ventilation and air conditioning systems on the

basis of acoustic calculation and selection of noise suppression systems. When evaluating and predicting the noise regime in the premises of residential buildings and when choosing the optimal complexes of construction and acoustic measures, standard methods of performing calculations and designing noise suppression systems are used. The main sources of noise of the shopping and entertainment complex «Donetsk-City – 2» are the ventilation and air conditioning systems located in the ventilation chambers No. 1–6 and on the roof of the building. Total revealed 77 noise sources. According to the technical documentation of the manufacturers, the noise characteristics of the equipment of the «Donetsk-City – 2» gas station were determined. Based on theoretical calculations, at four settlement points on the residential territory, the total sound levels exceed the standard values for the daytime by 0.9 dBA at the settlement point RT3, and at night at all settlement points from 3.6 to 9.8 dBA. In order to reduce the noise to the standard values, noise-proof design solutions (acoustic shelters and chamber silencers) have been developed for each source.

Key words: noise, noise mode, dB, dBA, noise-proof design solutions, acoustic shelters, chamber silencer.

Прищенко Николай Григорьевич – кандидат технических наук, доцент кафедры проектирования зданий и строительной физики ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: архитектурно-строительная акустика, энергоэффективность зданий, обследование и реконструкция зданий и сооружений.

Чернышева Тамара Александровна – кандидат технических наук, доцент кафедры проектирования зданий и строительной физики ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: вопросы звукоизоляции легких многослойных ограждений, проектирование зданий.

Трускалова Антонина Антоновна – магистр; ассистент кафедры проектирования зданий и строительной физики ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: архитектурно-строительная акустика, энергоэффективность зданий.

Никандров Борис Владимирович – магистрант кафедры проектирования зданий и строительной физики ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: архитектурно-строительная акустика, энергоэффективность зданий, обследование и реконструкция зданий и сооружений.

Прищенко Микола Григорович – кандидат технічних наук, доцент кафедри проектування будівель і будівельної фізики ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: архітектурно-будівельна акустика, енергоефективність будівель, обстеження і реконструкція будівель та споруд.

Чернишева Тамара Олександрівна – кандидат технічних наук, доцент кафедри проектування будівель і будівельної фізики ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: питання звукоізоляції легких багатопарових огорожень, проектування будівель.

Трускалова Антоніна Антонівна – магістр; асистент кафедри проектування будівель і будівельної фізики ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: архітектурно-будівельна акустика, енергоефективність будівель.

Нікандров Борис Володимирович – магістрант кафедри проектування будівель і будівельної фізики ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: архітектурно-будівельна акустика, енергоефективність будівель, обстеження і реконструкція будівель та споруд.

Prishchenko Nikolai – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Building Design and Structural Physics Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: architectural and construction acoustic, energy efficiency of buildings, auscultation and reconstruction of buildings and related structures.

Chernysheva Tamara – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Building Design and Structural Physics Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: questions sound insulation of light multi-layer fences, designing of buildings.

Truskalova Antonina – Master; Assistant, Building Design and Structural Physics Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: architectural and construction acoustic, energy efficiency of buildings.

Nikandrov Borys – master's student, Building Design and Structural Physics Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: architectural and construction acoustic, energy efficiency of buildings, auscultation and reconstruction of buildings and related structures.

УДК 624.151.5

Е. О. БРЫЖАТАЯ, О. Э. БРЫЖАТЫЙ, Н. С. МАСЛО

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

**РЕГУЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО
СОСТОЯНИЯ КОНСТРУКЦИЙ МНОГОЭТАЖНОГО КАРКАСНОГО
ЗДАНИЯ НА ПЛИТНОМ ФУНДАМЕНТЕ**

Аннотация. Статья посвящена изучению напряженно-деформированного состояния элементов каркаса многоэтажного здания при исправлении крена с применением различных типов регулируемых фундаментов. Разработаны конечно-элементные модели многоэтажного здания с конструктивными мерами защиты от влияния сверхнормативных кренов, которые учитывают взаимодействие сооружения с деформируемым основанием и конструкции фундаментов с изменяемыми в процессе расчета размерами. Обоснованы технологические схемы выравнивания здания. При этом рассматривались схемы опускания менее просевших частей здания с применением регулирующего устройства по типу «песочница» и поднятия более просевших частей здания с помощью домкратов. Приведен сравнительный анализ полученных результатов напряженно-деформированного состояния конструкций здания при использовании различных типов регулируемых фундаментов.

Ключевые слова: неравномерная деформация основания, напряженно-деформированное состояние (НДС), крен, исправление крена здания, песочница, домкрат.

В настоящее время на территории Донецкой Народной Республики имеется значительный объем аварийного и ветхого жилья, и, вероятнее всего, в ближайшие годы тенденция к его увеличению сохранится. Одним из важнейших факторов, препятствующих нормальной эксплуатации зданий и сооружений, является возможность их повреждения в результате неравномерных деформаций грунтового основания. При этом сложные инженерно-геологические условия являются одной из основных причин нестабильности оснований как строящихся, так и уже существующих объектов, вследствие этого увеличивается риск потери несущей способности зданий и сооружений. По этой причине важную роль приобретает проблема контроля технического состояния несущих конструкций сооружений с целью недопущения и предотвращения возникновения аварийных ситуаций, а также обоснованность выбора комплекса инженерных мероприятий по их недопущению. Регулируемые фундаменты по конструктивному различию могут быть: для проектируемых и эксплуатируемых зданий. Для эксплуатируемых зданий они представляют собой комплекс усиления и преобразования цокольно-подвальной части, направленных на обеспечение жесткости и целостности конструкций зданий при подъеме и выравнивании. Для строящихся зданий несущие конструкции и фундамент уже проектируются с учетом подъема и выравнивания, при этом устройство регулируемого фундамента на стадии строительства новых объектов гораздо менее материально затратно и трудоемко, нежели для эксплуатируемых зданий и сооружений.

Целью работы является исследование напряженно-деформируемого состояния элементов каркасного здания при регулировании геометрического положения здания в пространстве с помощью регулируемых фундаментов: домкратами и по типу «песочница».

Методика исследования основывается на использовании расчетных моделей, которые учитывают взаимодействие конструкций с деформируемым основанием и конструкции фундаментов с изменяемыми в процессе расчета размерами. Конструкции регулируемых фундаментов используются для моделирования процесса выравнивания здания методом опускания его менее просевших частей для регулируемого фундамента по типу «песочница», а также подъема более просевших частей с использованием домкратов. В расчетной схеме устройства для исправления кренов сооружения моделируются

стержневыми конечными элементами с заданной осевой жесткостью. Для регулируемых фундаментов по типу «песочница» прототипом стало устройство, разработанное в работе [1] (рис. 1).



Рисунок 1 – Конструкция внешних оболочек регулируемого фундамента «песочницы» – прототипа.

Устройство моделируется стержневым конечным элементом с жесткостью-труба профиль 420×65 мм. Для домкратов прототипом стала домкратная система, разработанная в работе [2] (рис. 2). Данный вид регулируемого фундамента моделируется в ПК «Лира» двумя элементами: железобетонным подколонником с сечением 60×60 см и железобетонным домкратным узлом с сечением 70×70 см. Уменьшение и увеличение высоты устройства в расчетах учитывается как температурная деформация.

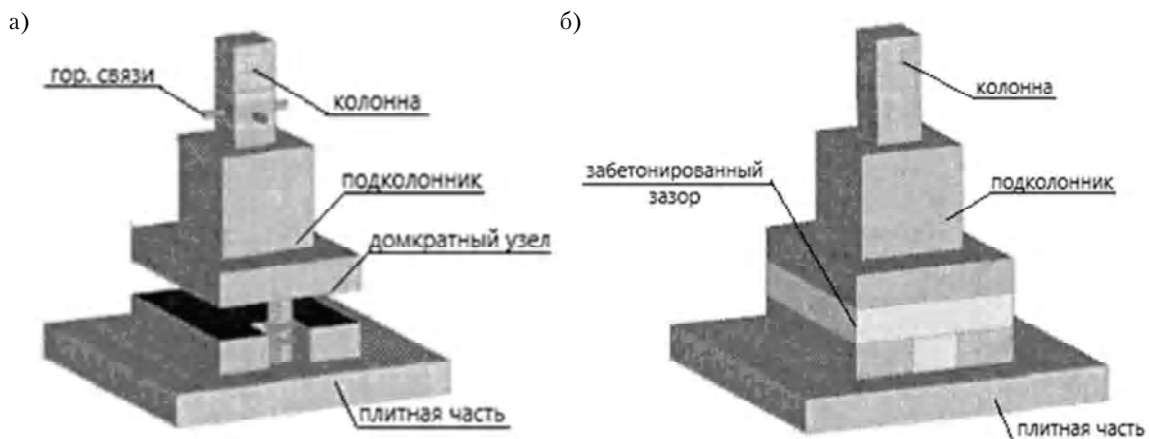


Рисунок 2 – Регулируемый фундамент для проектируемых зданий с железобетонным каркасом в процессе подъема с помощью домкрата: а) подъем и выравнивание здания, б) бетонирование образовавшегося зазора.

Для получения данных о напряженно-деформированном состоянии элементов каркасного здания на плитном фундаменте в программном комплексе Lira была построена конечно-элементная модель 12-этажного здания с технологическим этажом. Высота типового этажа 3 метра, шаг колонн 6 м (рис. 3).

Методика расчета системы «строение-фундамент-основание» при исправлении пространственного положения здания основывается на уточненных определениях нагрузок и воздействий. Таким

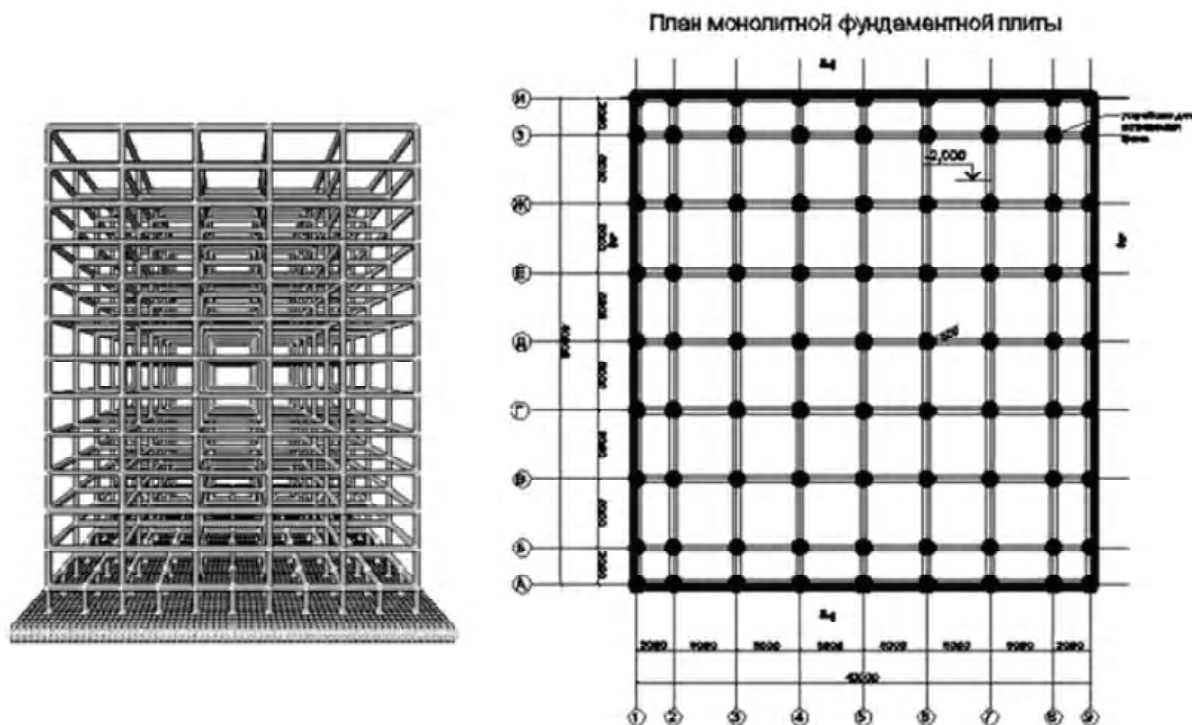


Рисунок 3 – Расчетная схема 12-этажного здания в ПК LIRA и план расположения регулирующих устройств.

образом, рассматриваются основные, особые и технологические сочетания нагрузок. В основное сочетание нагрузок входят эксплуатационные нагрузки, которые приложены к конструкциям здания до момента исправления пространственного положения здания с помощью регулируемых фундаментов. В особые сочетания нагрузок входят нагрузки основного сочетания и неравномерные осадки основания, которые проявились к моменту начала работ по выравниванию здания. В технологические сочетания нагрузок входят основные и особые сочетания и одно из технологических воздействий в виде вынужденных перемещений в стержнях (температурное воздействие), моделирующих устройство. А также для выравнивания геометрического положения здания с помощью системы домкратов необходимо учитывать давление, необходимое для подъема здания с помощью домкратов, которое передается на плиту через сосредоточенные силы.

Чтобы не вызвать разрушение фундаментной плиты, при приложении нагрузки от выравнивающего устройства – домкрат необходимо распределительное устройство с площадью основания 70×70 см. При подъеме и выравнивании каркасных зданий с регулируемым фундаментами в виде домкратов рассматривается изменение его НДС в процессе подъема и выравнивания каркасного здания, в общем случае, состоящее из четырех основных этапов: «монтаж гидродомкратной системы из домкратных узлов – обжим рабочей группы домкратов – подъем здания – перемонтаж рабочей группы домкратов». При моделировании процесса выравнивания здания в ПК Лира с помощью домкратов учитывалось давление, которое подавалось на рабочую группу основных домкратов, необходимое для подъема здания, так как нагрузка передается на плиту через две сосредоточенные силы от домкратов.

Количество технологических сочетаний нагрузок соответствует необходимому количеству этапов по выравниванию здания.

Методики разработаны для выявления оптимальных схем корректировки зданий, при которых в несущих конструкциях возникают минимальные усилия.

Для первого этапа исследования были заданы постоянная и временная нагрузки. Максимальная осадка основания составила 8,5 см, что не превышает предельно допустимую осадку 10 см (рис. 4).

На втором этапе исследования был рассчитан коэффициент жесткости основания по формуле $c_z = P/S$ для осадки равной 30 см и задан в ПК LIRA на часть пластинчатых конечных элементов, которые моделируют работу фундаментной плиты. Таким образом, 12-этажное здание получило неравномерную осадку основания, превышающую 30 см (рис. 5).

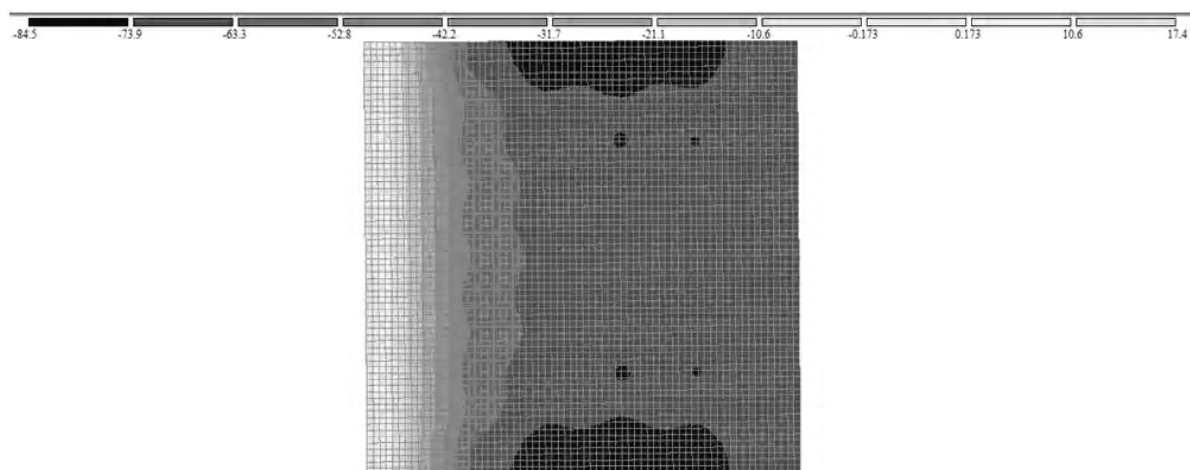


Рисунок 4 – Изополя перемещений по $Z(G)$ на первом этапе исследования.

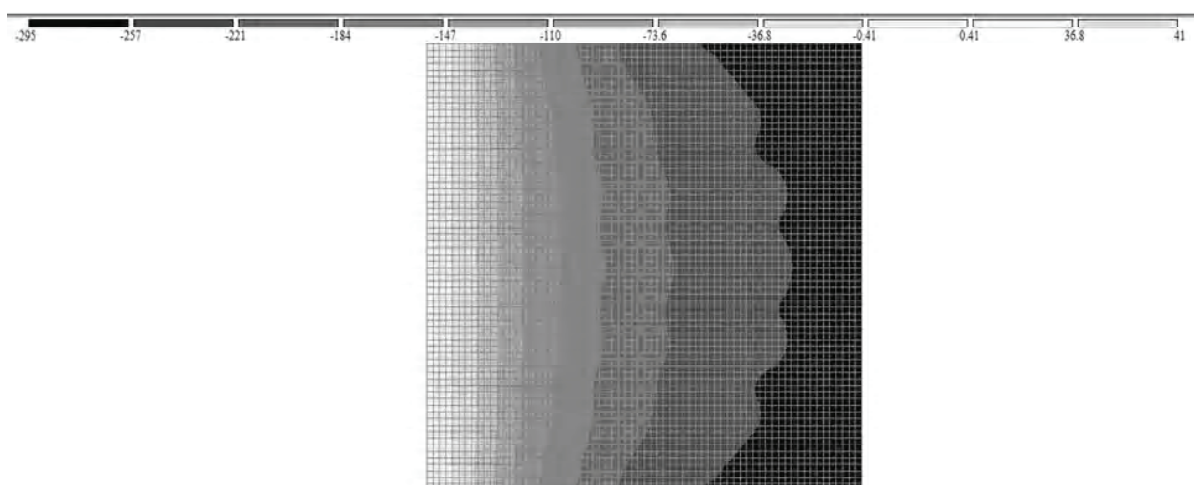


Рисунок 5 – Изополя перемещений по $Z(G)$ при получении зданием крена.

На последующих этапах исследования осуществлялось выравнивание геометрического положения здания двумя схемами (рис. 6). Исправлению геометрического положения подвергались только надземные конструкции, включая колонны и опирающиеся на них конструкции здания. Деформированное состояние фундаментной плиты, вызванное неравномерной осадкой основания, не корректируется, а остается таким, каким сформировалось после двух этапов нагружения. Так как неравномерная осадка фундаментной плиты была задана с помощью коэффициента жесткости основания, величина необходимой корректировки рассчитывалась отдельно для каждого элемента, моделирующего работу устройства. В среднем на каждом этапе исследования величина корректировки варьировалась от 2 до 4 см.

Величина температурного воздействия, при котором уменьшится длина элемента определяется по формуле 1.

$$\Delta t = \frac{\delta_i}{\alpha_i \cdot l_i}, \quad (1)$$

где Δt – величина температурного воздействия, необходимая для перемещения стержня на величину δ_i ;

δ_i – необходимая величина перемещения стержня;

α_i – коэффициент линейного расширения материала стержня;

l_i – номинальная длина стержня оболочки по проекту.

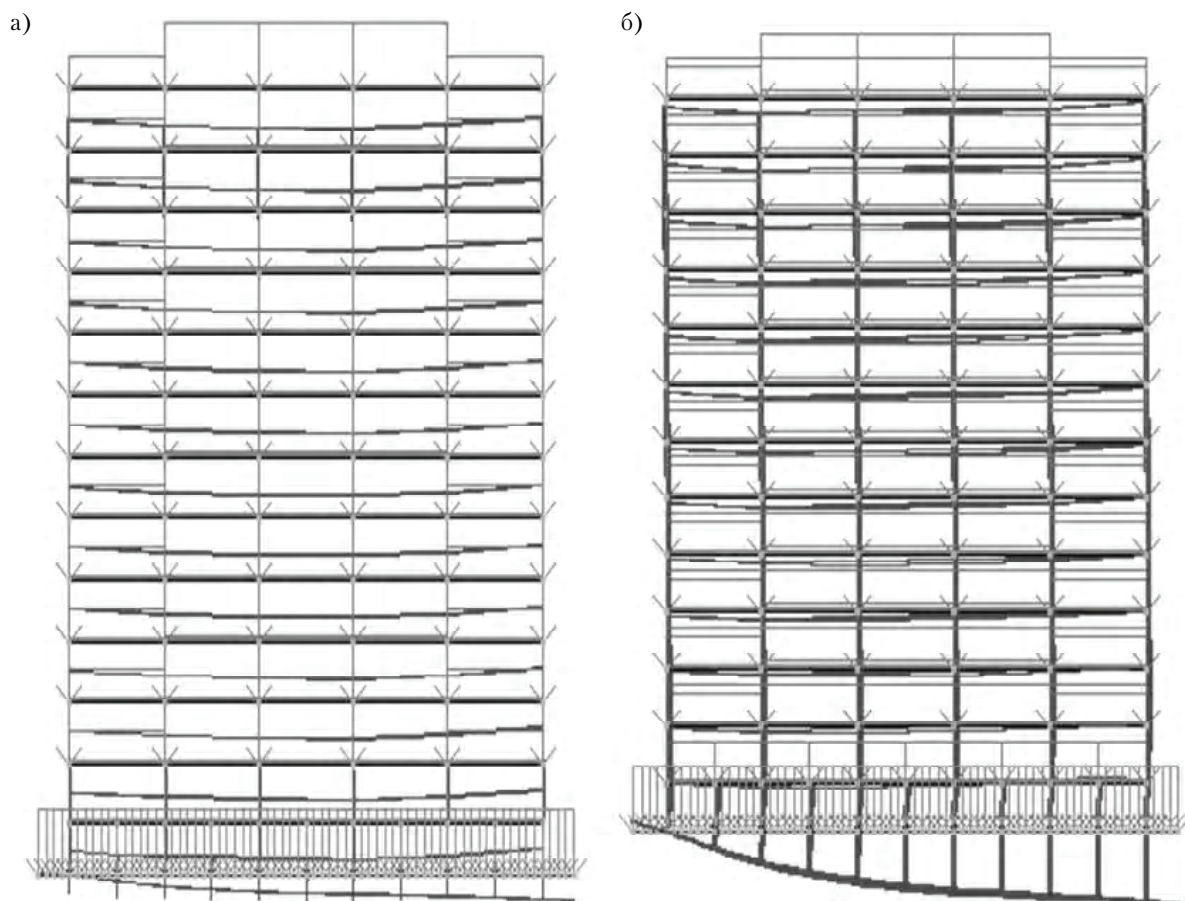


Рисунок 6 – Исходная и деформированная схема здания на этапе выравнивания здания: а) методом поднятия наиболее просевших частей; б) методом подъема наиболее просевших частей.

Для устройств по типу «песочница» данные рассчитаны при $\alpha = 11 \cdot 10^{-6}$ 1/град, и $l_i = 0,6$ м, для домкратов $\alpha = 10 \cdot 10^{-6}$ 1/град и $l_i = 0,6$ м.

С целью недопущения возникновения в элементах конструкции усилий, которые значительно превышают предельно допустимые, нагрузка «равномерный нагрев» прикладывается поэтапно, начиная с оси колонн с наибольшей величиной осадки.

Для того, чтобы определить количественный показатель изменения усилий при исправлении крена здания, рассмотрим наиболее нагруженную раму конструкции при изменении вертикального положения в пространстве на всех этапах исследования.

По полученным результатам расчетов построены графики изменения изгибающего момента для каждого из рассмотренных этапов выравнивания здания (рис. 7–9).

ВЫВОДЫ

Выявлено, что работа обоих регулирующих устройств приводит к поэтапному уменьшению усилий, что положительно влияет на НДС элементов каркасного здания на плитном фундаменте. При выравнивании здания поэтапно по 2...4 см усилия, которые возникают в элементах каркаса здания, с каждым этапом уменьшаются на 10...15 %. При указанной схеме усилия в конструкциях, полученные в результате неравномерных осадок основания, монотонно уменьшаются до их значения при отсутствии неравномерных осадок основания, и конструкции здания не испытывают дополнительных перегрузок.

Также установлено, что при многоэтапном выравнивании с помощью домкратов происходит уменьшение усилий на каждом этапе исследования на 8...10 %. При этом установлено, что на первом этапе выравнивания с помощью домкратов происходит увеличение изгибающих моментов и продольной силы на 12 %.

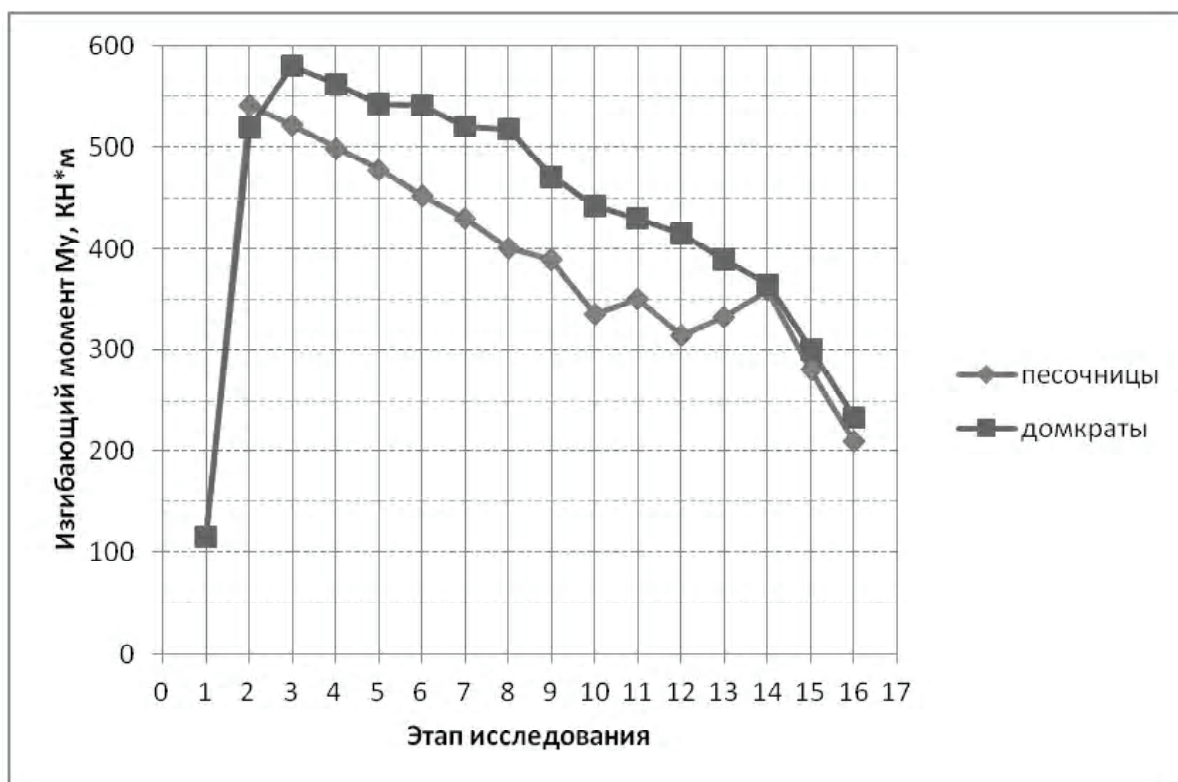


Рисунок 7 – Максимальное значение изгибающего момента в изучаемых элементах каркасного здания при многоэтапном выравнивании песочницами и домкратами в ПК Лиры.

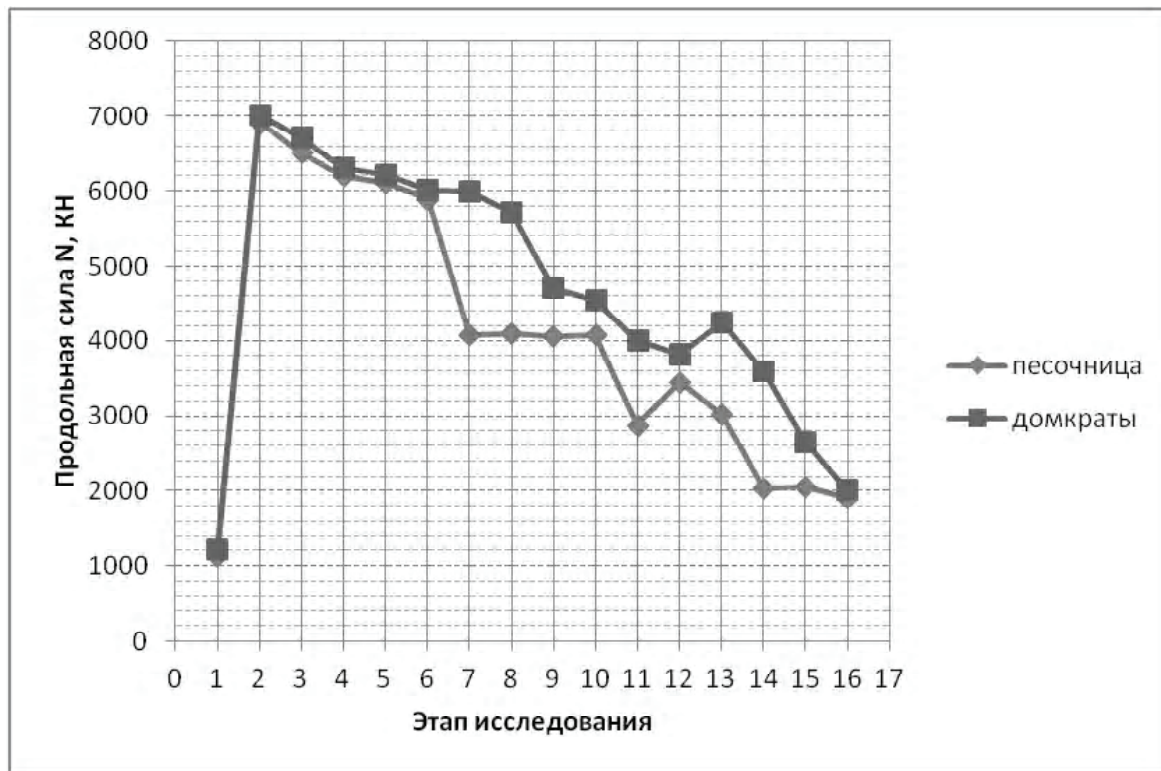


Рисунок 8 – Максимальное значение продольной силы в изучаемых элементах каркасного здания при многоэтапном выравнивании песочницами и домкратами в ПК Лиры.

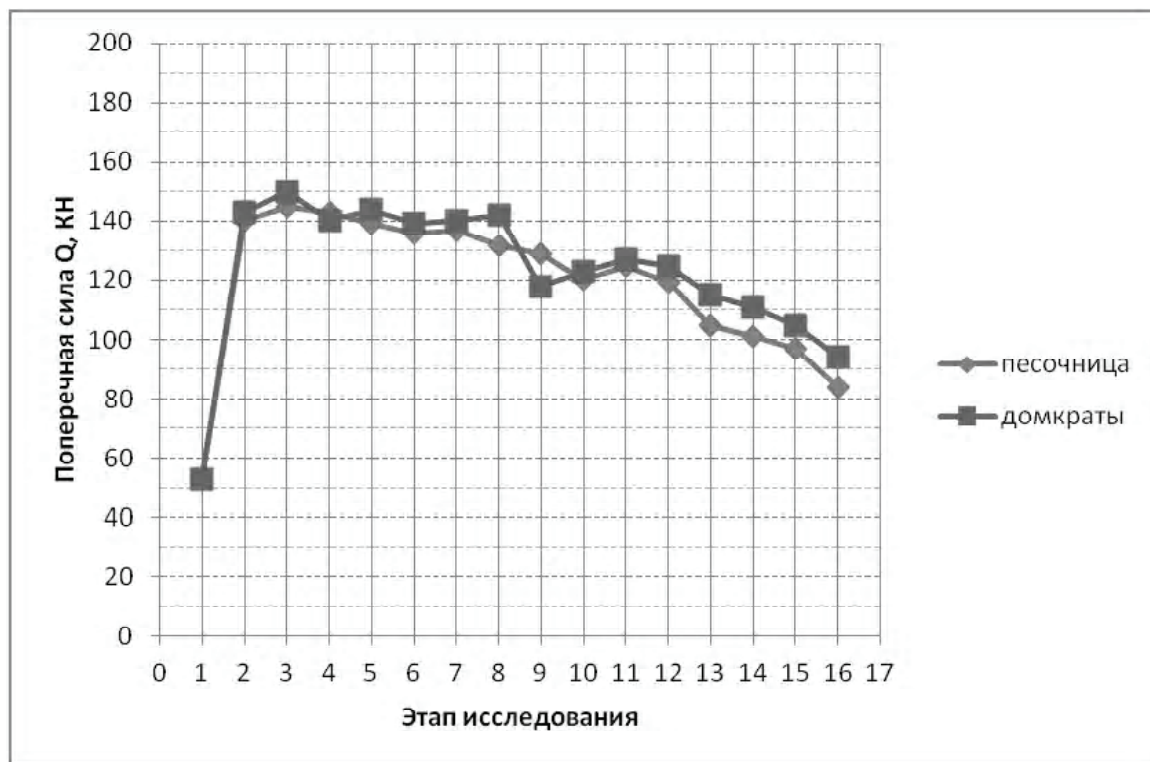


Рисунок 9 – Максимальное значение поперечной силы в изучаемых элементах каркасного здания при многоэтапном выравнивании песочницами и домкратами в ПК Лиры.

Для выравнивающего устройства по типу «песочница» результаты усилий сведены в таблицу 1, для домкратов в таблицу 2.

Таблица 1 – Максимальное значение усилий, возникающих в конструкциях здания при выравнивании с помощью устройств «песочница»

	Этап 1	Этап 2 (до выравнивания)	Этап 16 (после выравнивания)
Наиболее нагруженный элемент рамы	$M_y = 115 \text{ кН}\cdot\text{м}$ $N = -1123 \text{ кН}$ $Q = -53 \text{ кН}$	$M_y = 541 \text{ кН}\cdot\text{м}$ $N = -6914 \text{ кН}$ $Q = -140 \text{ кН}$	$M_y = 210 \text{ кН}\cdot\text{м}$ $N = -1912 \text{ кН}$ $Q = -84 \text{ кН}$

Таблица 2 – Максимальное значение усилий, возникающих в конструкциях здания при выравнивании с помощью домкратов

	Этап 1	Этап 2 (до выравнивания)	Этап 16 (после выравнивания)
Наиболее нагруженный элемент рамы	$M_y = 115 \text{ кН}\cdot\text{м}$ $N = -1123 \text{ кН}$ $Q = -53 \text{ кН}$	$M_y = 519 \text{ кН}\cdot\text{м}$ $N = -7015 \text{ кН}$ $Q = -142 \text{ кН}$	$M_y = 234 \text{ кН}\cdot\text{м}$ $N = -2015 \text{ кН}$ $Q = -94 \text{ кН}$

Таким образом, на втором этапе исследования в самом нагруженном элементе (колонне первого этажа) рассматриваемой рамы усилия возросли в среднем на 80 %.

При выравнивании песочницами усилия уменьшились на 61 %.

Таким образом, на втором этапе исследования в самом нагруженном элементе (колонне первого этажа) рассматриваемой рамы усилия возросли в среднем на 77 %.

При выравнивании домкратами усилия уменьшились на 55 %.

Если сравнивать данные схемы, разница в усилиях составляет 10...15 % на разных этапах исследования.

Данные, полученные по результатам теоретических исследований эффективности технологических процессов с использованием регулируемых фундаментов, позволили внести ряд уточнений и дополнений в существующие методики численного моделирования работы зданий на регулируемых фундаментах. Указанные уточнения касаются расчетных моделей и методик численных исследований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Брыжата, Е. О. Конструкции с изменяемыми параметрами для исправления кренов сооружений : специальность 05.23.01 «Строительные конструкции, здания и сооружения» : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Брыжата Екатерина Олеговна ; Донбасская национальная академия строительства и архитектуры. – Макеевка, 2017. – 157 с. – Текст : непосредственный.
2. Зотов, А. М. Регулируемые фундаменты каркасных зданий. Конструкция, технология и расчет при подъеме и выравнивании : специальность 05.23.01 «Строительные конструкции, здания и сооружения», 05.23.08 «Технология и организация строительства» : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Зотов Александр Михайлович ; Ростовский государственный строительный университет. – Ростов-на-Дону, 2013. – 166 с. – Текст : непосредственный.
3. Болотов, Ю. К. О проектировании бескаркасных зданий на просадочных грунтах, приспособленных к выравниванию домкратными системами / Ю. К. Болотов, Ю. П. Шумовский. – Текст : непосредственный // Проблемы защиты, строительства зданий и сооружений на просадочных грунтах. – Киев : НИИСК. – 1987. – С. 115–117.
4. Гусаренко, С. П. Регулируемые фундаменты / С. П. Гусаренко, М. Г. Скибин, А. М. Зотов. – Текст : непосредственный // Вестник гражданских инженеров. – 2009. – № 2(19). – С. 139–141.
5. Гусаренко, С. П. Технология и устройство регулируемых фундаментов железобетонных зданий с несущими стенами : специальность 05.23.08 «Технология и организация строительства», 05.23.02 «Основания, фундаменты и подземные сооружения», : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Гусаренко Сергей Павлович. – Ростовский государственный строительный университет. – Ростов-на-Дону, 2012. – 146 с. – Текст : непосредственный.
6. Abelev, M. Yu. Leveling the tilts of tenement building founded on loess soils prone to slump-type settlement by regular wetting / M. Yu. Abelev, V. I. Krutov. – Текст : непосредственный // Soil Mechanics and Foundation Engineering. – 2000. – Vol. 37, № 5. – P. 164–185.
7. Bolotov, U. Calculations and protection of buildings against mining subsidense / U. Bolotov, J. Slobodyan, V. Zotov. – Текст : непосредственный // Budownictwo Politechniki Slaskiej. Gliwice, Zeczyty Naukowe. – 1995. – № 2. – P. 15–19.
8. Ulitskii, V. M. Geotechnical problems associated with the constructions of high-rise buildings. Foreign experience and domestic practice / V. M. Ulitskii, A. G. Shashkin, K. G. Shashkin. – Текст : непосредственный // Soil Mechanics and Foundation Engineering. – 2003. – Vol. 40, № 5. – P. 121–132.
9. Imanzadeh, S. Foundation and overall structure designs of continuous spread footings along with soil spatial variability and geological anomaly / S. Imanzadeh, A. Denis, A. Marache. – Текст : непосредственный // Engineering Structures. – 2014. – № 71. – P. 212–221.

Получена 17.05.2021

К. О. БРИЖАТА, О. Є. БРИЖАТИЙ, М. С. МАСЛО
РЕГУЛЮВАННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ
КОНСТРУКЦІЙ БАГАТОПОВЕРХОВОГО КАРКАСНОГО БУДИНКУ НА
ПЛИТНОМУ ФУНДАМЕНТІ
ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»

Анотація. Стаття присвячена вивченню напружено-деформованого стану елементів каркаса багатоповерхової будівлі при виправленні крену із застосуванням різних типів регульованих фундаментів. Розроблено кінцево-елементні моделі багатоповерхової будівлі з конструктивними заходами захисту від впливу наднормативних кренів, які враховують взаємодію споруди з деформованою основою і конструкції фундаментів зі змінними в процесі розрахунку розмірами. Обґрунтовано технологічні схеми вирівнювання будівлі. При цьому розглядалися схеми опускання менш просівших частин будівлі із застосуванням регулюючого пристрою за типом «пісочниця» і підняття більш просілих частин будівлі за допомогою домкратів. Наведено порівняльний аналіз отриманих результатів напружено-деформованого стану конструкцій будівлі при використанні різних типів регульованих фундаментів.

Ключові слова: нерівномірна деформація основи, напружено-деформований стан (НДС), крен, виправлення крену будівлі, пісочниця, домкрат.

EKATERYNA BRYZHATAYA, OLEG BRYZHATY, NIKOLAY MASLO
REGULATION OF THE STRESS-STRAIN STATE OF STRUCTURES OF A
MULTI-STORY FRAME BUILDING ON A SLAB FOUNDATION

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

Abstract. The article is devoted to the study of the stress-strain state of the elements of the frame of a multi-storey building when correcting the tilt with the use of various types of adjustable foundations. Finite-element models of a multi-storey building with structural measures of protection against the influence of excess tilts, which take into account the interaction of the structure with the deformable base and the construction of foundations with dimensions that change during the calculation, are developed. Technological schemes of building alignment are justified. At the same time, the schemes of lowering the less sagging parts of the building with the use of a regulating device of the «sandbox» type and lifting the more sagging parts of the building with the help of adjustable jacks were considered. A comparative analysis of the obtained results of the stress-strain state of building structures using various types of adjustable foundations is presented.

Key words: nonuniform deformation of the base, stress-strain state, tilt, correction of the tilt of the building, sandbox, adjustable jack.

Брыжата Екатерина Олеговна – кандидат технических наук, доцент кафедры оснований, фундаментов и подземных сооружений ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: влияние расчетных моделей на напряженно-деформированное состояние конструкций здания, методы исправления кренов зданий.

Брыжатый Олег Эдуардович – кандидат технических наук, доцент кафедры железобетонных конструкций ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: проектирование инженерных сооружений и методы реконструкции.

Масло Николай Сергеевич – ассистент кафедры оснований, фундаментов и подземных сооружений ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: конструкции подпорных стен. Особенности определения нагрузок на подпорные стены.

Брижата Катерина Олегівна – кандидат технічних наук, доцент кафедри основ, фундаментів та підземних споруд ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: вплив розрахункових моделей на напружено-деформований стан конструкцій будівлі, методи виправлення кренів будівель.

Брижати́й Олег Едуардович – кандидат технічних наук, доцент кафедри залізобетонних конструкцій ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: проектування інженерних споруд та методи реконструкції.

Масло Микола Сергійович – асистент кафедри основ, фундаментів та підземних споруд ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: конструкції підпірних стін. Особливості визначення навантажень на підпірні стіни

Bryzhataya Ekateryna – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Basements, Foundations and Underground Structures Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: influence of design models on the stress-strain state of building structures, methods for correcting building tilts.

Bryzhaty Oleg – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Reinforced Concrete Constructions Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: design of engineering structures and methods of reconstruction.

Maslo Nikolay – Assistant, Basements, Foundations and Underground Structures Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: construction of retaining structure. Specifics of determining loads on the retaining structures.

УДК 621.315.1:624.014

А. В. ТАНАСОГЛО, С. Н. БАКАЕВ, С. А. ФОМЕНКО, К. С. КУТАЙЦЕВ, Л. В. КОЗЛОВА

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

**ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ ОПТИМАЛЬНОЙ
БАШЕННОЙ ГРАДИРНИ ПЛОЩАДЬЮ ОРОШЕНИЯ 1 600 м²**

Аннотация. В данной статье выполнен обзор современного состояния темы исследования; анализ особенностей сбора нагрузок и расчета стальных градирен по отечественным нормам. Приведены основные сочетания нагрузок с учетом срока их воздействия на градирню. Выполнено исследование динамических свойств стальной градирни с помощью моделирования методом конечных элементов с учетом изменчивости параметров конструктивной формы. Приведены особенности динамического воздействия ветра с учетом вынужденных (пульсационных) и собственных колебаний для недопустимости резонанса. Оптимальное проектирование решетчатой градирни площадью орошения 1 600 м² с учетом особенностей ветрового воздействия. После выполнения оптимизационного расчета и с учетом реальной модели выполнено твердотельное моделирование в ПК «Текла», а также приведены показания по результатам оптимизации.

Ключевые слова: анализ особенностей сбора нагрузок, исследование динамических свойств стальной градирни, оптимальное проектирование решетчатой градирни.

ВВЕДЕНИЕ

При реконструкции зданий и сооружений на территории действующих производств приходится решать ряд вопросов; проектирование конструкций надежных в эксплуатации и монтаже, выдача проекта в кратчайшие сроки, организация строительно-монтажных работ в стесненных условиях. Применение современных методов расчета и конструирования с применением компьютерной техники (рис. 1) позволяет объединить все вопросы в общий процесс нового проектирования и реконструкции. Поэтому тема статьи по оптимальному проектированию является актуальной на сегодняшний день.

ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА ГРАДИРНИ

Расчет градирни производится на основные сочетания нагрузок: основные сочетания нагрузок состоят из постоянных, длительных и кратковременных.

К постоянным нагрузкам относятся:

- вес сооружения (вес несущих и ограждающих конструкций);
- вес и давление грунтов (насыпка и засыпка).

К длительным относятся нагрузки:

- от водораспределительной системы;
- от оросителей и веса водяной пленки;
- от водоуловителей;
- от веса вентилятора, электродвигателя, конфузора и диффузора;
- от пыли;
- от снега.

К кратковременным нагрузкам относятся:

- снеговая нагрузка;
- от наледей;
- аэродинамическая;
- вес людей и материалов.

© А. В. Танасогло, С. Н. Бакаев, С. А. Фоменко, К. С. Кутайцев, Л. В. Козлова, 2021

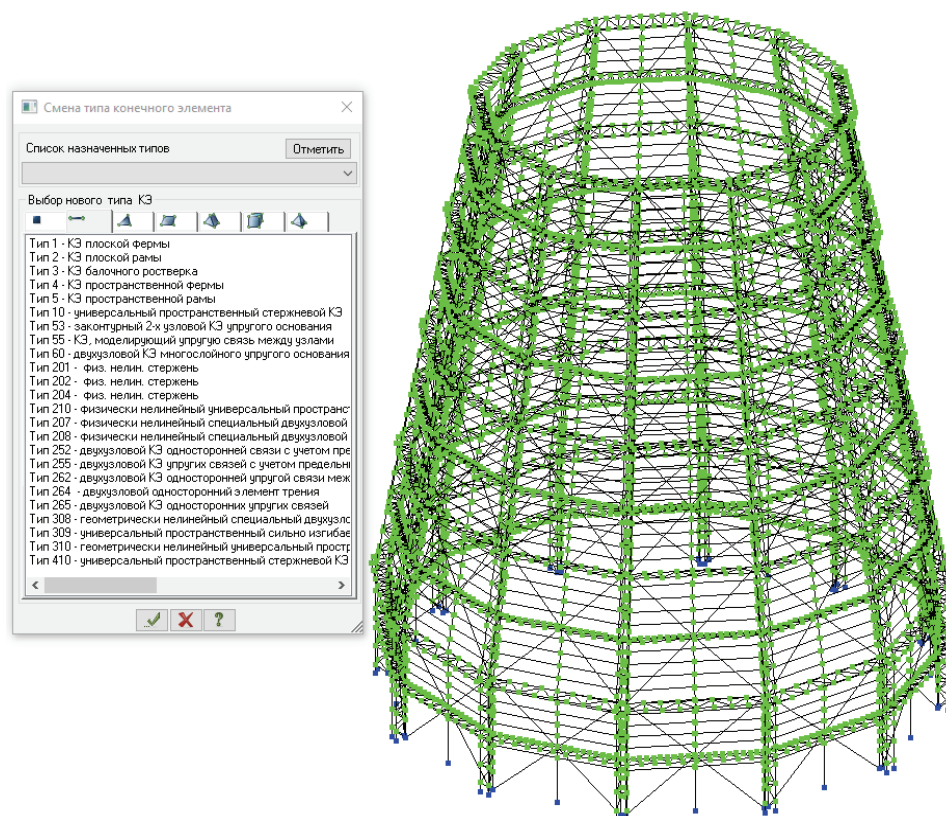


Рисунок 1 – Расчет и конструирование с применением компьютерной техники.

ОСОБЕННОСТИ ДИНАМИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ВЕТРА

Целью динамического расчета на ветровое воздействие является анализ установившихся колебаний сооружения в ветровом потоке. При этом вероятностные характеристики узловых перемещений, внутренних сил или напряжений определяются в конечных элементах отдельно от действия средней и пульсационной составляющих ветровой нагрузки.

Нормативное значение динамической составляющей ветровой нагрузки определяется для каждой формы колебаний опоры в виде системы инерционных сил, приложенных к сосредоточенным массам по направлениям их возможных колебаний.

Инерционная сила (кН), приложенная к сосредоточенной массе с номером j при колебаниях сооружения по i -ой собственной форме, определяется по формуле:

$$W_p^{ij} = M_j \cdot \xi_i \cdot \eta_{ij} \cdot v,$$

где M_j – сосредоточенная масса, т;
 ξ_i – коэффициент динамичности i -й формы колебаний, принимаемый в соответствии с п. 6.76 [4];
 η_{ij} – приведенное ускорение, м/с², массы M_j ;
 v – коэффициент, учитывающий пространственную корреляцию пульсации скорости ветра по высоте опоры, принимаемый в соответствии с п. 6.9 [4].

Приведенное ускорение η_{ij} (м/с²) определяется по формуле:

$$\eta_{ij} = \frac{a_{ij} \cdot \sum_{k=1}^r a_{ik} \cdot W_{mk} \cdot \varphi_k}{\sum_{k=1}^r a_{ik}^2 \cdot M_k},$$

где M_k – k -я сосредоточенная масса;
 a_{ij}, a_{ik} – относительные ординаты, взятые из собственного вектора i -й формы колебаний;

W_{mk} – нормативная ветровая нагрузка, действующая на k-ю массу;
 φ_k – коэффициент пульсаций скоростного напора ветра на уровне массы M_k ;
 r – число участков, на которые разбита опора.

В расчетах учитываются только S первых форм собственных колебаний. Число S определяется из условия

$$f_s < f_l < f_s + 1,$$

где f_s – техническая частота собственных колебаний сооружения, Гц;
 f_l – исходя из расчета.

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА И ВИЗУАЛИЗАЦИИ В ПРОГРАММНЫХ КОМПЛЕКСАХ

1. Конструкции БГМ рассчитаны в соответствии с заданием на расчет, а также действующими нормативными документами.
2. Коэффициент запаса по общей устойчивости сооружения при опасном РСН-1 составляет 1,6617 что больше требуемого 1,3. Так что общая устойчивость сооружения обеспечена.
3. Проценты использования сечений не превышают 100 %, следовательно, прочность, устойчивость, гибкость элементов сооружения обеспечены.
4. Перемещение БГМ находятся в нормативно допустимом диапазоне 1/100 рис. 2 (550 мм).

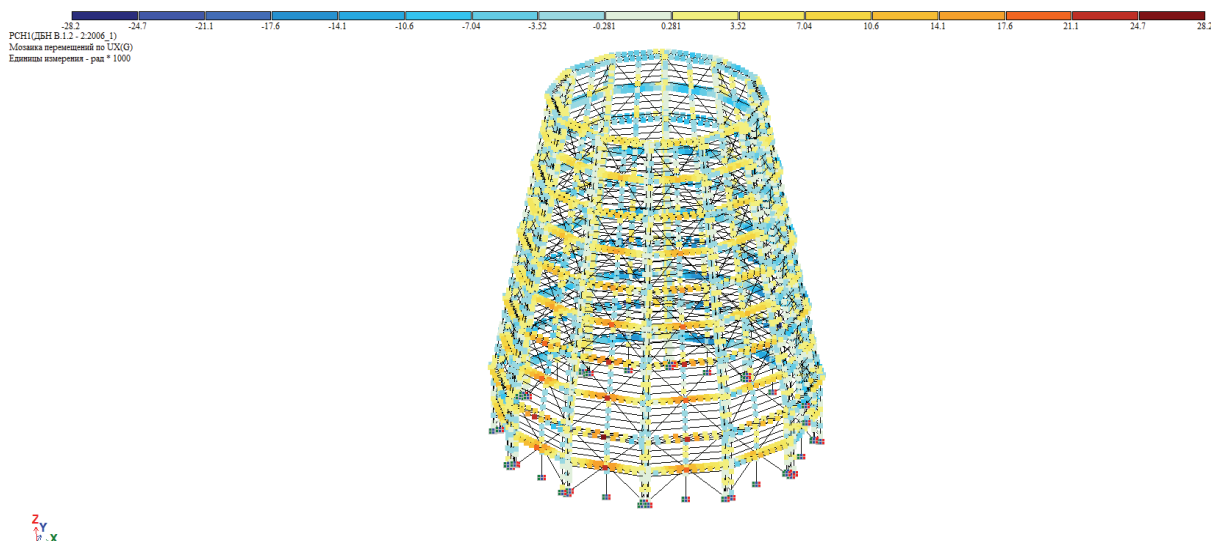


Рисунок 2 – Перемещения по оси Z.

Выполнен расчет оптимальной конструкции, экономия металла составила 28,5 %, с 263 304 до 188 280 кг. На основе расчета было выполнено твердотельное моделирование в ПК «Текла» (рис. 3).

ВЫВОДЫ

1. На основании реальной модели и расчета в ПК «Лира» создается модель в ПК «Текла» для детального моделирования.
2. Цель нашего расчета – сравнение собственных и вынужденных колебаний с проверкой на резонанс.
3. Задача оптимизации сводится к нахождению вектора варьируемых параметров, который минимизирует целевую функцию.
4. В данной работе произведенный расчет дал результат экономии металла с 263 304 до 188 280 кг, что составляет 28,5 %.

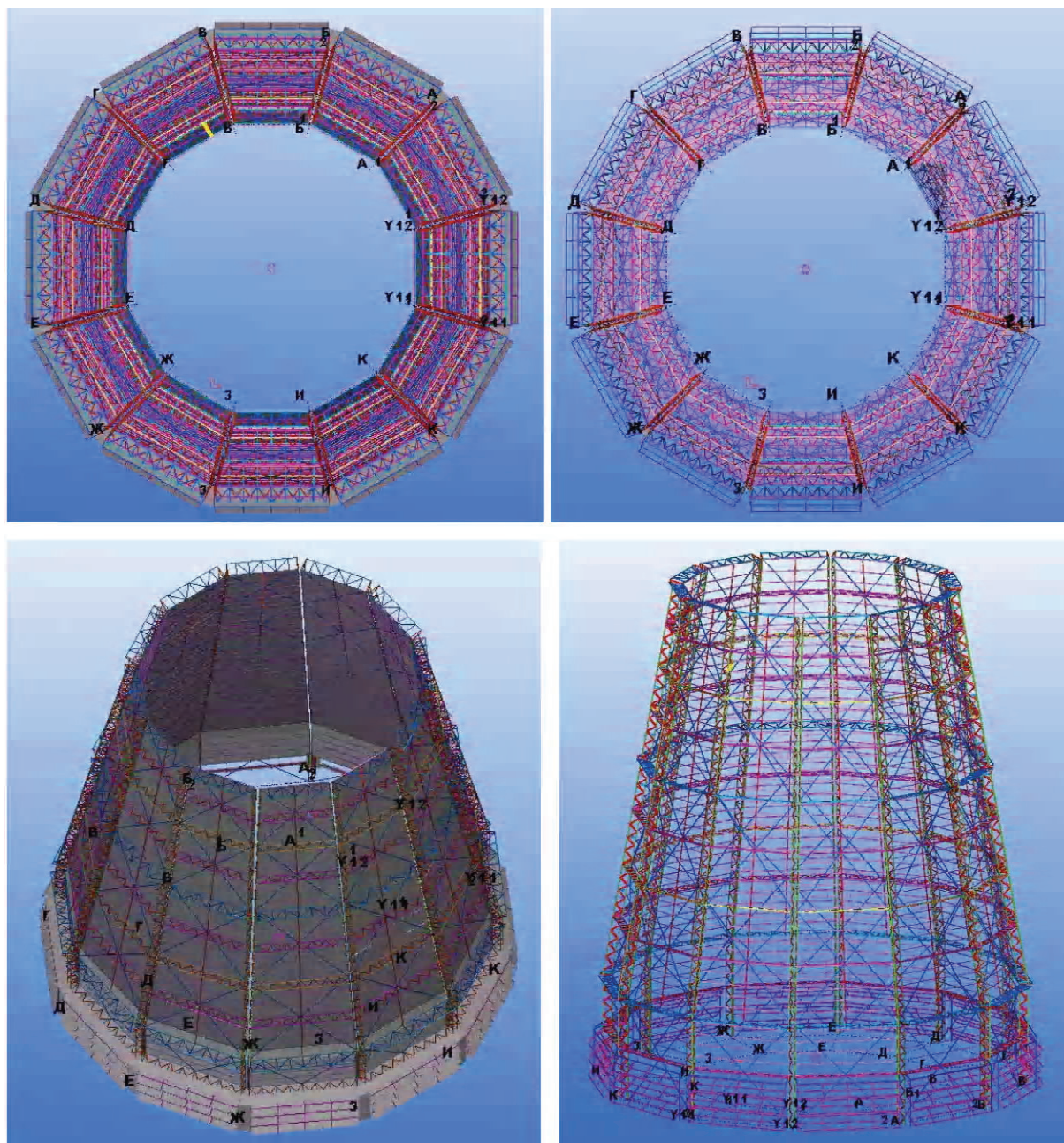


Рисунок 3 – Твёрдая модель.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Программный комплекс ЛИРА-САПР / составители: Р. Ю. Водопьянов, Ю. В. Гензерский, В. П. Титок, А. Е. Артемонова. – Москва : Электронное издание, 2012. – 394 с. – Текст : непосредственный.
2. Пономаренко, В. С. Градирни промышленных и энергетических предприятий / В. С. Пономаренко, Ю. И. Арефьев. – Москва : Энергоатомиздат, 1998. – 376 с. – Текст : непосредственный.
3. Гладков, В. А. Вентиляторные градирни / В. А. Гладков, Ю. И. Арефьев, В. С. Пономаренко. – Москва : Стройиздат, 1976. – 216 с. – Текст : непосредственный.
4. Лихтарников, Я. М. Вариантное проектирование и оптимизация стальных конструкций / Я. М. Лихтарников. – Москва : Стройиздат, 1979. – 319 с. – Текст: непосредственный.
5. Серпик, И. Н. Оптимизация металлических конструкций путем эволюционного моделирования / И. Н. Серпик, А. В. Алексейцев. – Москва : Изд-во АСВ, 2012. – 239 с. – ISBN 978-5-93093-903-3. – Текст : непосредственный.
6. Левченко, Б. А. Тепло- и массообменные аппараты и установки промышленных предприятий : учебное пособие по курсовому проектированию и самостоятельной работе студентов вузов, обучающихся по специальности «Теплоэнергетика» : [В 2 ч.]. Часть 1 / Министерство образования и науки Украины, Академия наук Высшей школы

Украины ; [Б. А. Левченко и др.] ; Под редакцией Б. А. Левченко. – Харьков : НТУ «ХПИ», 2000-2002. – 387 с. – Текст : непосредственный.

7. Ильченко, О. Т. Тепло- и массообменные аппараты ТЭС и АЭС : учебное пособие / О. Т. Ильченко, Б. А. Левченко. – Киев : Выща школа, 1992. – 207 с. – Текст : непосредственный.

Получена 19.05.2021

А. В. ТАНАСОГЛО, С. М. БАКАЕВ, С. О. ФОМЕНКО, К. С. КУТАЙЦЕВ,
Л. В. КОЗЛОВА
ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНОГО СТАНУ ОПТИМАЛЬНОЇ БАШТОВОЇ
ГРАДИРНІ ПЛОЩЕЮ ЗРОШЕННЯ 1 600 М²
ДОНБУСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Анотація. У даній статті виконано огляд сучасного стану теми дослідження; аналіз особливостей збору навантажень і розрахунку сталевих градирень за вітчизняними нормами. Наведено основні поєднання навантажень з урахуванням терміну їх впливу на градирню. Виконано дослідження динамічних властивостей сталевих градирень за допомогою моделювання методом кінцевих елементів з урахуванням мінливості параметрів конструктивної форми. Наведено особливості динамічного впливу вітру з урахуванням вимушених (пульсаційних) і власних коливань для запобігання резонансу. Оптиміальне проектування ґратчастої градирні площею зрошення 1 600 м² з урахуванням особливостей вітрового впливу. Після виконання оптимізаційного розрахунку і з урахуванням реальної моделі виконано твердотільне моделювання в ПК «Текла», а також наведені показання за результатами оптимізації.

Ключові слова: аналіз особливостей збору навантажень, дослідження динамічних властивостей сталевих градирень, оптиміальне проектування ґратчастої градирні.

ANTON TANASOGLO, SERGII BAKAYEV, SERAFIM FOMENKO,
KIRILL KUTAYTSEV, LYUDMILA KOZLOVA
INVESTIGATION OF THE STRESS STATE OF AN OPTIMAL TOWER COOLING
TOWER WITH AN IRRIGATION AREA OF 1 600 M²
Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

Abstract. This article provides an overview of the current state of the research topic; analysis of the features of collecting loads and calculating steel cooling towers according to domestic standards. The main combinations of loads are given, taking into account the duration of their impact on the cooling tower. The study of the dynamic properties of a steel cooling tower is carried out using finite element modeling, taking into account the variability of the parameters of the structural shape. The features of the dynamic effect of the wind are given, taking into account the forced (pulsational) and natural oscillations for the inadmissibility of resonance. Optimal design of a grid cooling tower with an irrigation area of 1 600 m², taking into account the peculiarities of wind exposure. After performing the optimization calculation and taking into account the real model, solid-state modeling was performed in the PC «Tekla», as well as indications for the results of optimization are given.

Key words: analysis of load collection features, study of the dynamic properties of a steel cooling tower, optimal design of a lattice cooling tower.

Танасогло Антон Владимирович – кандидат технических наук, доцент кафедры металлических конструкций и сооружений ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: эксплуатационная надежность и оптимальное проектирование конструкций воздушных линий электропередачи и антенных опор. Изучение действительной работы металлических решетчатых конструкций башенного типа.

Бакаев Сергей Николаевич – кандидат технических наук, доцент кафедры металлических конструкций и сооружений ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: обеспечение надежной работы и долговечности конструкций опор воздушных линий, порталов и стоек под оборудование открытых распределительных устройств электрических подстанций в условиях повышения мощностей энергопотребления и с учетом условий и различий их эксплуатации, проектирования конструкций с гарантированными показателями долговечности.

Фоменко Серафим Александрович – кандидат технических наук, доцент кафедры теоретической и прикладной механики ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: развитие общей методики динамических расчетов элементов строительных конструкций и поиск рациональных способов гашения колебаний.

Кутайцев Кирилл Сергеевич – магистрант ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: эксплуатационная надежность и оптимальное проектирование решетчатых конструкций башенного типа.

Козлова Людмила Викторовна – кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики, экспертизы и управления недвижимостью ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: мониторинг социально-экономического развития муниципальных образований. Экономическая и социальная среда функционирования объектов недвижимости.

Танасогло Антон Володимирович – кандидат технических наук, доцент кафедры металлических конструкций и споруд ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: експлуатаційна надійність та оптимальне проектування конструкцій повітряних ліній електропередавання та антенних опор. Вивчення дійсної роботи металевих ґратчастих конструкцій баштового типу.

Бакаєв Сергій Миколайович – кандидат технических наук, доцент кафедры металлических конструкций и споруд ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: забезпечення надійної роботи і довговічності конструкцій опор повітряних ліній, порталів і стійок під обладнання відкритих розподільчих пристроїв електричних підстанцій в умовах підвищення потужностей енергоспоживання та з урахуванням умов і відмінностей їх експлуатації, проектування конструкцій з гарантованими показниками довговічності.

Фоменко Серафим Олександрович – кандидат технических наук, доцент кафедры теоретичної та прикладної механіки ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: розвиток загальної методики динамічних розрахунків елементів будівельних конструкцій і пошук раціональних способів гасіння коливань.

Кутайцев Кирило Сергійович – магістрант ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: експлуатаційна надійність і оптимальне проектування ґратчастих конструкцій баштового типу.

Козлова Людмила Вікторівна – кандидат економічних наук, доцент кафедри економіки, експертизи та управління нерухомістю ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: моніторинг соціально-економічного розвитку муніципальних утворень. Економічне і соціальне середовище функціонування об'єктів нерухомості.

Tanasoglo Anton – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Metal Structures and Constructions Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: operational reliability and optimal design of overhead power transmission line and antenna support structures. Studying of the valid work of metal lattice tower supports.

Bakayev Sergii – Ph.D. (Eng.), Associate Professor; Metal Structures and Constructions Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: reliable operation supply and durability of the transmission line supports structures, portal frames and pillars underneath the equipment of outdoor switchgears of electric substation in terms of the power consumption stepping up and with regards to the conditions and distinctions of their operation, structural designing work with the guarantee indices of durability.

Fomenko Serafim – Ph. D. (Eng.), Associate Professor; Theoretical and Applied Mechanics Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: development of the general dynamic design technique of building structure elements and search for the rational ways of vibration damping.

Kutaytsev Kirill – Master's student, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: operational reliability and optimal design of tower-type lattice structures.

Kozlova Lyudmila – Ph. D. (Econ.), Associate Professor, Economics, Expertise and Property Management Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: monitoring of socio-economic development of municipalities. Economic and social environment of real estate objects functioning.

СОДЕРЖАНИЕ

ЛЕВЧЕНКО В. Н., КРОТЮК В. И., БОЦМАН Н. В., ВИНОКУРОВ Б. Я. Методы обеспечения требований уровня надежности и долговечности зданий и сооружений	5
РОГОВИК Е. Г., СОКОЛЯНСКИЙ В. В. Целесообразность разработки рациональной технологии изготовления строительных изделий повышенной прочности и долговечности на основе композитов на цементных вяжущих и активированной воде затворения	12
САВЕНКО Э. С., САВЕНКОВ Н. В., КОВАЛЁВА Л. Р. Исследование метода электрогидравлической раздачи при восстановлении деталей кривошипно-шатунного механизма	19
КАЛПАКОВА Ю. А., ЛОГАЧЕВ Е. С., БУРИЛО Н. А. Создание комфортной эстетически-психологической среды для людей маломобильных групп населения и поддержание равенства между здоровыми людьми и людьми с ограниченными возможностями	26
КОПЕЦ Ю. В. Программно-целевой подход к управлению отходами	31
БЕНАИ Х. А., ЗАГОРУЙКО Т. И., ХАРЬКОВСКАЯ Н. Н. Архитектурно-типологическая организация зданий научно-исследовательских центров в условиях реконструкции	35
МИРОНОВА В. В., МАРЦИКОВСКАЯ С. К., СЕРГЕЕВА Н. Д. К вопросу внедрения инноваций в энергокомплекс Брянского региона	40
РОЗДОБУТЬКО Д. А., ИВАНОВА Ж. В. Оценка методов защиты зданий, расположенных на затопляемых территориях	46
МАЛЮТИНА Т. П., ДАВЫДЕНКО И. П. Задание поверхности вращения эвольвенты круга методом подвижного симплекса	51
НЕЗДОЙМИНОВ В. И., МОГУКАЛО А. В., ЗАГОРУЙКО Т. И. Возможность использования избыточного активного ила в качестве органоминерального удобрения	56
ЗАВОРОТНЫЙ Д. В., УВАРОВА А. М., ПАНЬКОВА Т. В. Применение программного комплекса FlowVision для моделирования движения жидкости в эрлифтном биореакторе-осветлителе	61
ГАСАНОВА Т. Д., МАММЕДЛИ Т. Ш. Мониторинг и инженерные сейсмологические исследования высотных зданий на основе сбора данных сейсмометрической станции	65
ПРИЩЕНКО Н. Г., ЧЕРНЫШЕВА Т. А., ТРУСКАЛОВА А. А., НИКАНДРОВ Б. В. Разработка строительно-акустических мероприятий по защите селитебной территории от шума источников торгово-развлекательного комплекса	69
БРЫЖАТАЯ Е. О., БРЫЖАТЫЙ О. Э., МАСЛО Н. С. Регулирование напряженно-деформированного состояния конструкций многоэтажного каркасного здания на плитном фундаменте	80
ТАНАСОГЛО А. В., БАКАЕВ С. Н., ФОМЕНКО С. А., КУТАЙЦЕВ К. С., КОЗЛОВА Л. В. Исследование напряженного состояния оптимальной башенной градирни площадью орошения 1 600 м ²	89

Статьи, публикуемые в журнале «Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры», размещены

- в российской информационно-аналитической системе – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)
- в электронно-библиотечной системе IPRbooks
- в информационно-поисковой системе Google Scholar.

ЗМІСТ

ЛЕВЧЕНКО В. М., КРОТЮК В. І., БОЦМАН Н. В., ВІНОКУРОВ Б. Я. Методи забезпечення необхідного рівня надійності та довговічності будівель і споруд	5
РОГОВИК О. Г., СОКОЛЯНСЬКИЙ В. В. Доцільність розробки раціональної технології виготовлення композитів на цементних в'язучих і активованій воді замішування і будівельних виробів на їх основі, що мають підвищену міцність і довговічність	12
САВЕНКО Е. С., САВЕНКОВ Н. В., КОВАЛЬОВА Л. Р. Дослідження методу електрогідравлічної роздачі при відновленні деталей кривошипно-шатунного механізму	19
КАЛПАКОВА Ю. А., ЛОГАЧОВ Є. С., БУРИЛО Н. О. Створення комфортного естетично-психологічного середовища для людей маломобільних груп населення і підтримання рівності між здоровими людьми і людьми з обмеженими можливостями	26
КОПЕЦЬ Ю. В. Програмно-цільовий підхід до управління відходами	31
БЕНАІ Х. А., ЗАГОРУЙКО Т. І., ХАРЬКОВСЬКА Н. М. Архітектурно-типологічна організація будівель науково-дослідних центрів в умовах реконструкції	35
МИРОНОВА В. В., МАРЦИНКОВСЬКА С. К., СЕРГЄЄВА Н. Д. До питання впровадження інновацій в енергокомплекс Брянського регіону	40
РОЗДОБУТКО Д. А., ІВАНОВА Ж. В. Оцінка методів захисту будівель, розташованих на затоплюваних територіях	46
МАЛЮТІНА Т. П., ДАВИДЕНКО І. П. Задання поверхні обертання евольвенти круга методом рухомого симплексу	51
НЕЗДОЙМІНОВ В. І., МОГУКАЛО А. В., ЗАГОРУЙКО Т. І. Можливість використання надлишкового активного мулу як органомінерального добрива	56
ЗАВОРОТНИЙ Д. В., УВАРОВА О. М., ПАНЬКОВА Т. В. Застосування програмного комплексу FovVision для моделювання руху рідини в ерліфтному біореакторі-освітлювачі	61
ГАСАНОВА Т. Д., МАММЕДЛІ Т. Ш. Моніторинг та інженерні сейсмологічні дослідження висотних будівель на основі збору даних сейсмометричної станції	65
ПРИЩЕНКО М. Г., ЧЕРНИШЕВА Т. О., ТРУСКАЛОВА А. А., НІКАНДРОВ Б. В. Розробка будівельно-акустичних заходів щодо захисту сельбищної території від шуму джерел торгово-розважального комплексу	69
БРИЖАТА К. О., БРИЖАТИЙ О. Є., МАСЛО М. С. Регулювання напружено-деформованого стану конструкцій багатоповерхового каркасного будинку на плитному фундаменті	80
ТАНАСОГЛО А. В., БАКАЄВ С. М., ФОМЕНКО С. О., КУТАЙЦЕВ К. С., Л. В. КОЗЛОВА Дослідження напруженого стану оптимальної баштової градірні площею зрошення 1 600 м ²	89

Статті, що публікуються у журналі «Вісник Донбаської національної академії будівництва і архітектури», розміщені

- в російській інформаційно-аналітичній системі – Російський індекс наукового цитування (РІНЦ)
- в електронно-бібліотечній системі IPRbooks
- в інформаційно-пошуковій системі Google Scholar.

CONTENTS

LEVCHENKO VIKTOR, KROTUYK VLADIMIR, BOTSMAN NATALYA, VINOKUROV BOGDAN. The Reinforced Concrete Structures Service Life Assessment and the Tasks of Supporting the Reliability of Buildings and Structures	5
ROGOVIK HELEN, SOKOLYANSKY VLADIMIR. Expediency for the Development of a Rational Technology for the Production of Composites Based on Cement Binders and Activated Mixing Water and Construction Products Based on them, which Have Increased Strength and Durability	12
SAVENKO EDUARD, SAVENKOV NIKITA, KOVALEVA LILIA. Research of the Method of Electrohydraulic Distribution when Restoring Parts of Crank – Connecting Rod Mechanism	19
KALPAKOVA YULIA, LOGACHEV YEGOR, BURILLO NADEZHDA. Creating a Comfortable Aesthetic and Psychological Environment for People with Limited Mobility and Maintaining Equality Between Healthy People And People with Disabilities in Society	26
KOPETS IURII. Program-Targeted Approach to Waste Management	31
BENAI HAFIZULA, ZAGORUIKO TAMARA, KHARKOVSKAYA NATALYA. Architectural and Typological Organization of Buildings of Research Centers in Conditions of Reconstruction	35
MIRONOVA VICTORIA, MARCIKOVSKAYA SVETLANA, SERGEEVA NINA. On the Issue of Innovation Implementation in the Energy Complex of the Bryansk Region	40
ROZDOBUTKO DARYA, IVANOVA ZHANNA. Assessment of Methods of Protection of Buildings Located in Flooded Areas	46
MALYUTINA TATYANA, DAVYDENKO IVAN. Setting the Rotation Surface of the Circle Evolvent by the Moving Simplex Method	51
NEZDOYMINOV VIKTOR, MOGUKALO ANASTASIA, ZAGORUIKO TAMARA. Possibility of using Excessive Active Sludge as Organomineral Fertilizer	56
ZAVOROTNYI DMITRII, ALEXANDRA UVAROVA, TATYANA PANKOVA. Application of the «FlowVision» Software Complex for Simulation of Fluid Motion in Airlift Bioreactor-Clarifier	61
HASANOVA TUKEZBAN CAFAR, MAMMEDLI TURAL SHAKIR. Monitoring and Earthquake Engineering Studies of High-Rise Building from Data Acquisition of an Seismometric Station	65
PRISHCHENKO NIKOLAI, CHERNYSHEVA TAMARA, TRUSKALOVA ANTONINA, NIKANDROV BORYS. Development of Construction and Acoustic Measures to Protect the Residential Area from the Noise of Shopping and Entertainment Complex	69
BRYZHATAYA EKATERYNA, BRYZHATY OLEG, MASLO NIKOLAY. Regulation of the Stress-Strain State of Structures of a Multi-Storey Frame Building on a Slab Foundation	80
TANASOGLO ANTON, BAKAYEV SERGII, FOMENKO SERAFIM, KUTAYTSEV KIRILL, KOZLOVA LYUDMILA. Investigation of the Stress State of an Optimal Tower Cooling Tower with an Irrigation Area of 1 600 m ²	89

The articles published in journal «Proceeding of the Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture» are indexed by:

- the Russian Information and Analytical System – Russian Science Citation Index (RSCI)
- the electronic-library system IPRbooks
- the search engine Google Scholar.