МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Донской государственный технический университет»
в г. Шахты Ростовской области
(ИСОиП (филиал) ДГТУ в г. Шахты)

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Сборник научных трудов

Научное электронное издание

ШАХТЫ
ИСОиП (филиал) ДГТУ в г. Шахты
2026

УДК 69+614+534+624+621

Редакционная коллегия:
С.А. Масленников, М.Д. Молев, Е.И. Костромина, В.И. Голик, Д.А. Бутко, Х.С. Явруян, О.В. Дымникова, В.А. Дмитриенко

Перспективные технологии в строительстве и техносферной безопасности : сборник научных трудов : научное электронное издание / редкол. : С.А. Масленников [и др.] ; Ин-т сферы обслуж. и предпринимательства (филиал) федер. гос. бюдж. образоват. учреждения высш. образования «Донской гос. техн. ун-т» в г. Шахты Рост. обл. (ИСОиП (филиал) ДГТУ в г. Шахты). – Шахты : ИСОиП (филиал) ДГТУ в г. Шахты, 2026. – 1 CD-ROM. – Систем. требования : Pentium III 866 МГц ; 3,30 Мб RAM ; Windows XP ; Adobe Reader 7.0 (или аналогичный продукт для чтения файлов PDF) ; CD-ROM дисковод ; мышь. – Загл. с экрана. – ISBN 978-5-907579-39-2. – Текст : электронный.

В сборник вошли материалы лучших докладов по итогам работы Национальной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Перспективные технологии в строительстве и техносферной безопасности-2026».

Конференция проведена в соответствии с приказом № 361-А от 14.11.2025 г.

Материалы в сборнике публикуются в авторской редакции. Ответственность за аутентичность цитат, приводимых имен и дат, а также за точность употребляемой терминологии несут сами авторы.

© ИСОиП (филиал) ДГТУ в г. Шахты, 2026

Подписано к использованию 06.04.2026

Объем 3,30 Мб

Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты
346500, г. Шахты, Ростовская обл., ул. Шевченко, 147

СОДЕРЖАНИЕ

Семенов Н.Н., Торопова А.А. Влияние пролития питательных грунтов на экологическое загрязнение грунта и грунтовых вод 4
Войнова О.А., Лемешко М.А. Стенд для исследования поглощения и отражения звука 8
Кожемяченко А.В., Лемешко М.А., Димитров О.В. Обзор и анализ методов охлаждения солнечных панелей 13
Костромина Е.И., Шкуренко А.Е. Анализ источников загрязнения атмосферы пылью в г. Шахты 17
Дмитриенко В.А., Медакова Д.С. Исследование характеристик грунтов в лабораторных условиях 24
Молев М.Д., Русаков А.Е., Самарская А.М. Разработка предложений по совершенствованию методики оценки профессионального риска строителей 28
Молев М.Д., Умнов И.В. Основные аспекты методологии совершенствования безопасности труда преподавателей в вузе 33
Дмитриенко В.А., Бородин С.В. Моделирование ндс массива грунта при строительстве подземной парковки 39
Дмитриенко В.А., Кавинская О.О., Набивач Н.С. Оценка адекватности определения прочности образцов раствора разной формы 44
Галенко А.П., Дмитриенко В.А. Оценка звукоизоляции светопрозрачных конструкций 50
Меренкова Н.В., Кулишенко А.О. Расчет стальных конструкций в программе «Ферма» 55
Пашкова О.В., Ивахнюк К.Д., Яценко М.А. Оценка изменения физических свойств грунтов на различной глубине 61
Лемешко М.А., Бояринцев К.Р. Электромобили и их влияние на экологию 66
Лемешко М.А., Димитров О.В. Исследование дистилляции воды с использованием солнечной энергии 70
Лемешко М.А., Кавинская О.О. Стационарный стенд и методика исследования звукоизолирующих материалов 76
Лемешко М.А., Чаплин П.С., Величко И.О. Исследование эффективности солнечных панелей 81
Гридасова В.В., Дмитриенко В.А. Нерациональное использование помещений в жилых домах, проблемы и их пути решения 85

УДК 614.76
Н.Н. Семенов[1], А.А. Торопова[2]
[1]Доцент
[2]Студент
Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты

ВЛИЯНИЕ ПРОЛИТИЯ ПИТАТЕЛЬНЫХ ГРУНТОВ НА ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ГРУНТА И ГРУНТОВЫХ ВОД

THE EFFECT OF NUTRIENT SOIL SHEDDING ON ENVIRONMENTAL POLLUTION OF SOIL AND GROUNDWATER

Аннотация. *Пролитие питательных грунтов приводит к загрязнению почвы и грунтовых вод, что является одной из глобальных экологических проблем, которая затрагивает продовольственную безопасность, экологические системы, биоразнообразие и здоровье человека.*
Ключевые слова: *нитраты, почва, химические вещества, экологическая система, питательные грунты.*

Summary. *The shedding of nutrient soils leads to contamination of soil and groundwater, which is one of the global environmental problems affecting food security, ecological systems, biodiversity and human health.*
Keywords: *nitrates, soil, chemicals, ecological system, nutrient soils.*

Одна из актуальных экологических проблем – загрязнение почвы и грунтовых вод за счет пролития питательных грунтов. Пролитие питательных грунтов, особенно богатых удобрениями приводит к эвтрофикации почвы и грунтовых вод, вызывая цветение водоемов, накопление солей, гибель микроорганизмов, а также накопление тяжелых металлов и токсичных веществ, что снижает качество воды и плодородия, делая их опасными для биоразнообразия и человека.

Основными источниками загрязнения почвы и грунтовых вод являются минеральные и органические удобрения.

В свою очередь разные типы удобрений оказывают многообразные воздействия на почву. Таким образом:

– азотные удобрения могут повышать кислотность почвы, что приводит к выщелачиванию кальция и магния, ухудшая ее структуру;

– фосфорные удобрения могут накапливаться в почве и способствовать эвтрофикации водоемов при смыве;

– органические удобрения (навоз, компост) могут содержать тяжелые металлы и патогены, которые также могут мигрировать в грунтовые воды.

Избыток удобрений может нарушить активность микроорганизмов, участвующих в разложении органических веществ и фиксации азота, что снижает естественное плодородие почвы [1].

Факторами, усиливающими загрязнение, являются:

1. Климатические условия. Таким образом, в регионах с обильными осадками или высоким уровнем грунтовых вод, такими как Камчатка, Краснодарский край – риск вымывания удобрений выше.

2. Рельеф местности. На склонах и в пониженных участках почвы миграция веществ усиливается из-за стока воды.

3. Неправильные агротехнические практики. Отсутствие севооборота, мульчирования и других методов сохранения почвы увеличивает эрозию и вымывание питательных веществ.

Объектами проведенных исследований послужили образцы почвы «Азалия», «Цветочный» и «Кислый торф». Для проведения эксперимента были подготовлены три типа образцов каждого исследуемого грунта:

1. Контрольный образец – чистый грунт без добавок.
2. Образец с добавлением перлита (для создания большей воздухо- и водопроницаемости грунта) – грунт, смешанный с перлитом.
3. Образец с добавлением вермикулита (для создания большей влагоемкости грунта) – грунт, смешанный с вермикулитом.

Экспериментальные условия максимально приближены к реальным агротехническим практикам сельскохозяйственного производства. Исследование осуществлялось в три последовательных этапа. После каждой проливки осуществлялся отбор проб фильтрата (имитирующего грунтовые воды) для количественного и качественного анализа. С помощью стандартизированных тест-методик определялся состав и концентрация веществ, мигрирующих из почвенной матрицы в водные растворы.

В качестве контрольного образца для сравнения использовались показатели водопроводной воды, отобранной из централизованной системы водоснабжения (табл.). Это позволило исключить влияние фоновых концентраций веществ, присутствующих в исходной воде.

Таблица

Образец трубопроводной воды

Наименование показателя	Значение	Наименование показателя	Значение
Кислотность (PH)	7.2	Общий хлор	–
Железо	–	Свободный хлор	–
Медь	–	Сульфаты	–
Марганец	–	Цинк	5
Свинец	–	Хлорид натрия	–
Нитраты	–	Фторид	4
Нитриты	–	Сернистый водород	–

Этап 1. Проливка образцов дистиллированной водой (имитация естественного увлажнения) (рис. 1).

Наименование показателя	Вид грунта								
	Азалия чистый	Азалия +Вермикулит	Азалия+Перлит	Кислый торф чистый	Кислый торф + Вермикулит	Кислый торф+Перлит	Цветочный чистый	Цветочный + Вермикулит	Цветочный + Перлит
Кислотность (PH)	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	7,2	6,8	6,2
Сенистый водород	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Железо	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Медь	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Свинец	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Марганец	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Общий хлор	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Свободный хлор	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Нитраты	500	500	500	25	10	-	500	500	250
Нитриты	10	-	1	-	-	-	-	-	-
Сульфаты	200	-	-	200	-	-	-	-	-
Цинк	-	-	-	0	-	-	5	-	-
Хлорид натрия	2000	1000	2000	100	-	-	-	-	-
Фторид	-	-	-	4	-	-	-	-	4

Рис. 1. Этап 1

Этап 2. Проливка образцов водным раствором универсального удобрения с концентрацией 4 мл/л (имитация агрохимического воздействия) (рис. 2).

Наименование показателя	Вид грунта								
	Азалия чистый	Азалия +Вермикулит	Азалия+Перлит	Кислый торф чистый	Кислый торф + Вермикулит	Кислый торф+Перлит	Цветочный чистый	Цветочный + Вермикулит	Цветочный + Перлит
Кислотность (PH)	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,8	6,2
Сенистый водород	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Железо	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Медь	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Свинец	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Марганец	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Общий хлор	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Свободный хлор	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Нитраты	500	500	500	100	50	25	250	100	250
Нитриты	-	-	1	-	-	-	-	-	-
Сульфаты	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Цинк	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Хлорид натрия	500	100	100	-	-	-	-	-	-
Фторид	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Рис. 2. Этап 2

Этап 3. Повторная проливка образцов дистиллированной водой (моделирование последующего естественного вымывания веществ) (рис. 3).

Наименование показателя	Вид грунта								
	Азалия чистый	Азалия +Вермикулит	Азалия+Перлит	Кислый торф чистый	Кислый торф + Вермикулит	Кислый торф+Перлит	Цветочный чистый	Цветочный + Вермикулит	Цветочный + Перлит
Кислотность (PH)	6,2	6,2	6,8	6,2	6,2	6,2	6,2	7,2	6,2
Сенистый водород	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Железо	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Медь	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Свинец	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Марганец	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Общий хлор	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Свободный хлор	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Нитраты	500	250	100	100	25	250	100	250	250
Нитриты	-	-	1	-	-	-	-	-	-
Сульфаты	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Цинк	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Хлорид натрия	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Фторид	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Рис. 3. Этап 3

Данная схема проливок воспроизводит типичную последовательность агротехнических операций: увлажнение, внесение удобрений, последующее вымывание остаточных веществ.

Все исследованные грунты (включая «Азалия», «Кислый торф» и «Цветочный») демонстрируют стабильный уровень кислотности в диапазоне 6,2–6,8. Это свидетельствует о том, что добавление перлита и вермикулита не оказывает существенного влияния на pH, что является положительным фактором – кислотность остается в пределах, безопасных для большинства растений и экосистемы в целом.

Наблюдаются значительные различия в концентрации нитратов.

Грунты «Азалия» (чистый, с перлитом, с вермикулитом) показали максимальную концентрацию – 500 мг/л, что может указывать на избыточное накопление нитратов при использовании удобрений. Это потенциально опасно для грунтовых вод – избыток нитратов способен привести:

- к эвтрофикации водоемов (бурному росту водорослей);
- ухудшению качества питьевой воды;
- риску для здоровья человека (при попадании в водоносные слои).

Кислый торф демонстрирует значительно меньшую концентрацию нитратов (100 мг/л), что может быть связано с особенностями структуры торфа, задерживающего нитраты.

Цветочный грунт показывает промежуточные значения (от 100 до 250 мг/л), что говорит о вариативности накопления нитратов в зависимости от состава грунта.

Отсутствие данных по другим показателям (сероводород, железо, медь, свинец и др.) не позволяет сделать выводы о содержании тяжелых металлов и других потенциально опасных веществ. Однако отсутствие превышений по нитратам и хлоридам – уже позитивный сигнал.

Чтобы снизить риски, следует прибегнуть к следующим мерам:

1. Мониторинг. Мониторинг подразумевает регулярный анализ почв на содержание загрязнителей, а также карт загрязненных территориий.
2. Агротехнических меры. Такие меры подразумевают применение агрохимикатов, севооборота, сидерации, а также контроль использования органических удобрений.
3. Фиторемедиация.
4. Биоремедиация.
5. Физико-химические методы. К таким методам относятся: известкование, внесение сорбентов, промывка почв.

Таким образом, пролитие питательных грунтов имеет как негативные, так и положительные стороны. Пролитие питательных грунтов требует сбалансированного подхода. Избыток удобрений приводит к загрязнению почвы и грунтовых вод, что угрожает экосистемам и здоровью человека.

Список литературы

1. Нуриахметова. Минеральные удобрения как источник загрязнения почв и сельскохозяйственной продукции тяжелыми металлами / В.П. Гладышев, Г.М. Пьяных, Е.В. Колесникова, Н.Р. Нуриахметова. – Текст : непосредственный // Сельское хозяйство, лесное хозяйство, рыбное хозяйство : сборник научных статей. – Москва : Перо, 2019. – https://cyberleninka.ru/article/n/mineralnye-udobreniya-kak-istochnik-zagryaz-neniya-pochv-i-selskohozyaystvennoy-produktsii-tyazhelymi-metallami/viewer (дата обращения: 02.12.2025). – Ч. 3. – С. 24–27.

2. МГУЛАБ: испытательный центр: [сайт]. – Москва, 2025. – URL: https://www.msulab.ru/knowledge/soil/zagryaznenie-pochvy-khimicheskimi-veshchestvami/ (дата обращения: 26.11.2025). – Текст : электронный.

3. StudFiles: файловый архив студентов: [сайт]. – Москва, 2019. – URL: https://studfile.net/preview/2074153// (дата обращения: 02.12.2025). – Текст : электронный.

4. 7dach: файловый архив студентов: [сайт]. – Москва, 2023. – URL: https://7dach.ru/Tatianka52/kak-vosstanovit-poleznuyu-biotu-posle-obezzara-zhivaniya-grunta-156510.html (дата обращения: 04.12.2025). – Текст : электронный.

В начало к содержанию

УДК 534.833

О.А. Войнова[1], М.А. Лемешко[2]
[1]Студент
[2]Канд. техн. наук, доцент
Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты

СТЕНД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОГЛОЩЕНИЯ И ОТРАЖЕНИЯ ЗВУКА

STAND FOR THE STUDY OF SOUND ABSORPTION AND REFLECTION

Аннотация. *В работе исследуется проблема шумового загрязнения в городах и его влияние на здоровье человека. Анализируются методы тестирования звукоизоляции, выявляются их недостатки. Разработан новый лабораторный стенд для комплексного исследования звукоизоляции и звукоотражения материалов, минимизирующий искажения. Проведено экспериментальное исследование четырех материалов (пенопласт, базальтовая вата, акустический войлок, древесная стружка) по индексу звукоизоляции (RW) и уровню отражения звука. Результаты показывают различия в эффективности материалов в разных аспектах. Работа имеет практическое значение для строительной отрасли и обеспечения акустического комфорта.*

Ключевые слова: *шумовое загрязнение, акустический комфорт, звукоотражение, звукопоглощение, акустический стенд, звукоизолирующие материалы.*

Summary. *This paper examines urban noise pollution and its impact on human health. Soundproofing testing methods are analyzed, and their shortcomings are identified. A new laboratory setup for comprehensively studying the sound insulation and sound reflection of materials, minimizing distortion, has been developed. An experimental study of four materials (foam plastic, basalt wool, acoustic felt, and wood chips) was conducted to determine their sound insulation index (RW) and sound reflection level. The results demonstrate differences in the effectiveness of the materials in various aspects. This paper has practical implications for the construction industry and for ensuring acoustic comfort.*

Keywords: *noise pollution, acoustic comfort, sound reflection, sound absorption, acoustic setup, soundproofing materials.*

Проблема шумового загрязнения остается одной из главных проблем, пришедших вместе с урбанизацией и развитием инфраструктуры городов. Основными виновниками шума стали стремительно транспорт (автотранспорт, метрополитен, железнодорожный транспорт и авиатранспорт), промышленность и строительство, которые растут с увеличением числа населения и концентрации его в крупных городах. Суть проблемы давно вышла за рамки личного дискомфорта: она напрямую затрагивает здоровье как психическое, так и физическое.

В статье «Влияние шумового воздействия на здоровье человека» отмечается: «Шум приводит к повышению утомляемости, снижению умственной активности, неврозам, ухудшению зрения, росту сердечно-сосудистых заболеваний и т.д.» [1], а в исследовании Росстата «Оценка домохозяйствами пенсионеров состояния занимаемого ими жилого помещения в 2024 году» зафиксирован рост жалоб на шум с 10,3 до 13,1% по Российской Федерации, при этом в столице уровень жалоб увеличился с 21,9 до 25,6% [2].

Эти тревожные тенденции ставят следующую цель – усовершенствовать методики тестирования звукоизолирующих конструкций и повышение точности измерений.

Задачи:

– провести анализ существующих подходов к проблеме звукоизоляции в строительной области;

– минимизировать искажения;

– расширить функциональные возможности, в том числе и создание автоматизации исследования.

В строительной области материалы рассматриваются как средства создания акустического комфорта и выделяют следующие важные аспекты, которым материал должен соответствовать:

Звукопоглощение – это процесс ослабления отраженного звука за счет поглощения доли звуковой энергии поверхностью материала, при этом источник звука и человек, испытывающий нагрузку на слуховые органы, находятся в одном помещении.

Звукоизоляция – это снижение уровня звука, проходящего через ограждающие конструкции, за счет поглощения звуковой энергии материалами, разделяющими источник звука и человека, способного воспринимать звук. В качестве конструкций применяются стены, перегородки, ограждения и т.п.

Исходя из этого, становится очевидно, что эти два аспекта должны работать сообща. В повседневной жизни люди чаще всего говорят об звукоизоляции, но задача звукопоглощения особенно важна для снижения шума от оборудования в помещениях.

В условиях шумного рабочего пространства работники слышат не только прямые звуки от источников шума, но и отраженные от стен, потолка и пола звуковые импульсы. Если материалы выбраны неудачно, отражения звука могут происходить многократно, что приводит к резонансам и реверберациям.

Для эффективного снижения шума необходимо качественно изучать изделия, конструкции, выделять материалы с высокими показателями поглощения и мотивировать появление новых научных кадров. В учебных планах технических направлениях высших и средних профессиональных учебных заведениях обязательным является предмет «Безопасность жизнедеятельности», где проблеме шумового загрязнения выделяется определенный раздел. На лекционных, практических и лабораторных занятиях студенты имеют возможность изучить теорию и углубиться в практику, поэтому существует необходимость в установке стенда для исследования поглощения и отражения звука.

Известен стенд для проведения экспериментальных исследований звукоизолирующих материалов. Например, лабораторный стенд НТЦ-17.55.5, разработанный компанией «Denar», предназначен для проведения практических занятий и исследований в области звукоизоляции и звукопоглощения. В состав стенда входит испытательная камера, установленная на полу, внутри которой размещается акустический излучатель со встроенным усилителем мощности. Также в комплекте имеется шумоизмерительное устройство, представляющее собой измерительный микрофон.

Камера оснащена приспособлениями для монтажа акустических перегородок, которые делят внутреннее пространство на две части. Внутренняя обшивка камеры является сменной. Стенки камеры полностью покрыты звукоизолирующим изделием [3].

Основными недостатками этого стенда являются:

– отсутствие возможности исследовать отражение звука;

– многократное отражение звука, из-за чего вследствие возникают реверберации и резонансные явления;

– искаженные результаты;

– один измерительный прибор, встроенный в конструкцию;

– невозможность изменения расстояния между измерительным прибором и источником звука.

После анализа имеющихся проблем и их решений появилась задача изобрести стенд, который способен минимизировать искажения и расширить функциональные возможности. Необходимо изучать и звукопоглощение, и звукоизоляцию в комплексе.

Такой стенд для исследования звукоизолирующих материалов состоит из корпуса звукоизолированной камеры, выполненного из двух отделений, приемного отделения *1* и излучающего отделения *5*, звукоизолирующего покрытия *4* внутри приемного и излучающего отделений , проема *3* в приемном отделении *1*, для размещения в нем исследуемых образцов, динамика *7*, закрепленного на подвеске, в верхней части которой закреплена рукоять *8*, для изменения расстояния между источником звука и исследуемым образцом; регулируемого усилителя мощности *10*, регулируемого генератора колебаний монохроматической частоты, чувствительных микрофонов *6*, *9*, *13* с функцией записи сигнала в записывающее устройство *12*. Например, «Экофизика-110А», отличающийся от аналогов своей известной многофункциональностью и широкими возможностями [4]. Стенд установлен на опорах *2*.

На рисунке изображена схема устройства стенда.

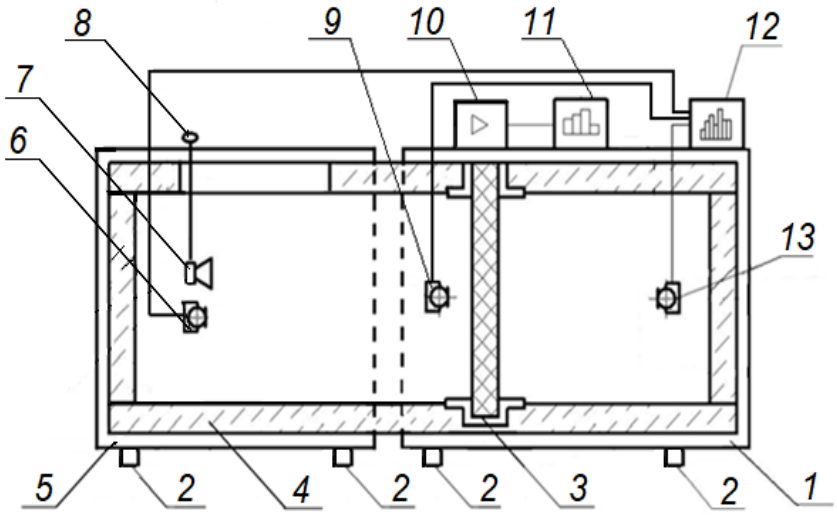

Рис. Устройство стенда

В отличии от других стендов, в используемом стенде обеспечена возможность исследовать процесс отражения звука от передней поверхности исследуемого звукоизолирующего ограждения, и процесс поглощения звука этим ограждением, обеспечено увеличение точности и достоверности измерений и оценки звукоизолирующих свойств исследуемых материалов. Размещение микрофона 6 рядом с динамиком 7, на одинаковом расстоянии от проема 3 с исследуемым образцом обеспечит высокое качество измерений звука, отраженного от исследуемого образца.

С помощью стенда было проведено исследование некоторых материалов – пенопласта, базальтовой ваты, акустического войлока, древесной стружки. Результаты исследования приведены в таблице.

Таблица

Результаты исследований материалы

Исследуемые материалы Индекс звукоизоляции (RW) , ДБА								
мощность, Вт	пенопласт		базальтовая вата		акустический войлок		древесная стружка	
	отражение	RW	отражение	RW	отражение	RW	отражение	RW
10	14,1	26,3	8,5	32,7	7,8	34,4	17,5	26,5
5	8,0	18,5	6,5	24,8	6,7	22,5	16,8	19,5
3	4,0	12,8	3,2	15,5	4,2	16,4	4,4	11,2

По итогам исследования стали очевидны сильные и слабые стороны материалов в аспектах звукоизоляции и звукоотражения. Компенсировать слабые стороны данных образцов возможно их компоновкой в звукоизоляционные сэндвич-панели [5, с. 56].

Таким образом, в данной работе поднимается вопрос о решении актуальной проблемы шумового загрязнения, предлагается новый акустический стенд для исследования поглощения и отражения звука и получены данные о свойствах звукоизолирующих материалов при различных частотах звуковых колебаний и различной мощностей источника звука.

Список литературы

1. Влияние шумового воздействия на здоровье человека / А.М. Ефанов, О.Л. Ляхова, О.А. Мезенцева. – Текст : электронный // Наука-2020. – 2019. – № 11(36). – С. 158–162. – URL: https://elibrary.ru/ item.asp?id=41857681 (дата обращения: 20.11.2025). – Режим доступа : научная электронная библиотека eLIBRARY.RU.

2. Росстат : официальный сайт. – Москва. – URL: https://www.rosstat.gov.ru/ (дата обращения: 20.11.2025). – Текст : электронный.

3. Denar : официальный сайт. – Ярославль. – URL: https://denar-prof.ru/products/1631 (дата обращения: 20.11.2025). – Текст : электронный.

4. МультиПрибор : официальный сайт. – Москва. – URL: https://ekosf.ru/product/ekofizika-110a-belaya/?ysclid=mj7dbvr51v746277830 (дата обращения: 20.11.2025). – Текст : электронный.

5. Лемешко, М.А. Исследование звукоотражающих ограждений / М.А. Лемешко, А.А. Колодийчик – Текст : электронный // Перспективные технологии в строительстве и техносферной безопасности : сборник научных трудов / редкол. : С.А. Масленников [и др.]. – Шахты : ИСОиП (филиал)

ДГТУ в г. Шахты, 2022. – 1 CDROM. – Систем. требования : Pentium III 866 МГц ; 4,64 Мб RAM ; Windows XP ; Adobe Reader 7.0 (или аналогичный продукт для чтения файлов PDF). – ISBN 978-5-907186-99-6 – С. 53–60.

В начало к содержанию

УДК: 621.36

А.В. Кожемяченко[1], М.А. Лемешко[2], О.В. Димитров [3]
[1]Докт. техн. наук, профессор
[2]Канд. техн. наук, доцент
[3]Студент
Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты

ОБЗОР И АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОХЛАЖДЕНИЯ СОЛНЕЧНЫХ ПАНЕЛЕЙ

REVIEW AND ANALYSIS OF SOLAR PANEL COOLING METHODS

Аннотация. *Статья посвящена исследованию эффективности солнечных панелей при различных условиях эксплуатации, при различной нагрузке. Рассмотрены вопросы повышения энергетической эффективности солнечных панелей при различных способах ее охлаждения. Приведены некоторые результаты обзора источников, посвященных методам охлаждения солнечных панелей. В процессе исследований выявлена необходимость изучить известные способы охлаждения солнечной панели на стенде и сравнить результаты. Предложены также собственные идеи по охлаждению солнечных панелей, включая использование испарительного охлаждения. Приведено описание проблемы о необходимости совершенствования солнечных панелей. Рассмотрен вопрос исследований методов охлаждения солнечной панели, приедены результаты экспериментальных исследований. Приведено описание метода воздушного охлаждения тыльной поверхности солнечной панели путем обдува этой поверхности вентиляторами относительно малой мощности.*

Ключевые слова: *солнечные панели, производительность, влияние температуры, охлаждение панели, стенд для исследования, охлаждение конвекцией.*

Summary. *This article examines the efficiency of solar panels under various operating conditions and loads. It also considers ways to improve their energy efficiency using various cooling methods. A review of sources on solar panel cooling methods is presented. The study revealed the need to test existing solar panel cooling methods and compare the results. The article also offers its own ideas for cooling solar panels, including the use of evaporative cooling. A description of the need to improve solar panels is provided. Research into solar panel cooling methods is considered, and experimental results are presented. A method for air cooling the back surface of a solar panel by blowing relatively low-power fans over it is described.*

Keywords: *solar panels, performance, temperature effect, panel cooling, test rig, convection cooling.*

Введение. Удовлетворение энергией предшествующего столетия происходило, в основном, за счет невозобновляемых источников энергии, таких как уголь, нефть, газ. При этом использование возобновляемых источников в энергетике, оценивается на уровне 15–18 %. Развитие современной энергетики продолжится путем дальнейшего использовании углеводородов в качестве сырья для получения электроэнергии и тепловой энергии.

Этот фактор остается главной причиной дальнейшего ухудшения экологической обстановки, в части загрязнения атмосферы, почвы, водных ресурсов, ввиду выделения большого количества опасных и вредных продуктов сгорания углеводородного сырья.

В то же время, и в мире, и в России, активно ведутся работы по максимальному неиспользованию традиционных источников энергии на углеводородной основе. Солнечная энергетика, в настоящее время, является трендом альтернативных источников энергии.

Фотоэлектрические преобразователи входят в состав солнечных панелей, солнечных батарей и станций.

Известно, что в зависимости от материала фотоэлектрических преобразователей, технологии изготовления матриц солнечных панелей только 15–20 % падающего на фотоэлемент солнечного излучения преобразуется в электричество. Остальная энергия не используется ввиду малой эффективности солнечных преобразователей. Во многих странах мира ведутся интенсивные исследования, инвестируются весьма значительные средства в создание полупроводниковых материалов для повышения, приведенного выше показателя. В 2024 г. уже были получены полупроводниковые материалы, обеспечивающие увеличение доли полезного использования солнечной энергии до 35–40 %. Однако такие материалы имеют высокую цену при их производстве, а технологии их получения еще не отработаны. Часть солнечной энергии, преимущественно в инфракрасном диапазоне, нагревает поверхность солнечной панели, что как известно, является причиной уменьшения производительности солнечной панели, при повышении температуры окружающего воздуха и температуры корпуса самой солнечной панели. Предыдущими исследованиями нами установлено, что сам процесс фотоэлектрических преобразований, по-видимому является экзотермическим. При опытах, когда температура окружающего воздуха была близка к нулю, при рассеянном солнце, температура солнечной панели увеличилась на 5 градусов [1, 2]. Наряду с этим, что хорошо известно, повышение температуры корпуса солнечной панели, например, в яркий солнечный день, понижает производительность солнечной панели.

Постановка задачи. Проблема снижения производительности солнечных панелей при их нагревании является весьма существенной, этой проблеме посвящаются многие публикации, например [1, 2].

Сущность проблемы в оценке энергоэффективности солнечной панели заключается в отличии условий испытания этих панелей их производителями от фактических переменных условий их использования на месте потребления. Часто объявленная мощность солнечной панели в паспортных данных отличается от фактической мощности в период эксплуатации при высоких температурах. Паспортные данные солнечных панелей от производителя объявляются согласно условиям (STC – Standard Test Conditions), при стандартных условиях испытания солнечных модулей производительностью до 1 кВт/м^2. Однако в реальных условиях эксплуатации, например, в летний период, в ясную погоду, при положении солнца близко к зениту, передняя поверхность солнечной панели нагреваются до 60–80 °С. При этом на каждый градус выше 25 °С мощность батареи уменьшается на 0,25–0,9 % [3].

Это объясняет падение фактической производительности солнечной панели в жаркую погоду, причину снижения КПД солнечных элементов, приводящую к падению напряжения, генерируемого солнечной панелью или солнечной батареей.

Результаты. Исследуя эффективность охлаждения солнечных панелей различными методами, нами выполняются опыты в естественных условиях работы солнечной панели и в лабораторных условиях, когда влияние колебаний внешних фактором отсутствует (например, порывы ветра).

Одним из вариантов охлаждения солнечной панели является воздушное охлаждение. Известны способы обдува поверхности солнечной панели с передней и с тыльной поверхности. Нами разработана конструкция устройства охлаждения солнечной панели потоком воздуха вдоль задней ее поверхности со специальным направляющим устройством для потока охлаждающего воздуха от маломощных вентиляторов (1,4–1,6 Вт). Направляющее устройство выполнено, как показано на рисунке из плоского элемента, прикрепленного с некоторым расстоянием к тыльной поверхности солнечной панели, образуя щель между этим элементом и тыльной поверхностью солнечной панели. В эту щель, величиной 50 мм, продувается вентиляторами воздух.

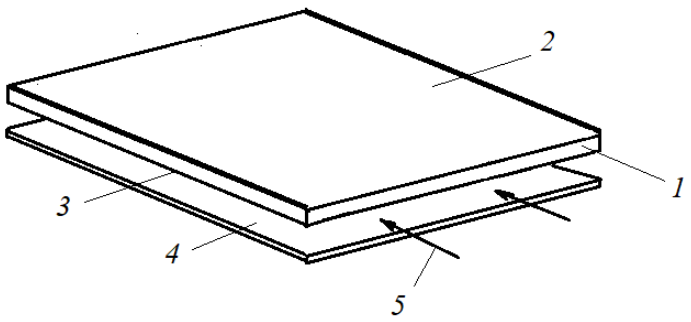

Рис.1. Схема охлаждения тыльной стороны солнечной панели:
1 – солнечная панель; 2 – лицевая сторона; 3 – тыльная сторона;
4 – направляющая пластина; 5 – поток воздуха от вентиляторов

Тепло от тыльной поверхности можно отводить жидкостью или воздухом. Например, можно использовать воду или другую не замерзающую жидкость или хладагент; например, фреон или хладагент R600, как с открытым циклом, так и в режиме закрытого цикла, путем циркуляции рабочего тела, например, в холодильном цикле.

Тепло от солнечной панели может отводиться от солнечной панели и с помощью увлажнения ее передней поверхности, путем полива водой ее верхней поверхности с последующим ее свободным течением вниз по наклонной поверхности солнечной панели.

На рисунке приведена схема охлаждения солнечной панели с тыльной стороны потоком воздуха от вентилятора. На рисунке 2 приведен общий вид стенда, на котором выполнялись исследования. Результаты исследования приведены на рисунке 3.



Рис. 2. Стенд для исследования солнечной панели

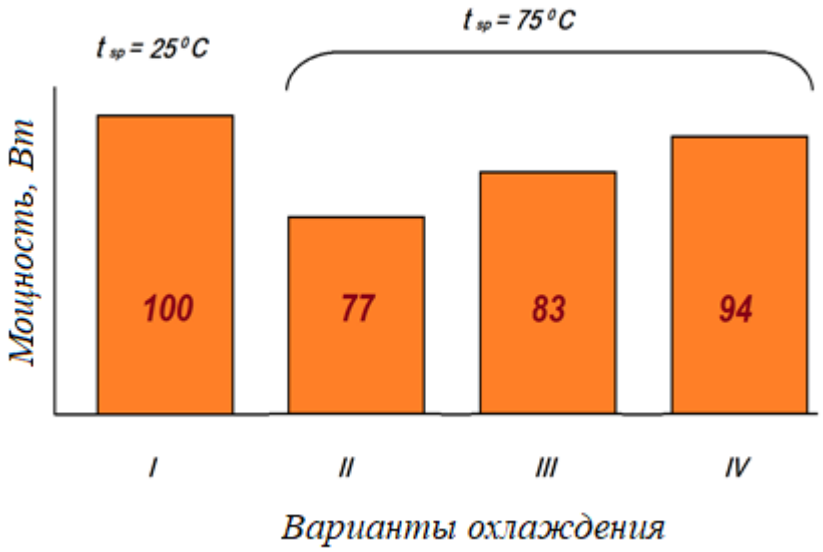

Рис. 3. Результаты экспериментальных исследований

Работа солнечной панели без охлаждения характеризуется показателями режимов работы: *I* (при температуре окружающего воздуха 25 °С и *II* (при температуре окружающего воздуха 75 °С). При этом фактическая мощность солнечной панели составляет 77 % от паспортного значения. При охлаждении вентиляторами с учетом затрат мощности на вентиляторы (*III*), фактическая мощность увеличивается до 83 % от номинального значения. При использовании испарительного охлаждения, без учета затрат на увлажнение (*IV*) фактическая мощность составляет 94 % от номинального значения.

Список литературы

1. Лемешко, М.А. Охлаждение солнечных панелей вентиляторами / М.А. Лемешко, В.А. Койнов. – Текст : электронный // Научная весна – 2024. Технические науки : сборник научных трудов : научное электронное издание / редкол. : С.Г. Страданченко [и др.] ; Шахты : ИСОиП (филиал) ДГТУ в г. Шахты, 2024. – 1 CD-ROM. – ISBN 978-5-907579-46-0. – С. 146–151.

2. Патент № 231151 Российская Федерация, МПК G02B 27/20 (2006.01). Лабораторно-исследовательский стенд для изучения солнечных панелей : №2024116549: заявл. 14.06.2024: опубл. 13.01.2025 / Лемешко М.А., Дмитриенко А.В., Бессонов И.Д.; Заявитель ДГТУ. – Бюл. № 2. – Текст : непосредственный.

3. Кирпичникова, И.М. Повышение энергетической эффективности работы солнечных модулей за счет снижения температуры поверхности / И.М. Кирпичникова, И.Б. Махсумов. – Текст : электронный // Известия ТулГУ. Технические науки. – 2020. – № 2. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/povyshenie-energeticheskoy-effektivnosti-raboty-solnechnyh-moduley-za-schet-snizheniya-temperatury-poverhnosti (дата обращения: 12.11.2025).

В начало к содержанию

УДК 614.715

Е.И.Костромина[1], А.Е. Шкуренко[2]
[1]Старший преподаватель
[2]Студент
Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты

АНАЛИЗ ИСТОЧНИКОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ ПЫЛЬЮ В Г. ШАХТЫ

ANALYSIS OF SOURCES OF ATMOSPHERIC DUST POLLUTION IN THE CITY OF SHAKHTY

Аннотация. *В статье представлен комплексный анализ источников пылевого загрязнения атмосферы в г. Шахты (Ростовская область). На основе данных мониторинга и инструментальных измерений идентифицированы основные антропогенные источники: промышленные предприятия (металлургия, энергетика, строительство), транспортные потоки и техногенные выбросы. Выявлены критические зоны риска, связанные с деятельностью локальных заводов.*

Ключевые слова: *пылевое загрязнение, источники эмиссий, г. Шахты, атмосферный воздух, промышленные выбросы, мониторинг, экологическая безопасность.*

Summary. *The article presents a comprehensive analysis of sources of dust pollution in the atmosphere of Shakhty (Rostov Oblast). Based on monitoring data and instrumental measurements, the main anthropogenic sources have been identified: industrial enterprises (metallurgy, energy, construction), traffic flows, and man-made emissions. Critical risk zones associated with the activities of local plants have been identified.*

Keywords: *dust pollution, emission sources, Shakhty city, atmospheric air, industrial emissions, monitoring, environmental safety.*

В современной научной дискуссии часто рассматривается проблема загрязнения окружающей среды, при этом основное внимание уделяется загрязнению воздуха. Пыль, представляющая собой частицы различной дисперсности и химического состава, оказывает комплексное воздействие на разнообразные биологические системы, включая организм человека.

Наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха проводились на одной станции ФГБУ «Северо-Кавказское УГМС», расположенной в центре жилого района вблизи автомагистрали. Средняя за год концентрация взвешенных веществ составила 4,3 ПДК. Максимальная разовая концентрация превысила допустимый гигиенический норматив в 5,1 раза в ноябре. Вещества, вносящие основной вклад в формирование уровня загрязнения воздуха в г. Шахты показаны на рисунке 1.

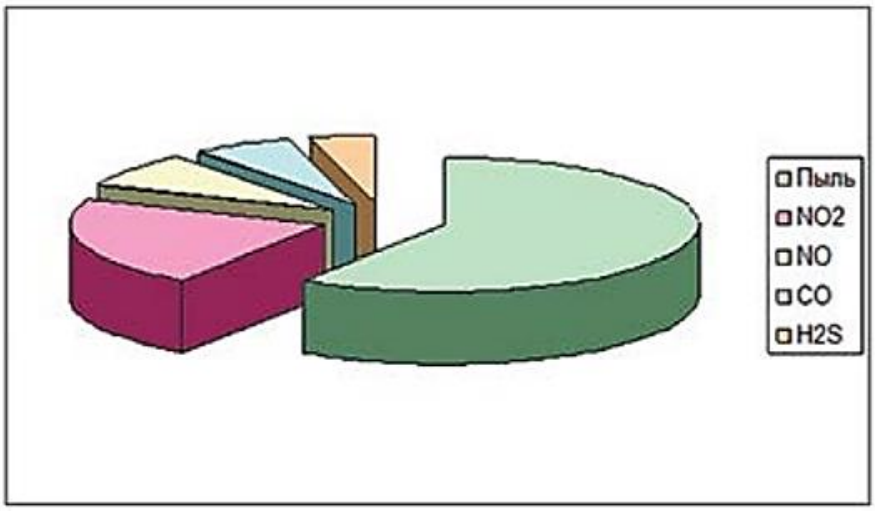

Рис.1. Вещества, вносящие основной вклад в формирование уровня загрязнения воздуха в г. Шахты (по значениям парциальных ИЗА) [1]

За период 2019–2023 гг. по Ростовской области первичная заболеваемость болезнями органов дыхания всего населения выросла на 4,0 %.

За период 2019–2023 гг. заболеваемость хроническим бронхитом среди детского населения Ростовской области выросла в 2,8 раза и составила в 2023 г. 2,7 на 1000 населения, при показателе 0,99 на 1000 населения в 2019 г.

За анализируемый период отмечается рост заболеваемости хроническим бронхитом среди подростков Ростовской области в 2,4 раза с 2,0 на 1000 населения в 2019 г., до 4,79 на 1000 населения в 2023 г.

В 2023 г. заболеваемость хроническим бронхитом взрослого населения (18 лет и старше) составила 12,6 на 1000 населения, против 15,9 на 1000 населения в 2019 г. Высокие уровни заболеваемости зарегистрированы в Багаевском, Белокалитвинском, Веселовском, Егорлыкском, Кагальницком, Кашарском, Константиновском, Куйбышевском, Мартыновском, Милютинском, Обливском, Песчанокопском, Пролетарском, Ремонтненском, Родионово-Несветайском, Советском, Усть-Донецком, Целинском районах и городах Ростове-на-Дону, Зверево, Батайске, Новошахтинске, Таганроге, Шахты. В сравнении с 2019 г. заболеваемость аллергическим ринитом среди детей снизилась на 11,4 %, среди подростков на 26,9 %, среди взрослого населения на 17,5 %.

На рисунке 2 показана средняя концентрация взвешенных веществ по городам Ростовской области [2].

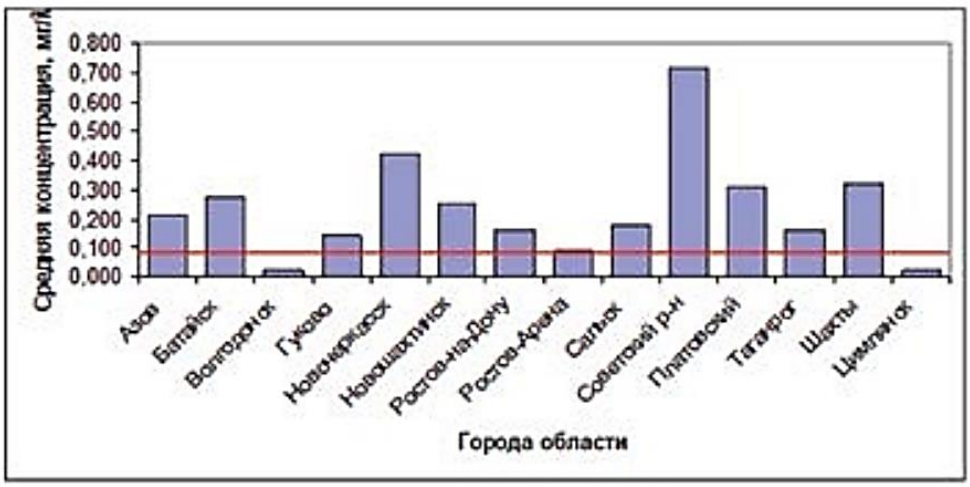

Рис. 2. Средняя концентрация взвешенных веществ по городам Ростовской области [1]

Природные характеристики территории г. Шахты в Ростовской области, способствующие высокому уровню запыленности воздуха, определяются климатическими условиями, типами почв и ландшафтными особенностями региона, а также спецификой растительности.

Город Шахты расположен в степной зоне Ростовской области, где климат характеризуется засушливостью, низкой влажностью и частыми ветрами. Особенно сильные восточные ветра, скорость которых может достигать 12–15 м/с. Данные ветры возникают в моменты значительных колебаний атмосферного давления, например, между циклонами и антициклонами, и обладают высокой способностью поднимать и переносить пыль с открытых, сухих и голых земель. Ветер является основным фактором, способствующим образованию пылевых бурь, которые регулярно наблюдаются в данном регионе.

Почвенный покров региона представлен в основном легкими и рыхлыми типами. К ним можно отнести песчаные и осадочные породы, состоящие из смеси глины и песка. Участки, подверженные ветровым воздействиям, особенно в условиях низкой влажности, создают серьезные проблемы. Недостаток или слабое развитие растительности на обширных территориях усугубляют ситуацию, поскольку растительность выполняет функцию естественного барьера, замедляющего ветер и закрепляющего почву. В окрестностях города обширные площади с недостаточным растительным покровом способствуют быстрому процессу эрозии почвы и увеличению концентрации пыли в атмосфере.

Окружающая среда г. Шахты претерпела негативные изменения в результате хозяйственной деятельности: открытые терриконы угольных предприятий, строительные площадки и иные нарушенные участки представляют собой дополнительные источники пыли. Также пыль может переноситься из соседних регионов, таких как Астраханская область и Калмыкия, где аналогичные природно-климатические условия способствуют увеличению пылевых выбросов в сухую и ветреную погоду [3].

Источники пылевого загрязнения воздуха в городе Шахты формируются как под воздействием природных, так и антропогенных факторов. Антропогенные источники включают в себя промышленные предприятия, транспортные средства, тепловые электростанции и отвалы шахтных отходов.

ООО «Шахтинска керамика» – крупное предприятие по производству облицовочной плитки, декоративных керамических элементов и керамогранита, расположенное в г. Шахты Ростовской области. Для производства используется природная глина, а технологический процесс включает этапы добычи, переработки и сушки сырья, формовки изделий и их обжига.

Основные источники пылевого выброса на предприятии связаны с механической обработкой глины – дроблением и измельчением, где в воздух может попадать мелкодисперсная глинистая пыль. Также при транспортировке сухого сырья и готовой продукции возможно распространение пылевых частиц в производственной зоне и за ее пределами. Несмотря на применение современных технологических линий и систем пылеулавливания, полное исключение пылевых выбросов невозможно.

Кроме того, сырьевая база предприятия, легкие глинистые почвы, по своей природе легко образуют пыль при нарушении целостности и контакте с атмосферным воздухом, что усиливает влияние производства на общее загрязнение [4].

Ростовский электрометаллургический завод (РЭМЗ) оказывает негативное влияние на экологию. Появление желтой пыли, которая обуславливается выбросами с завода, а также на стойкий неприятный запах, что мешает жителям города в летний период. Содержание вредных веществ в окрестностях завода существенно превышает предельно допустимые концентрации, включая тяжелые металлы, такие как цинк, кадмий, свинец и мышьяк, что свидетельствует о техногенном загрязнении атмосферы и почвы.

Техногенное загрязнение пылью связано с процессами выплавки стали и накоплением шлака на территории предприятия и вокруг него, которые способствуют образованию и распространению пыли в городской среде. Несмотря на такие проблемы, доступ к информации о методах очистки и управлении выбросами на самом предприятии ограничен, что затрудняет точное определение масштабов и путей снижения пылевой загрязненности [5].

Производственная деятельность ППТК «ЭНЕРГОСТРОЙ», одного из ведущих производителей комплектов оборудования для строительства водопроводных и канализационных систем, оказывает значительное влияние на уровень пылевого загрязнения в городе Шахты Ростовской области. Компания, основанная в 2002 г., специализируется на производстве более 200 наименований железобетонных изделий, включая кольца, плиты и лотки, которые применяются в инженерных коммуникациях.

В процессе производства железобетонных изделий происходит выделение пылевых частиц в атмосферный воздух, обусловленное технологическими операциями, такими как подготовка сырья, смешивание компонентов и обработка готовой продукции. Несмотря на внедрение современных технических средств и санитарно-гигиенических мероприятий, уровень пылевого загрязнения от деятельности предприятия остается значимым фактором загрязнения воздуха в районе. Это требует проведения постоянного мониторинга и внедрения дополнительных мер по снижению эмиссии пыли для защиты экологии и здоровья населения города.

Таким образом, ППТК «ЭНЕРГОСТРОЙ» является важным объектом для экологического анализа в контексте оценки источников пылевого загрязнения атмосферы в Шахтах, что имеет большое значение для разработки стратегий улучшения качества воздуха и минимизации экологических рисков [6].

Производственная деятельность ООО «КомСтрой», специализирующегося на выпуске кирпича и других строительных материалов в городе Шахты Ростовской области, оказывает значительное влияние на уровень

пылевого загрязнения атмосферного воздуха. В процессе производства кирпича происходит образование и выделение в атмосферу пылевых частиц, что связано с технологическими этапами, такими как подготовка сырья, формование и обжиг продукции.

Несмотря на применение современных технологий и наличие контроля качества, пылевыделение при производстве остается одним из значимых факторов загрязнения воздуха в городской среде. Накопление пылевых частиц в атмосфере может негативно сказываться на экологическом состоянии района и здоровье жителей, способствуя развитию респираторных заболеваний и ухудшению качества жизни.

Таким образом, ООО «КомСтрой» представляет важный объект для экологического мониторинга и оценки влияния промышленных источников пылевого загрязнения в Шахтах, что подчеркивает необходимость комплексных мер по снижению эмиссии пыли и улучшению экологической обстановки в городе [7].

В условиях городской среды склады становятся локальными источниками пыли, которая поднимается в воздух при разгрузке, погрузке, транспортировке и ветровом переносе частиц.

Неорганизованные или плохо оснащенные склады сыпучих материалов, таких как уголь, рудные концентраты, песок и строительные материалы, способствуют существенному увеличению концентрации взвешенных частиц в воздухе. В периоды сухой, ветреной погоды интенсивность пыления возрастает многократно, что приводит к превышению предельно допустимых концентраций пыли, ухудшению качества воздуха и санитарно-гигиенических условий жизни населения.

В рамках данного исследования будет проведен комплексный анализ запыленности в г. Шахты с целью количественной и качественной характеристики атмосферного и внутридомового пылевого загрязнения. Основным этапом станет измерение концентрации пылевых частиц с использованием современных воздушных фильтров классов G2, G3 и F5. Эти фильтры обладают различной эффективностью улавливания частиц разного размера, что даст возможность получить многогранную картину загрязнения воздуха микро- и наночастицами. Применение нескольких типов фильтров обеспечит детальное выявление как грубой, так и тонкой фракции пыли, что крайне важно для оценки реального воздействия пылевых аэрозолей на здоровье человека и окружающую среду.

Для более глубокой характеристики пылевых частиц планируется провести микроскопический анализ дисперсности и морфологии пыли. С помощью высокоточного микроскопа будут изучены размеры, формы и агрегатное состояние частиц, что позволит выявить основные источники загрязнения и понять процессы пылеобразования и трансформации в атмосфере и помещениях. Этот этап исследования даст качественные данные о структуре аэрозоля, дополняя количественные измерения концентраций.

Кроме того, будет применен кассетный газоанализатор пыли, представляющий собой прибор с фильтрующей кассетой для отбора проб воздуха и интегрированным системой анализа. Такой газоанализатор позволяет проводить непрерывный мониторинг концентрации пылевых частиц различных классов в реальном времени, обеспечивая высокую точность и оперативность данных. Особенностью кассетного анализа является возможность замены фильтрующей среды и проведения более детального лабораторного анализа отобранного материала. Газоанализатор также оснащен цифровой системой регистрации и хранения данных, что упрощает составление долгосрочных трендов и оценку временных изменений пылевого загрязнения. Использование этого прибора позволяет выявить концентрации твердых и аэрозольных загрязнителей.

Таким образом, сочетание фильтрационного метода с микроскопическим исследованием и использованием кассетного газоанализатора создает комплексный подход к исследованию пылевого загрязнения в городе. Полученные результаты помогут сформировать полноценное представление об уровне аэрозольного загрязнения в разных зонах города, выявить возможные очаги высокой запыленности и разработать рекомендации для снижения воздействия пыли на население и улучшения экологической обстановки. Такой подход соответствует современным международным стандартам анализа атмосферного воздуха и способствует повышению эффективности мер экологического контроля и охраны здоровья жителей региона.

Список литературы

1. Фишкин М.В. Экологический вестник Дона / М.В. Фишкин. – Ростов-на-Дону : Альтаир, 2025. – 188 с. – Текст : непосредственный.

2. Доклад о состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения ростовской области в 2024 году ; Ростов-на-Дону, 2025 г. – URL: https://61.rospotrebnadzor.ru /files/35_ГД_2024_Ростовская%20область.pdf. (дата обращения: 20.10.2025). – Текст : электронный.

3. Администрация города Шахты : официальный сайт. – Шахты. – Обновляется в течение суток. – URL: https://shakhty.donland.ru/district/ (дата обращения: 20.10.2025). – Текст : электронный.

4. Шахтинская керамика : официальный сайт. – Ростов-на-Дону. – Обновляется в течение суток. – URL: https://shakhtinskaya.ru/about/#history (дата обращения: 20.10.2025). – Текст : электронный.

5. РЭМЗ: официальный сайт. – Ростов-на-Дону. – Обновляется в течение суток. – URL: https://remzltd.com/o-kompanii.html (дата обращения: 20.10.2025). – Текст : электронный.

6. Энергострой: официальный сайт. – Ростов-на-Дону. – Обновляется в течение суток. – URL: https://pptk-energostroy.ru/ (дата обращения: 20.10.2025). – Текст : электронный.

7. Донской кирпич: официальный сайт. – Ростов-на-Дону. – Обновляется в течение суток. – URL: https://don-kirp.ru/ (дата обращения: 20.10.2025). – Текст : электронный.

В начало к содержанию

УДК 624.131.5

В.А. Дмитриенко[1], Д.С. Медакова[2]
[1]Канд. техн. наук, доцент
[2]Магистрант
Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ГРУНТОВ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ

STUDY OF SOIL CHARACTERISTICS IN LABORATORY CONDITIONS

Аннотация. *Статья посвящена исследованию механических характеристик грунтов в лабораторных условиях с акцентом на их влияние на несущую способность грунтовых свай. Авторы анализируют результаты испытаний на одноплоскостной срез, определяя угол внутреннего трения и сцепление грунта. Установлено, что высокая вариативность деформаций (до 54 %) и касательных напряжений связана с неоднородностью образцов по плотности и влажности. Статистическая обработка данных выявила необходимость строгого контроля этих параметров для повышения точности испытаний. Результаты работы могут быть использованы для оптимизации методик лабораторных исследований и проектирования грунтовых свай.*

Ключевые слова: *грунт, грунтовый массив, одноплоскостной срез, деформация среза, влажность, плотность.*

Summary. *The article focuses on the study of soil mechanical properties in laboratory conditions, emphasizing their impact on the bearing capacity of ground piles. The authors analyze the results of direct shear tests to determine the soil's internal friction angle and cohesion. It was found that the high variability in deformations (up to 54 %) and shear stresses is due to the heterogeneity of samples in density and moisture. Statistical processing of the data highlighted the need for strict control of these parameters to improve testing accuracy. The results can be applied to optimize laboratory methods and design ground piles.*

Keywords: *soil, soil massif, single-plane cut, cut deformation, humidity, density.*

Исследование механических свойств грунтов является важным этапом в проектировании и строительстве фундаментов, особенно при использовании инновационных технологий, таких как грунтовые сваи. Грунтовые сваи формируются путем уплотнения грунта непосредственно в теле скважины, что требует детального изучения их прочностных характеристик. Важнейшим этапом проектирования таких конструкций является изучение

механических свойств грунтов, так как их несущая способность напрямую зависит от их характеристик [1].

Цель работы – анализ деформационных и прочностных характеристик грунта, а также их связи с естественной плотностью и влажностью. Полученные данные помогут улучшить методики испытаний и повысить точность прогнозирования поведения грунтовых свай под нагрузкой [2, 3].

Испытания на одноплоскостной срез проводятся для определения прочностных характеристик грунта – угла внутреннего трения (φ) и сцепления (c) [4]. Эти параметры необходимы для расчета несущей способности грунтовых свай и других геотехнических конструкций.

Грунт отбирается из исследуемого массива с сохранением природной структуры и характеристик. Отбор образцов осуществляется методом режущего кольца непосредственно из грунтового массива.

Образец помещается между двумя частями прибора: неподвижной нижней плитой и подвижной верхней. На образцы передавалась вертикально направленная нормальная нагрузка, составляющая 400 кПа. Сдвиговое нагружение осуществлялось перемещением верхней части прибора с постоянной скоростью (обычно 0,5–1 мм/мин), создавая касательные напряжения. Полученные результаты деформации и максимального касательного напряжения были статистически обработаны и записаны в таблице 1.

Таблица 1

Результаты испытаний на одноплоскостной срез

Номер образца	Частные значения характеристики грунта	Среднее значение характеристики грунта	Абсолютное отклонение от выборочной средней	Отклонение от выборочной средней, %	Средне квадратичное отклонение	Коэффициент вариации, %	Доверительный интервал, ±	Погрешность измерений,%
деформация среза, мм								
1	2.4	4.0	1.6	40.92	1.31	32.9	2.15	54
2	5.3		-1.303	-32.7				
3	3.5		0.4475	11.25				
4	4.8		-0.8	-19.4				
касательное напряжение, кПа								
1	172.5	210.3	37.775	17.96	28.6	13.6	46.9	22.3
2	224.2		-13.93	-6.62				
3	205.6		4.675	2.223				
4	238.8		-28.53	-13.6				

Средняя деформация составила 4,0 мм, при этом частные значения варьировались от 2,4 до 5,3 мм.

Абсолютные отклонения от среднего значения достигали 1.6 мм (40,9 %), а погрешность измерений превысила 50 %, что указывает на высокую неоднородность образцов или возможные ошибки методики.

Для объяснения таких отклонений были проанализированы дополнительные параметры: естественные влажность и плотность грунта. В таблице 2 представлены результаты расчета указанных характеристик.

Таблица 2

Расчет плотности и влажности образцов

Номер образца	Вес тары	Вес влажного	Вес сухого	Разность	Диаметр	Высота	Объем	Плотность влажного	Плотность сухого	Влажность
1	65,58	148,0	132,8	15,2	4	3,9	48,984	1683	1371	8,49
2	57,80	152,2	136,9	15,3	4	3,9	48,984	1927	1614	8,55
3	55,96	144,2	128,8	15,4	4	3,9	48,984	1801	1487	8,57
4	55,05	152,9	137,0	15,8	4	4,0	50,240	1947	1632	8,82
5	65,09	151,5	136,4	15,1	4	3,8	47,728	1810	1495	8,39
6	58,22	136,4	121,8	14,6	4	3,9	48,984	1596	1298	8,15

Для полученных характеристик также проводилась статистическая обработка (табл. 3).

Таблица 3

Статистическая обработка результатов

Номер образца	Частные значения характеристики грунта	Среднее значение характеристики грунта	Абсолютное отклонение от выборочной средней	Отклонение от выборочной средней, %	Средне квадратичное отклонение	Коэффициент вариации, %	Доверительный интервал, ±	Погрешность измерений,%
плотность, кг/м^3								
1	1682,6	1793,9	111,36	6,20	136,0	7,59	202,0	11,2
2	1927,0		-133,00	-7,41				
3	1800,8		-6,84	-0,38				
4	1947,0		-152,70	-8,51				
5	1810,0		-16,31	-0,91				
6	1596,0		197,51	11,01				
влажность, %								
1	8,5	8,5	0,0009	0,011	0,22	0,33	46,9	3,86
2	8,5		-0,0490	-0,58				
3	8,6		-0,0720	-0,84				
4	8,8		-0,3280	-3,86				
5	8,4		0,1013	1,19				
6	8,1		0,3465	4,08				

Несмотря на малый разброс значений влажности, ее влияние на прочность оказалось критичным: низкие значения естественной влажности грунта объясняют высокую погрешность измерений (до 54 % для деформации). Кроме того, неравномерная плотность образцов привела к возникновению описанной погрешности. Для решения подобной проблемы необходимо дополнительное увлажнение грунта и более тщательное уплотнение образцов перед проведением испытаний.

Из всего вышеперечисленного можно сделать следующие выводы:

– проведенные испытания подтвердили зависимость несущей способности грунтовых свай от однородности грунта;

– методика одноплоскостного среза позволяет определить ключевые параметры прочности грунта, но требует строгого контроля влажности и плотности;

– полученные данные (особенно при высоком разбросе) необходимо статистически обрабатывать для использования в расчетах несущей способности грунтовых свай.

Дальнейшие исследования будут направлены на оптимизацию методик испытаний и изучение влияния характеристик грунта на несущую способность грунтовых свай.

Список литературы

1. Кочерженко, В.В. Инновационные свайные технологии в современном фундаментостроении / В.В. Кочерженко, Л.А. Сулейманова // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2022. – № 4. – С. 57–67. – Текст : непосредственный.

2. Шенкман, Р.И. Применение грунтовых свай в оболочке из геосинтетических материалов в геологических условиях города Перми для возведения фундаментов зданий и сооружений / Р. И. Шенкман, А. Б. Пономарев. – Текст : непосредственный // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Урбанистика. – 2012. – № 2(6). – С. 28–36.

3. Шенкман, Р.И. Планирование лабораторных экспериментов на моделях грунтовых свай в оболочке из геосинтетических материалов / Р.И. Шенкман, А. Б. Пономарев. – Текст : электронный // Вестник ПНИПУ. Строительство и архитектура. – 2015. – № 1. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/planirovanie-laboratornyh-eksperimentov-na-modelyah-gruntovyh-svay-v-obolochke-iz-geosinteticheskih-materialov (дата обращения: 19.05.2025).

4. ГОСТ 12248-2010. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости грунтов: принят Межгосударственной научно-технической комиссией по стандартизации, техническому нормированию и сертификации в строительстве (дополнение к приложению Д протокола № 37 от 6 – 7 октября 2010 г.) : дата введения: 2011-09-01. – Москва : Стандартинформ, 2010. – 56 с. – Текст : непосредственный.

В начало к содержанию

УДК 614
М.Д. Молев[1], А.Е. Русаков[2], А.М. Самарская[2]
[1]Докт. техн. наук, профессор
[2]Магистрант
Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты

РАЗРАБОТКА ПРЕДЛОЖЕНИЙ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА СТРОИТЕЛЕЙ

JUSTIFICATION AND DEVELOPMENT OF METHODS ASSESSING THE PROFESSIONAL RISK OF BUILDERS

Аннотация. *В статье изложены вопросы разработки методов оценки риска на рабочих местах строительного персонала. Описываются этапы и научно обоснованные подходы к разработке инновационной методики, базирующиеся на математической теории вероятности. Для решения поставленных задач использована совокупность количественных критериев, характеризующих профессиональные риски строителей, которые заняты на различных производственных участках. Акцентируется внимание специалистов по охране труда, что необходимо в целях получения релевантной информации по данному вопросу применять комплекс аналитических методов, состоящий из ранжирования параметров, экспертной оценки и матричных процедур. При этом в расчетные формулы следует подставлять максимальное значение ранжированного критерия для анализируемого вида работ.*
Ключевые слова: *профессиональный риск, методы оценки, охрана труда, технологические процессы, количественные критерии.*

Summary. *The article discusses the development of risk assessment methods for construction personnel at their workplaces. It describes the stages and scientifically based approaches to the development of an innovative methodology based on the mathematical theory of probability. To solve these problems, a set of quantitative criteria was used to characterize the professional risks of construction workers who are engaged in various production areas. The article emphasizes the importance of using a combination of analytical methods, including parameter ranking, expert assessment, and matrix procedures, to obtain relevant information on this issue. In this case, the maximum value of the ranked criterion for the type of work being analyzed should be substituted into the calculation formulas.*
Keywords: *professional risk, assessment methods, labor protection, technological processes, quantitative criteria.*

В теории и практике исследований по безопасности жизнедеятельности (БЖД) населения принято оценивать техногенную опасность вероятностью реализации профессионального риска работника. Под термином «профессиональный риск» (ПР) понимается в принципе наиболее вероятный уровень воздействия, которому потенциально может подвергнуться персонал на конкретном рабочем месте, в том числе на объектах строительства [1].

Как показывает практика, всестороннее научно обоснованное вычисление ПР правомерно осуществлять с использованием метода [2, 3], позволяющим оценить техногенный риск и применив следующее математическое выражение:

$$R = \sum_{i=1}^{n} P_i \cdot W_i, \qquad (1)$$

где R – численное значение риска; n – количественная характеристика травматизма; P_i – величина вероятности риска; W_i – критериальная оценка последствий реализации риска.

Указанный параметр P_i, в рамках оценки ситуации, предлагается классифицировать по так называемым категориям – от минимальной (начальной) до максимальной (табл. 1).

Таблица 1

Предлагаемое категорирование профессионального риска

P_i	Вероятность существования риска	Ранжированный критерий, P	Характеристика
1	Минимум	$0 < P < 1$	Реализация риска практически невозможна
2	Низкая	$1 \le P < 2$	Риск также остается маловероятным
3	Нормальная	$2 \le P < 3$	Условия реализации риска вполне реальны
4	Высокая	$3 \le P < 4$	Вероятность реализации оценивается на высоком уровне.
5	Существенная	$4 \le P < 5$	Вероятность происхождения на очень высоком уровне. Условия возникновения регулярно возникают
6	Недопустимая	$5 \le P < 6$	Наличие риска на недопустимо высоком уровне.
7	Максимальная	$6 \le P < 7$	Критическая вероятность возникновении риска

Фактическое значение реализации риска W_i в реальных условиях определяется измеренным уровнем воздействия вредных и опасных производственных факторов (ВОПФ) строительства на травматизм персонала и ущерб, окружающей рабочей зоне, что отражает таблица 2.

Таблица 2

Параметры последствий реализации рисков персонала

W_i	Последствия реализация риска	Ранжированный критерий, W	Характеристика	
			персонал	рабочая зона
1	Минимальные	$0 < W < 1$	Вероятность вреда объективно отсутствует	Ущерб практически невозможен
2	Низкие	$1 \le W < 2$	Минимальные повреждения	Ущерб незначительный

3	Нормальные	$2 \le W < 3$	Временная потеря трудоспособности	Средние повреждения оборудования
4	Значительные	$3 \le W < 4$	Длительное восстановление работоспособности	Серьезные повреждения рабочей зоны
5	Существенные	$4 \le W < 5$	Длительная потеря трудоспособности работников	Значительные материальные затраты из-за повреждений
6	Очень сильные	$5 \le W < 6$	Возможны групповые несчастные случаи и летальные исходы	Объективно вероятна остановка строительства
7	Максимальные	$6 \le W < 7$	Один и более летальный исход для рабочих	Приостановка работ на длительный период

В соответствии с изложенной методикой выполнен расчет параметров *W, R* и *P* для соответствующих условий. Применение результатов вычислений в работах по обеспечению производственной безопасности позволяет определить риски, чтобы с достаточной для практики степенью оценить потенциальную травмоопасность конкретных строительных процессов (табл. 3).

Таблица 3

Матрица критериев профессионального риска

Количественный критерий последствий реализации риска, *W*	Критерий риска *R*						
	вероятности существования риска в зависимости от существования вредных и опасных производственных факторов, *P*						
	1	2	3	4	5	6	7
7	7	14	21	28	35	42	49
6	6	12	18	24	30	36	42
5	5	10	15	20	25	30	35
4	4	8	12	16	20	24	28
3	3	6	9	12	15	18	21
2	2	4	6	8	10	12	14
1	1	2	3	4	5	6	7

На следующем этапе, в рамках логики предлагаемой методики, с использованием метода экспертных оценок ранжируются количественные критерии ПР по степени воздействия ВОПФ, присущих строительному производству. Наглядное предоставление об указанных аналитических расчетах результирующих параметрах ПР, можно составить по данным, приведенным в таблице 4.

Таблица 4

Ранжированная оценка риска сварщиков

Вид технологического процесса	Количественное значение параметра риска, *R*			
	повышенная загазованность рабочей зоны	повышенное воздействие интенсивного излучения (ультрафиолетовое, инфракрасное, видимое)	брызги, искры, разлетающиеся куски расплавленного металла	воздействие ультразвука
Сварка	6	8	9	12

Анализ данных, приведенных в таблице, позволяет сделать однозначный вывод, в соответствии с которым при сварочных работах максимальное негативное воздействие оказывает ультразвук. Следовательно, можно констатировать, что технологические процессы строительства являются источником профессиональных рисков промышленно-производственного персонала. При этом количественная оценка установленных ВОПФ, позволяет произвести экспертную оценку риска, выраженную в так называемом «балльном» варианте.

Авторами предлагается инновационный методический прием, позволяющий практическим специалистам существенно повысить качество оценки прогноза безопасности строительного персонала. Суть данного предложения состоит в формировании специализированного аналитического комплекса анализа по всем элементам производства, включающего следующие этапы: экспертная оценка, процессное ранжирование и матричные операции. Применение известного математического выражения для определения совместной вероятности нескольких событий [4, 5], позволяет адекватно произвести расчет потенциального риска по отдельным технологическим процессам, используя преобразованную формулу в виде:

$$P \cdot \left(A_1 + A_2 + ... + A_i\right) = 1 - \left[\left(1 - P \cdot (A_1)\right) \cdot \left(1 - P \cdot (A_2)\right) \cdot ... \cdot \left(P \cdot (A_i)\right)\right],$$

где P – вероятность реализации ВОПФ; A_1, A_2, A_i – события.

При этом безопасность строительного персонала, занятого на конкретном участке следует оценивать по рассчитанным критериям. Значение параметра W необходимо принимать, равное по его наибольшей абсолютной величине для конкретного анализируемого процесса. Соответствующие результаты расчета приведены в таблице 5.

Таблица 5

Расчетные количественные значения показателей риска для основных видов строительных работ

P/*W*	Арматурно-бетонные работы	Стекольные работы	Покрасочные работы	Монтажные работы	Работы на переносных подъемных конструкциях и устройствах	Монтаж инженерного оборудования зданий и сооружений	Техническое обслуживание и монтаж оборудования	Сварочные работы	Контроль сварных стыков соединений металла
P	0,91	0,27	0,62	0,81	0,77	0,57	0,94	0,92	0,65
W	5	2	5	5	3	4	4	4	5
R	32,8	3,91	22,06	28,6	16,57	16,53	26,03	25,75	23,46

Согласно предлагаемой методике из полученного массива данных P_i, W_i определяется подходящая категория ПР. Для пояснения полученных результатов авторы считают необходимым привести диаграмму ранжирования профессионального риска строителей (рис.).

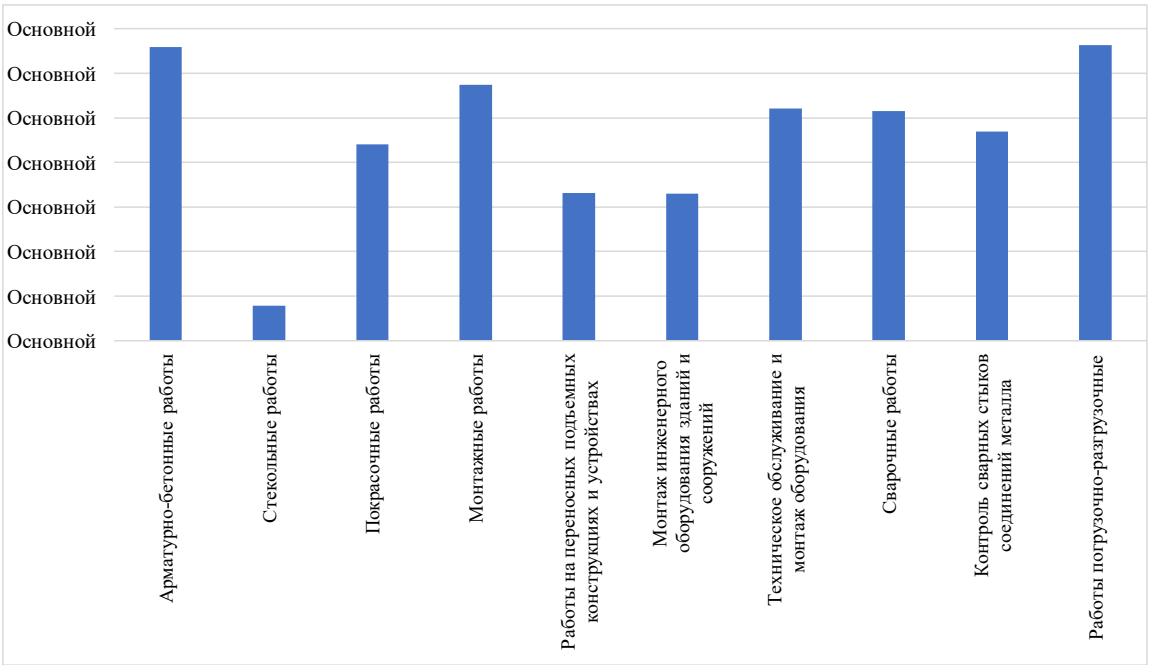

Рис. Диаграмма ранжирования профессионального риска по видам строительных работ

Оценивая результаты проведенного исследования, правомерно заключить, что численные значения рисков, приравненные к среднему или высокому рангу, следует считать недопустимыми. В указанных случаях про-

фильные специалисты должны разработать комплекс специальных мероприятий по их существенной минимизации. Такой подход обеспечит безопасные условия труда строителей в соответствии с требованиями существующего законодательства.

Список литературы

1. Прогнозирование состояния техносферной безопасности : монография / М.Д. Молев, С.А. Масленников, И.А. Занина, Н.И. Стуженко. – Шахты : ИСОиП (филиал) ДГТУ, 2015. – 113 с. – ISBN 978-5-93834-999-5. – Текст : непосредственный.

2. Молев, М.Д. Управление рисками, системный анализ и моделирование : учебное пособие / М.Д. Молев. – Шахты : ИСОиП (филиал) ДГТУ в г. Шахты, 2018. – 125 с. – ISBN 978-5-906786-82-1. – Текст : непосредственный.

3. Севрюкова, Е.А. Надзор и контроль в сфере безопасности : учебник. – Москва : Издательство Юрайт, 2014. – 397 с. – ISBN 9775-0945-5. – Текст : непосредственный.

4. ГОСТ 12.0.003–2015. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация: межгосударственный стандарт Российской Федерации : издание официальное: утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 9 июня 2016 г. № 602-ст : введен впервые : дата введения 2017-01-03 / разработан Обществом с ограниченной ответственностью «Экожилсервис», ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет». Техэксперт: [сайт]. – URL: http://docs.cntd.ru/document/1200136071 (дата обращения: 17.11.2025). – Текст : электронный.

5. Чура, Н.Н.Техногенный риск: учебное пособие / Н.Н. Чура ; под ред. В.А. Девисилова. – Москва : КНОРУС, 2011. – 280 с. – ISBN 978-5-406-01232-1. – Текст : непосредственный.

В начало к содержанию

УДК 614

М.Д. Молев[1], И.В. Умнов[2]
[1]Докт. техн. наук, профессор
[2]Магистрант
Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты

ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ МЕТОДОЛОГИИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ В ВУЗЕ

KEY ASPECTS OF THE METHODOLOGY FOR IMPROVING THE OCCUPATIONAL SAFETY OF UNIVERSITY TEACHERS

Аннотация. *В статье изложены авторские методические подходы к решению комплекса задач по формированию безопасной профессиональной среды для профессорско-преподавательского состава. Предлагается внедрить методику совершенствования безопасности труда, опираясь на системный анализ специфики условий труда преподавателей в высших учебных заведениях. При этом стратегическая цель многоплановой работы обосновывается необходимостью выполнения комплекса, включающего три основных мероприятия: перманентное опережающее прогнозирование, обеспечение избегания негативных опасностей, оперативное адекватное реагирование. Решение указанных задач позволит создать в вузе рабочую обстановку, соответствующую требованиям законодательной базы России по охране труда.*

Ключевые слова: *методология, безопасность труда, принципы построения программа, критерии.*

Summary. *The article presents the author's methodological approaches to solving a set of tasks related to creating a safe professional environment for professors and lecturers. It proposes the implementation of a methodology for improving occupational safety based on a systematic analysis of the specific working conditions of professors in higher education institutions. The strategic goal of this multifaceted work is justified by the need to implement a set of measures that include three main activities: continuous proactive forecasting, ensuring the avoidance of negative hazards, and prompt and adequate response. Solving these tasks will allow the university to create a working environment that meets the requirements of Russia's legal framework for occupational safety.*

Keywords: *methodology, labor safety, principles of program development, criteria.*

Научно обоснованная методология внедрения систем управления сложными организационно-техническими процессами, включая обеспечение безопасности преподавателей и сотрудников высших учебных заведений, зиждется на совокупности фундаментальных принципов, которыми должны руководствоваться профильные специалисты при выполнении аналогичных практических работ [1, 2]. Перечень упомянутых основных положений включает следующие позиции:

– системность планирования мероприятий по реализации проектной документации;

– формирование программы внедрения;

– логическая взаимоувязка стадий осуществления проекта;

– последовательное выполнение обязательных этапов;

– администрирование процесса, в том числе участие руководства вуза на основе комплексного подхода;

– планирование материально-технического обеспечения внедрения проекта;

– распределение ответственности между должностными лицами;

– оперативный контроль реализации плана работ и корректировка мероприятий в случае отклонения от намеченных целей и сроков;

– мониторинг качества выполняемых мероприятий;

– обучение преподавателей и администрации вуза приемам работы с системой безопасности;

– подготовка кадров по управлению документацией и измерительно-контрольной подсистемой;

– научно-техническое сопровождение проекта.

В контексте изложения следует указать два принципиально важных условия успешной реализации проекта системы безопасности. Во-первых, необходимо на всех стадиях внедрения соблюдать принцип оптимальности при подготовке и выполнении решений. Роль критерия оптимальности состоит в отображении цели решения задачи [3]. При этом выбор ведущего направления заключается в выполнении следующих процедур: формулировании цели и ее выражения соответствующим цифровым критерием. В конкретных ситуациях рекомендуется построить так называемый сетевой график внедрения проекта с выделением «узких» мест, которые характеризуются максимальной сложностью работ и наибольшими временными и трудовыми затратами. Далее производится детальный логический анализ разработанной последовательности операций в рассматриваемом узле с целью оптимизации работ в пространственно-временном поле. Подобным образом достигается сокращение сроков и трудоемкости процесса на данной стадии внедрения проекта. Во-вторых, все выполняемые мероприятия в обязательном порядке документируются, согласуются как фирмой-производителем работ, так и заказчиком (руководством вуза). Предложенный научно обоснованный подход позволяет контролировать как сроки, так и качество выполнения мероприятий. При этом в случае необходимости, вносятся соответствующие коррективы в процесс реализации.

Базовым принципом является системность процедур как стержень всей сложной и многоплановой работы по реализации проекта системы. На основе системного подхода должны формулироваться стратегическая цель и задачи, формироваться общая программа внедрения и детальные планы поэтапного осуществления мероприятий. При этом важно организовать все службы управления вуза и профессорско-преподавательский состав на совместную работу с заказчиком в плане формирования культуры общения с системой безопасности, что в дальнейшем позволит обеспечить ее нормативную эксплуатацию, а, соответственно и устойчивое состояние безопасной образовательной среды.

Руководящей идеей и стратегической целью всей многоплановой работы по формированию и внедрению в практику системы безопасности ОУ должен стать тезис, реализация которого выражается четкой логически выверенной формулой теории БЖД, включающей три основных составляющих в соответствии с рисунком 1.



Рис. 1. Логическая формула обеспечения безопасности труда

В указанном контексте целесообразно на время внедрения проекта организовать специальную группу, возложив на нее следующие обязанности:

– контроль выполнения программы;

– корректировку планов действий по предупреждению потенциальных опасностей (при необходимости) с привлечением соответствующей структуры МЧС;

– взаимодействие с производителем работ;

– обучение персонала и работников службы безопасности;

– проведение бесед с учащимися по формированию культуры безопасности.

Примерная программа по обеспечению безопасности, реализуемая на основе внедряемой системы изображена на рисунке 2.

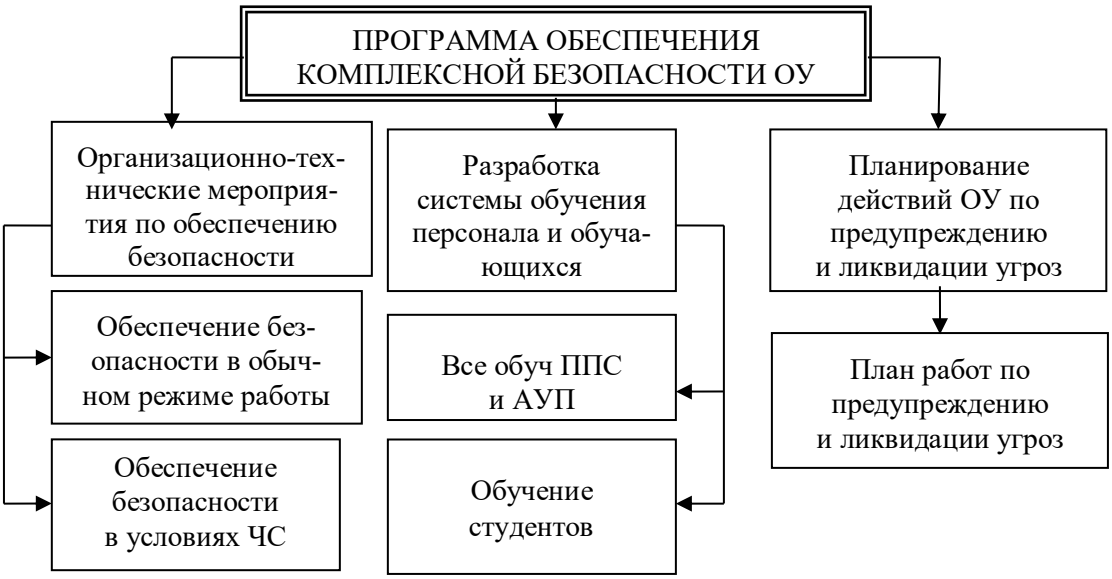

Рис. 2. Программа обеспечения комплексной безопасности вуза

В содержании программы должен быть детально охарактеризован комплекс организационно-технических мероприятий, направленный на обеспечение должного уровня безопасности в образовательном учреждении. Перечень работ и содержательные элементы комплекса необходимо согласовать с концепцией безопасности вуза. Оптимальный комплекс организационно-технических мероприятий представлен на рисунке 3.

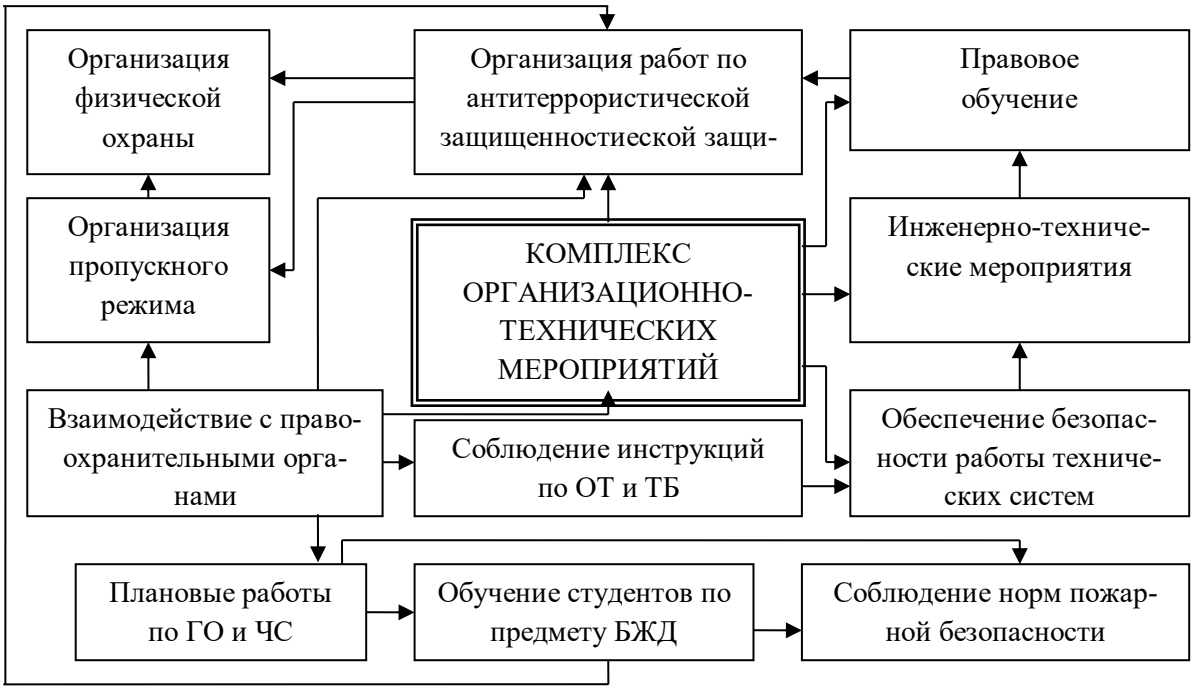

Рис. 3. Организационно-технические мероприятия по обеспечению комплексной безопасности вуза

При подготовке программы необходимо обратить особое внимание на разработку раздела, в котором описывается содержание документов, регламентирующих действия персонала образовательного учреждения в условиях чрезвычайной ситуации и возникновении угроз людям. Для реализации указанной задачи необходимо иметь в образовательном учреждении комплекс документов, которые перечислены в таблице.

Таблица

Нормативно-правовая база вуза

1. Документы по организации безопасности учебного процесса (акт готовности к учебному году, должностные инструкции, журналы инструктажей)
2. Документация по обеспечению пожарной безопасности (план эвакуации, различные инструкции)
3. Регламенты по организации ГО и защиты от ЧС (план ГО и ЧС, специальные инструкции, положения)
4. Документы по обеспечению электробезопасности и технической безопасности
5. Документация по организации антитеррористической деятельности (паспорт защищенности, журнал учета, инструкции)

Среди основных условий и факторов успешного достижения целей, заложенных в концепции комплексной безопасности ОУ, является корректное распределение ответственности должностных лиц [4]. При этом необходимо разработать и реализовать оптимальный вариант комплексного решения, основными компонентами которого являются следующие составляющие:

– формирование технологичной и реализуемой на практике схемы управления;

– назначение лиц, компетентных в данном вопросе;

– наделение работников соответствующими полномочиями;

– обеспечение руководителей данного направления средствами коммуникации, чтобы оперативно выполнять принятые решения и отдавать необходимые распоряжения.

Каждое ответственное лицо, входящее в структуру управления безопасностью труда, обязано выполнять в полном объеме виды работ, предписанные должностной инструкцией, и отвечать за поддержание должного уровня на своем участке деятельности. Учитывая многогранность и значительную вариативность практической работы по обеспечению безопасности труда в образовательном учреждении, вполне логичным и необходимым шагом является разработка специального алгоритма, который содержит полный перечень последовательных и взаимоувязанных между собой этапов управления безопасностью [5]. В этом документе должны быть учтены все существенные аспекты управленческой деятельности адмнист-рации вуза. Если разработать указанную схему в укрупненном виде, то алгоритм будет иметь вид, изображенный на рисунке 4.



Рис. 4. Алгоритм выполнения этапов управления безопасностью образовательного учреждения

Анализ практической деятельности в данном направлении показывает справедливость предложенных авторами методических подходов.

Список литературы

1. Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие / И.А. Занина, М.Д. Молев, С.А. Масленников, Н.И. Стуженко, Е.И. Костромина. – Шахты : ИСОиП (филиал) ДГТУ в г. Шахты, 2016. –145 с. – ISBN 978-5-906786-27-2. – Текст : непосредственный.

2. Российская Федерация. Законы. Об образовании в Российской Федерации: Федеральный закон № 273-ФЗ: [принят Государственной Думой 21 декабря 2012 года : одобрен Советом Федерации 26 декабря 2012 года] // Контур Норматив : [сайт] – URL: https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=503791 (дата обращения: 21.10.2025 г.). – Текст : электронный.

3. Прогнозирование состояния техносферной безопасности : монография / М.Д. Молев, С.А. Масленников, И.А. Занина, Н.И. Стуженко. – Шахты : ИСОиП (фил.) ДГТУ, 2015. – 111 с. – ISBN 978-5-93834-999-5 – Текст : непосредственный.

4. ГОСТ 12.0.230.5-2018. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Системы управления охраной труда: издание официальное: дата введения: 2019-06-01: утвержден и введен Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 7 сентября 2018 г. № 578-ст // Контур Норматив: [сайт] – URL: https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=9&documentId=356792 (дата обращения: 25.10.2025). – Текст : электронный.

5. Севрюкова, Е.А. Надзор и контроль в сфере безопасности : учебник для вузов / Е.А. Севрюкова ; под общей редакцией В. И. Каракеяна. – 2-е изд., испр. – Москва : Издательство Юрайт, 2026. – 340 с. – ISBN 978-5-534-18629-1. – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: https://urait.ru/bcode/582916 (дата обращения: 25.10.2025).

В начало к содержанию

УДК 69.035

В.А. Дмитриенко[1], С.В. Бородин[2]
[1]Канд. техн. наук, доцент
[2]Магистрант
Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты

МОДЕЛИРОВАНИЕ НДС МАССИВА ГРУНТА ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ПОДЗЕМНОЙ ПАРКОВКИ

MODELING OF THE STRESS-STRAIN STATE OF A SOIL MASS URING THE CONSTRUCTION OF AN UNDERGROUND PARKING LOT

Аннотация. *В данной статье приведено исследование влияния грунтовых условий на строительство подземных сооружений, таких как подземные стоянки для автомобилей. Цель исследования состоит в определении областей наибольших концентраций полей деформаций и напряжений. Для этого была создана модель грунтового массива с конструкциями подземной парковки в программном комплексе 3D моделирования. Расчет модели проводился методом конечных элементов. Подробно описаны этапы построения модели: задание параметров грунта, введение конструктивных элементов, построение сетки треугольников, задание расчетных фаз. В статье приведены диаграммы распределения перемещений и напряжений. Результаты исследования используются для объяснения причин возникновения смещений конструкций. Выводы содержат рекомендации по принятию конструктивных решений для снижения численных значений напряжений, возникающих в период строительства.*

Ключевые слова: *подземные стоянки, грунтовый массив, метод конечных элементов, перемещения, напряжения.*

Summary. *This article provides a study of the impact of ground conditions on the construction of underground structures, such as underground parking for cars. The purpose of the study is to determine the areas of the highest concentrations of strain and stress fields. For this purpose, a model of a dirt massif with underground parking structures was created in a 3D modeling software package. The model was calculated using the finite element method. The stages of model construction are described in detail: setting the soil parameters, introducing structural elements, building a grid of triangles, and setting the calculated phases. The article presents diagrams of the displacement and stress distribution. The results of the study are used to explain the causes of structural dislocations. The conclusions contain recommendations for making constructive decisions to reduce the numerical stress values that occur during construction.*

Keywords: *underground parking, ground mass, finite element method, displacement, stress.*

Одной из самых распространенных проблем современных городов, имеющих плотную застройку территории, является недостаток мест для парковки автомобилей. Особенно это касается жилых районов с многоэтажными и высотными зданиями. В этом случае применяются подземные автостоянки, расположенные под зданиями [1].

Выполнение расчета деформаций и напряжений, возникающих в массиве грунта, является основным этапом при проектировании зданий с подземными парковками. Это позволяет точно определить зоны распространения деформационных полей.

В программном комплексе Plaxis 3D была создана модель многоэтажного здания с двухуровневой подземной автостоянкой. Принцип определения полей деформаций и напряжений в этом программном комплексе основан на методе конечных элементов, что позволяет с высокой точностью рассчитать численные значения [2]. Полученные результаты моделирования предназначены для принятия эффективных конструктивных и технологических решений при строительстве данного сооружения.

На первом этапе моделирования задаются размеры грунтового массива с учетом граничных условий. Далее, указываются характеристики грунта, определенные по результатам лабораторных исследований (табл.).

Таблица

Свойства грунта

Наименование	γ_{unsat}, кН/м^3	Модуль деформации, E_{ref}, кПа	Коэффициент Пуассона, ν	Сцепление, c_{ref}	Угол внутреннего трения, φ, °	Угол дилатансии, ψ, °
Глина	18,2	20^4	0,35	48	17	0

Моделируется котлован размерами 60×18×7 м. Ограждением котлована служат железобетонные стены, толщиной 50 см. Фундаментная плита имеет проектную толщину 1,2 м. На стены котлована действует распределенная нагрузка 400 кН/м от вышерасположенных конструкций здания. На фундаментную плиту передается нагрузка от колонн по 400 кН. Автостоянка имеет два выезда на поверхность с уклоном 10%. Выезды приняты прямоугольного сечения, размеры которых 6×3 м, ограждены по бокам и сверху железобетонными плитами. Составленная модель массива грунта с элементами конструкций показана на рисунке 1.

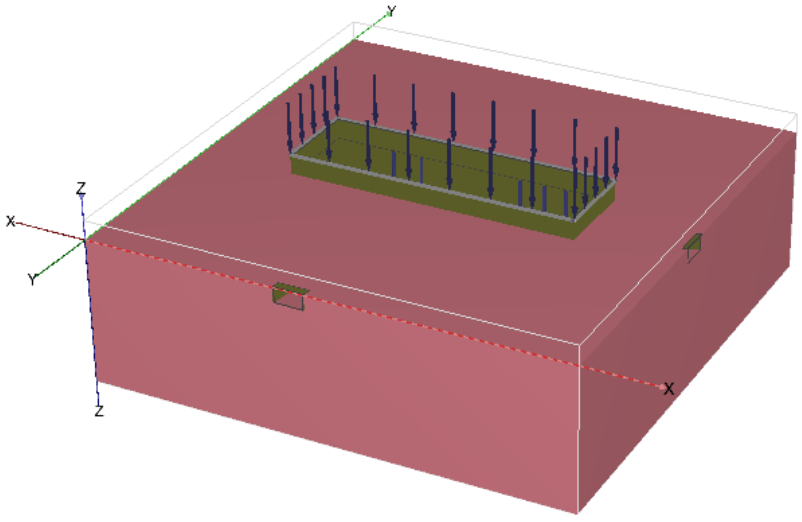

Рис. 1. Расчетная модель в программе 3D моделирования

Разделение модели на отдельные участки треугольной формы происходит автоматически. Зоны деформаций в этих участках принимаются равномерными и однородными [3]. По смещениям вершин треугольных элементов определяются изменения деформационных полей. Каждому участку присваивается отдельный номер (рис. 2).

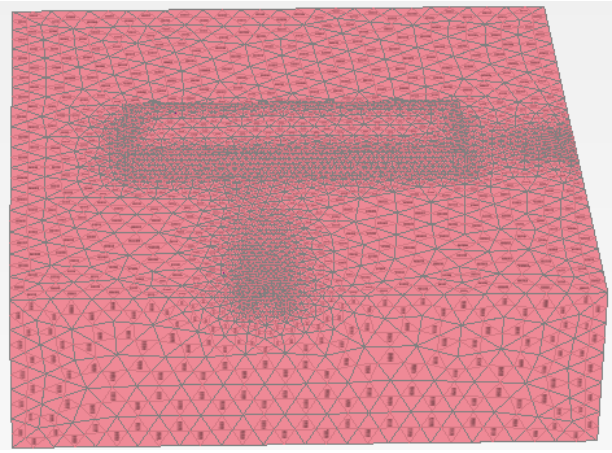

Рис. 2. Построение сетки конечных элементов

Последняя стадия моделирования – задание этапов расчета. Земляные работы по экскавации котлована выполняются при установленном ограждении, состоящем из железобетонных плит. Этот метод, имеющий название «стена в грунте», применяется для защиты котлована от обрушений грунта. Производится проложение выездов и установление ограждающих конструкций. Активируется распределенная нагрузка от здания на стены котлована и сосредоточенная нагрузка от колонн.

По результатам расчета видно, что наибольшие значения деформационных полей расположены на поверхности фундаментной плиты здания (дна котлована) и составляют приблизительно 5,5 см. Поля не выходят за границы модели, что подтверждает достоверность принятых граничных условий (рис. 3).

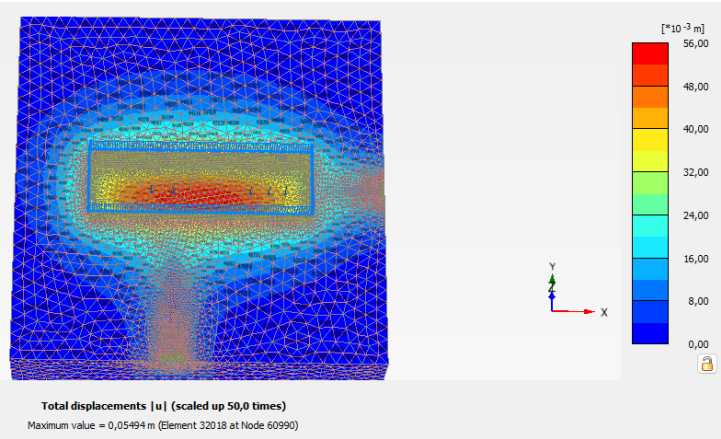

Рис. 3. Распределение полей перемещений на модели

Перемещения, зафиксированные на дне котлована, вызваны выпором грунта в результате разгружения нижележащих слоев во время экскавации. Это видно на продольном сечении, проведенном по центральной оси котлована (рис. 4).

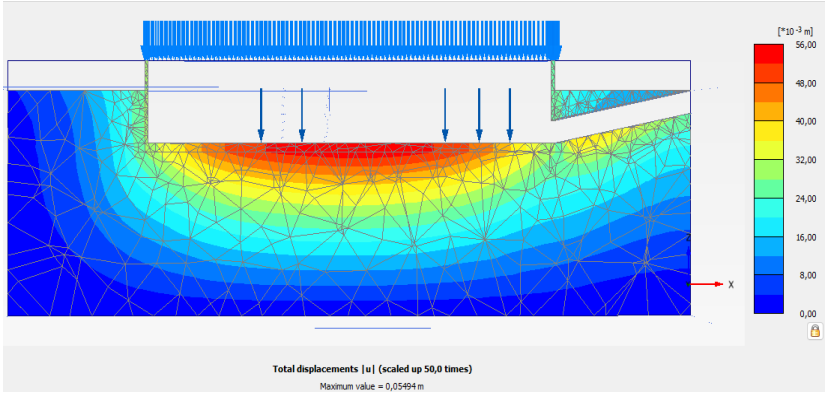

Рис. 4. Продольное сечение подземной части здания

В местах опирания стен подземной парковки на фундаментную плиту образуются области концентрации напряжений. Их численные значения варьируются от -1104 до 1406 кПа. В своде выезда повышенные напряжения объясняются распределением нагрузок от вышерасположенного грунта на конструкции ограждения. На рисунке 5 представлены сдвиговые напряжения в плоскости осей YOZ поперечного сечения подземной парковки.

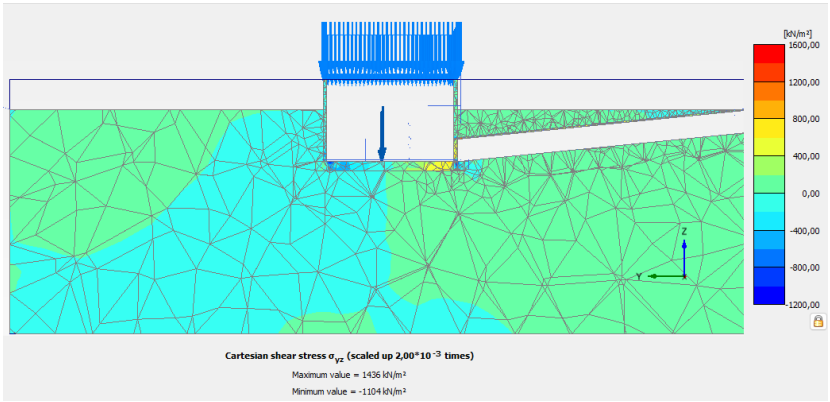

Рис. 5. Декартовы сдвиговые напряжения на поперечном сечении

Полные перемещения распространяются на стены котлована, что приводит к их отклонению от вертикальной оси приблизительно на 5 см. Для снижения деформаций конструкций подземной автостоянки, необходимо предусмотреть диафрагмы жесткости, которые могут сопротивляться растягивающим напряжениям. Это предполагает разделение перегородками пространства подземной части здания на отдельные секции с железобетонными поясами.

Моделирование позволило выявить области перемещений в грунтовом массиве и конструкциях подземной парковки. Для оценки эффективности принятых конструктивных и объемно-планировочных решений по снижению напряжений и деформаций, следует внести их в структуру модели, что является следующим направлением исследований.

Список литературы

1. Челюканова, Е.Э. Подземное пространство как резерв дополнительной полезной площади / Е.Э. Челюканова, В.С. Горбунова. – Текст : непосредственный // Перспективы науки и образования. – 2013. – №. 6. – С. 189–194.

2. Прокопов, А.Ю. Изучение напряженно-деформированного состояния грунтового массива и взаимного влияния подземных конструкций существующих и вновь возводимых сооружений в береговой зоне морского порта Тамань / А.Ю. Прокопов, В.Ф. Акопян, К.Н. Гаптлисламова. – Текст : электронный // Инженерный вестник Дона. – 2013. – № 4. – С. 1–6. –Ссылка на инженерный вестник дона: URL: https://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/2104 (дата обращения: 05.12.2025).

3. Строкова, Л.А. Моделирование оседания поверхности при проходке туннеля щитовым способом. / Л.А. Строкова. – Текст : непосредственный // Известия Томского политехнического университета. – 2008. – № 1. – С. 45–50.

В начало к содержанию

УДК 691.32

В.А. Дмитриенко[1], О.О. Кавинская[2], Н.С. Набивач[2]
[1]Канд. техн. наук, доцент
[2]Студент
Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты

ОЦЕНКА АДЕКВАТНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОЧНОСТИ ОБРАЗЦОВ РАСТВОРА РАЗНОЙ ФОРМЫ

ASSESSMENT OF THE ADEQUACY OF DETERMINING THE STRENGTH OF DIFFERENT-SHAPED SOLUTION SAMPLES

Аннотация. *В статье приведены результаты определения прочности песчано-цементного раствора цилиндрических и призматических образцов. Приготовление смеси нормальной консистенции и изготовление образцов выполнено в соответствии с ГОСТ. Расчет прочности на сжатие выполнен со статистической оценкой погрешности. Отмечено значительное отклонение единичных результатов замеров от среднего значения прочности в пределах одной выборки. Разница между показателями прочности на сжатие цилиндрических и призматических образцов раствора составила 0,7 МПа, что значительно меньше отклонения единичных значений от среднего в каждой выборке. Доказана возможность определения прочности раствора при сжатии на образцах цилиндрической формы.*

Ключевые слова: *портландцемент, прочность, варьирование, погрешность, статистическая оценка.*

Summary. *This article presents the results of determining the strength of sand-cement mortar using cylindrical and prismatic specimens. The mixture of normal consistency was prepared and the specimens were manufactured in accordance with GOST standards. Compressive*

strength calculations were performed using a statistical error assessment. Significant deviations of individual measurement results from the mean strength value within a single sample were noted. The difference between the compressive strength values of cylindrical and prismatic mortar specimens was 0.7 MPa, which is significantly less than the deviation of individual values from the mean in each sample. The feasibility of determining the compressive strength of mortar using cylindrical specimens is demonstrated.

Keywords: *portland cement, strength, variation, error, statistical evaluation.*

При изготовлении искусственных каменных материалов из всех минеральных вяжущих веществ наибольшее применение в строительстве имеют цементы на основе портландцементного клинкера. Это обусловлено простотой применения, использованием местных материалов, высокой прочностью камня, экологической безопасностью, относительно невысокой стоимостью. Несмотря на ряд положительных качеств, растворы и бетоны на портландцементном вяжущем не всегда можно успешно применять. В основном это связано с низкой прочностью на изгиб и растяжение, а также в конструкциях, допускающих значительные деформации.

В этих случаях для корректировки свойств материалов используют модификаторы. При этом подготовка образцов для испытаний в соответствии с ГОСТ 310.4-81 «Цементы. Методы определения предела прочности при изгибе и сжатии», предусматривает изготовление трех образцов-балочек призменной формы для испытаний на изгиб и сжатие. Опыт разработки новых составов показывает, что очень часто после испытаний шести половинок призм на сжатие получить достоверный результат не предоставляется возможным, поскольку ошибка при статистической оценке точности измерений может достигать 25 %. То есть отклонение от среднего значения характеристики может превышать влияние модификатора. В этом случае требуется увеличение количества испытанных образцов.

Кроме этого, иногда для испытаний требуется отбор образцов непосредственно из конструкций [1–3]. Для этого в основном используется бурение, что позволяет получить образцы цилиндрической формы. Также при определении свойств смесей с малым водоцементным отношением и формованием вибропригрузом подготовка и испытание цилиндрических образцов наиболее предпочтительна.

В этой связи оценка соответствия определения прочности на сжатие образцов призматической и цилиндрической формы имеет очень важное значение [4].

Экспериментальные исследования начались с определения характеристик цемента. Для определения нормальной густоты цементного теста отвешивали 400 г испытуемого цемента, высыпали его в сферическую металлическую чашку и влили 110 мл воды. После перемешивания согласно требованиям ГОСТ 310.3-76 смесью было заполнено кольцо и помещено на прибор Вика. Для такого состава погружение пестика прибора составило лишь 4 мм. Требуемое погружение 35 мм было получено при затворении 400 г цемента 130 мл воды, что соответствует водоцементному отношению 0,325.

Образцы для испытаний на изгиб и сжатие изготавливаются из песчано-цементного раствора нормальной консистенции по расплыву конуса раствора на встряхивающем столике. Требуемое водоцементное отношение подбиралось экспериментально подбором воды затворения.

Процедура приготовления осуществлялась в соответствии с ГОСТ 310.4-81в лабораторных условиях, замешивание проводилось вручную. Последовательность загрузки компонентов и режим перемешивания были стандартизированы. В чашу предварительно смоченной влажной тряпкой помещалась навеска песка 1800 г и навеска цемента 600 г, после чего происходило перемешивание сухого состава в течение 30 секунд, для достижения однородной сухой смеси. В центр образовавшейся воронки в сухой смеси добавлялось расчетное количество воды – 25–30 % от массы сухой смеси (в соответствии с методикой выполнения), далее проводилось перемешивание в течение 2-х мин 30-ти с. После 30-секундной паузы для удаления остатков смеси со стенок чаши проводилось окончательное перемешивание в течение одной минуты.

Определение оптимального количества воды, соответствующего нормальной консистенции, проводилось методом испытания на встряхивающем столике. Свежеприготовленная растворная смесь укладывалась в стандартную металлическую форму – усеченный конус, установленную на центре встряхивающего столика, и уплотнялась штыкованием, с помощью штыковки, нижний слой 20 раз, а верхний 15. Форма плавно снималась вертикально вверх, а после приводился в движение встряхивающий столик путем кручения рукояти 30 оборотов, с частотой 1 оборот в секунду. Испытание проводилось 5 раз с последовательным увеличением количества воды до 275 мл, для достижения требуемого расплыва раствора 114 мм.

Из полученного состава нормальной консистенции отформованы 6 призм стандартных размеров и 6 цилиндрических образцов диаметром 40 мм и высотой 40 мм (рис. 1). Укладка смеси в формы производилась послойно в четыре слоя с механическим штыкованием и вибрированием для удаления вовлеченного воздуха и обеспечения плотной однородной структуры. Поверхность образцов в формах была выровнена путем аккуратного среза излишек.



Рис. 1. Подготовка образцов к хранению

Формы с уложенной смесью были помещены в камеру нормального твердения, представляющую собой ванну с гидрозатвором. Через сутки они расформованы и помещены в воду на 28 суток для твердения. По истечении 28 суток образцы были аккуратно расформованы, промаркированы и подготовлены путем шлифовки для дальнейших испытаний.

Подготовленные 11 образцов разной формы были подвержены испытанию на прессе. Призменные образцы испытывались в 2 этапа: 1-й этап на изгиб, 2-й на сжатие.

При испытании на изгиб каждый образец устанавливался на две опоры испытательного устройства (пролет 100 мм) и нагружался сосредоточенной силой посередине пролета до момента разрушения на гидравлическом прессе E160N. В результате испытания каждый образец разрушался на две примерно равные половинки-призмы (рис. 2).



Рис. 2. Испытание образцов призм на изгиб

Каждая из полученных после испытания на изгиб половинок балки подвергалась испытанию на сжатие. Половинки призм устанавливались в центре опорных плит пресса на специальные металлические накладки, обеспечивающие равномерное распределение нагрузки по всей площади образца.

Для проведения испытаний цилиндрических образцов 40×40 мм, они устанавливались вертикально между плитами пресса. Для обеспечения параллельности и равномерности передачи нагрузки торцы образцов перед испытанием были выровнены легким шлифованием. Каждый образец подвергается механическому воздействию до достижения состояния разрушения с контролируемой и постоянной скоростью (рис. 3).



Рис. 3. Образцы цилиндрической формы после испытания

Цилиндрических образцов испытано 4 штуки, так как два при расформовке имели дефекты. Половинок призм испытано 6. Четыре образца после испытаний на изгиб имели длину по одной плоскости менее 62,5 мм, то есть меньше длины нагрузочной пластины. Результаты испытаний двух образцов исключены из выборки из-за анормальных результатов прочности [5].

Результаты испытаний образцов с расчетом статистической погрешности приведены в таблице.

Таблица

Результаты испытаний песчано-цементного раствора

Прочность раствора, Мпа	Средняя прочность	Абсолютное отклонение, Мпа	Критерий	Абсолютная ошибка, %	Квадрат абсолютных отклонений	Дисперсия	Среднеквадратичное отклонение	Коэффициент вариации, %	Варьирование, МПа	Показатель точности, %
цилиндры, диметр 40 мм, высота 40 мм										
12,61	14,4	1,825	2,890	12,643	3,331	1,757	1,326	9,184	3,16	14,05
15,77	14,4	-1,335		-9,248	1,782					
14,82	14,4	-0,385		-2,667	0,148					
14,54	14,4	-0,105		-0,727	0,011					
половинки балочек 40×40×1600 мм										
17,040	15,1	-1,923	5,333	-12,72	3,699	5,985	2,446	16,184	6,44	23,31
18,800	15,1	-3,683		-24,37	13,567					
13,200	15,1	1,917		12,679	3,674					
12,360	15,1	2,757		18,236	7,599					
13,960	15,1	1,157		7,652	1,338					
15,340	15,1	-0,223		-1,477	0,050					

В результате анализа представленных в таблице, можно сказать, что показатель точности у равен 14,05 %, а у половинок призм 23,31 %. Варьирование предела прочности на сжатие цилиндрических образцов составляет 3,16 МПа при среднеквадратичном отклонении 1,326, а у половинок призм соответственно 6,44 МПа и 2,446.

Разница результатов испытаний на сжатие между цилиндрическими образцами и половинок призм составляет 0,7 МПа, что значительно меньше, чем отклонение внутри выборок.

Таким образом можно отметить, что прочность цилиндрических образцов и призматических практически одинаковы. При изготовлении образцов песчано-цементного раствора следует формовать и цилиндрические образцы, что позволит испытать их на растяжение, сжатие и срез.

Список литературы

1. Баранова, А.А. Определение масштабных и поправочных коэффициентов для образцов мелкозернистого бетона. / А.А. Баранова, Ю.А. Гасс, И.В. Лоншаков – Текст : электронный // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. – 2019. – № 3(30). – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/opredelenie-masshtabnyh-i-popravochnyh-koeffitsientov-dlya-obraztsov-melkozernistogo-betona (дата обращения: 06.11.2025).

2. Гасс, Ю.А. Влияние размеров образцов и их влажности на прочностные характеристики мелкозернистого бетона / Ю.А. Гасс, А.А. Баранова, И.В. Лоншаков – Текст : электронный // Современные технологии и научно-технический прогресс. – 2019. – Т. 1. – С. 178–179. – URL: https://journals.istu.edu/izvestia_invest/journals/2019/30/articles/03 (дата обращения: 06.11.2025).

3. Исследование масштабных коэффициентов для определения прочности цементных растворов при сжатии / В.В. Пангаев, М.М. Онина, В.М. Сердюк, Д.В. Молоков – Текст : электронный // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2012. – № 2(638). – С. 102–108. – URL: https://ruslan.library.spbstu.ru/pwb/detail?db=ANALITS2005&id=RU%5CSPSTU%5Canalits2005%5C397806 (дата обращения: 06.11.2025).

4. Варламов, А.А. О размере контрольных образцов бетона / А.А. Варламов, В. И. Римшин – Текст : электронный // Строительные материалы. – 2019. – № 6. – С. 3–7. – DOI 10.31659/0585-430X-2019-771-6-3-7. – URL: https://doi.org/10.31659/0585-430X-2019-771-6-3-7 (дата обращения: 06.11.2025).

5. Цветков, С.В. О статистической составляющей масштабного фактора при испытании бетона / С.В. Цветков // Промышленное и гражданское строительство. – 2014. – № 12. – С. 52–54. – URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_22657518_67414224.pdf (дата обращения: 06.11.2025). – Текст : электронный.

В начало к содержанию

УДК 699.844.3
А.П. Галенко[1], В.А. Дмитриенко[2]
[1]Студент
[2]Канд. техн. наук, доцент
Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты

ОЦЕНКА ЗВУКОИЗОЛЯЦИИ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

EVALUATION OF SOUND INSULATION OF TRANSPARENT STRUCTURES

Аннотация. *В статье представлены результаты экспериментального исследования влияния конструктивных особенностей окон на звукоизоляцию. Для проведения экспериментов разработан и изготовлен измерительный комплекс, включающий источник звука, шумомер и модели окон. В ходе опытов были разработаны четыре конструкции для исследования. По результатам замеров звукового давления прошедшего через модели были построены диаграммы для визуализации и анализа шумоизоляции светопрозрачных ограждений. Определен вариант конструктивных решений с максимальной звукоизоляцией.*
Ключевые слова: *помещение, шум, окна, звукоизоляция, звукоизолирующие материалы, конструкции.*

Summary. *This article presents the results of an experimental study examining the impact of window design features on sound insulation. A measurement system was developed and manufactured for the experiments, including a sound source, a sound level meter, and window models. Four designs were developed for the study. Based on the sound pressure measurements transmitted through the models, diagrams were constructed for visualizing and analyzing the sound insulation of translucent enclosures. A design solution with maximum sound insulation was identified.*
Keywords*: room, noise, windows, sound insulation, soundproofing materials, structures.*

В соответствии с действующими санитарными нормами и стандартами, ограждающие конструкции жилых зданий, включая светопрозрачные элементы, должны обеспечивать регламентированный уровень звукоизоляции для создания комфортных условий проживания [1, 2]. В отличие от массивных стеновых ограждений, оконные блоки, являясь легкими многослойными системами, зачастую представляют собой основной канал проникновения уличного шума внутрь помещений [3]. Это формирует значительный фоновый шумовой уровень и обусловливает необходимость поиска и оптимизации конструктивных решений, направленных на повышение звукоизолирующей способности окон. Поэтому проблема защиты внутренних пространств зданий от проникновения внешнего шума сохраняет высокую актуальность в современном градостроительстве [4].

Основные пути прохождения звука через оконные блоки следующие: прохождение через поры, щели и т.п. (воздушный перенос), прохождение через материал конструктивных элементов в виде продольных колебаний их частиц (материальный перенос) и передача колебаний посредством поперечных колебаний стекла (мембранный перенос) [5]. В реальных случаях звуковые колебания передаются через светопрозрачные системы всеми тремя способами.

Снижение воздушного переноса шума достигается надежной герметизацией всех зазоров, трещин и других узлов соединений оконных блоков со стеновыми ограждающими конструкциями.

Для уменьшения переноса звука через элементы блоков необходимо их делать слоистыми, подбирая материалы слоев перегородки с резко отличающимися акустическими сопротивлениями (дерево-пенополистирол), то есть двойными с поглощающим слоем между ними [6]. Для уменьшения мембранного переноса стекла целесообразно выбирать большей толщины и размеров. Это делает их массивными и снижает резонансную частоту [7].

Ввиду сложности аналитических расчетов распространения звука в многоэлементных конструкциях решено провести экспериментальные исследования по определению влияния конструктивных особенностей на звукоизолирующие характеристики моделей оконных рам путем проведения серии акустических измерений. Для достижения поставленной цели необходимо: разработать методику проведения экспериментальных исследований; изготовить элементы измерительного стенда, подготовить модели окон; провести комплекс измерений и выполнить анализ полученных результатов.

Суть методики исследований заключалась в определении снижения звукового давления колебаний частотой 1000 Гц, прошедших через модели окон. Для этого были изготовлены и исследованы четыре образца: рама с однокамерным остеклением; конструкция из двух независимых рам с остеклением; двухслойная конструкция со звукоизолирующим заполнителем между рамами из пенополистирола; рамы с герметизацией стекла по контуру полимерным герметиком.

Для проведения исследований разработана схема измерительного комплекса (рис. 1), включающего: генератор звуковых колебаний; усилитель; источник звука (излучатель); исследуемые образцы и измеритель звукового давления. Электрические колебания формировались низкочастотным генератором, которые затем усиливались и преобразовывались в механические громкоговорителем ГД-4. Этот комплект оборудования размещался в помещении с хорошей звукоизоляцией.

Измерения проводились анализатором спектра «ЭКОФИЗИКА-110А», который позволял фиксировать среднеквадратичные, эквивалентные и пиковые уровни звука. Шумомер закреплялся на штативе на высоте 1,1 м от пола и на расстоянии от излучателя 2,6 м.

Установка моделей рам размером 0,55×1,80 м предусматривалась в перегородке с деревянным каркасом (рис. 2), заполненным волокнистым материалом толщиной 100 мм. Обе поверхности перегородки покрывались фольгированным вспененным полиэтиленом.

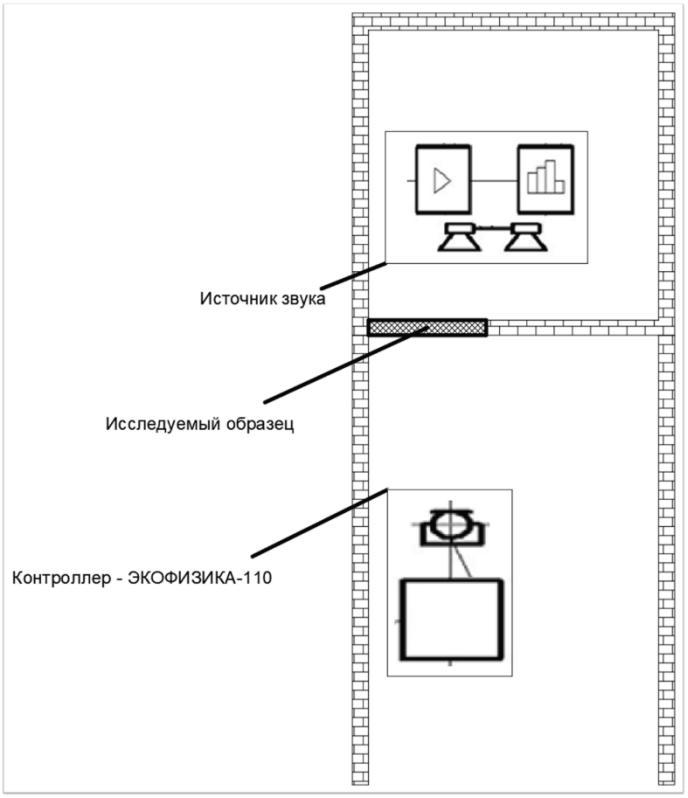

Рис. 1. Принципиальная схема измерительного комплекса



Рис. 2. Испытание модели окна с одним стеклом

Для уменьшения структурного шума, создаваемого вибрациями элементов каркаса, между моделями и перегородкой устанавливались виброизолирующие прокладки.

При таких решениях изоляции звуковых колебаний падение звуковых волн с определенной интенсивностью на какое-либо препятствие больших размеров по сравнению с длиной волны, интенсивность звука с другой стороны перегородки в условиях отсутствия отражения звука в пространстве за препятствием будет определяться только звукопроводностью модели окна. То есть процесс измерения звукового давления максимально приближен к реальным.

Порядок измерений был принят следующим. На шкале генератора устанавливалась частота гармонических колебаний 1000 Гц. Выход генератора подключался к усилителю низкой частоты. Микрофон шумомера располагался в 10 см от динамика усилителя. Без включения генератора измерялся фон помещения, который в среднем составил 24,0 дБ. После включения генератора и стабилизации сигнала усилителем устанавливалось звуковое давление регистрируемое шумомером на уровне 84 дБ. Затем регистратор шума перемещался на штатив и определялось звуковое давление на расстоянии 2,6 м от излучателя, при этом фиксировался уровень звука без сопротивления моделей окон, который составлял в среднем 61,5 дБ. Такой режим исследований поддерживался при проведении трех экспериментов.

По результатам проведенной серии опытов были получены среднестатистические значения снижения уровня звука для каждой модели. На основании полученных результатов построена диаграмма (рис. 3).

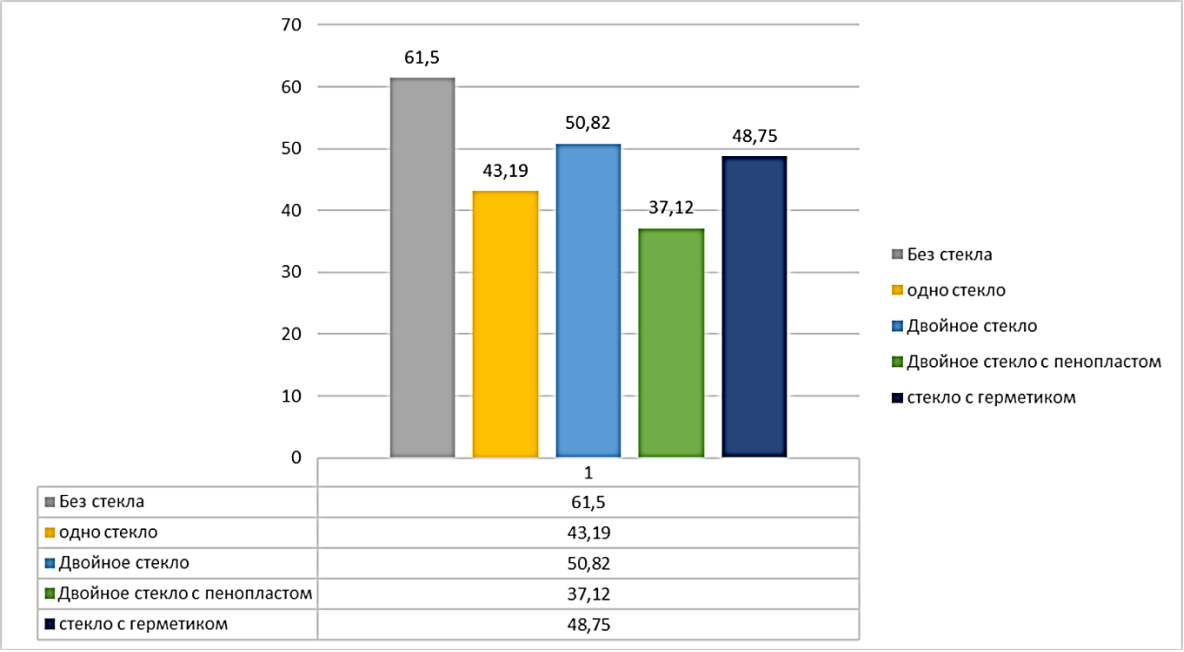

Рис. 3. Диаграмма снижения звукового давления при испытании разных моделей

Анализ приведенных данных позволяет сделать следующие выводы.

Двойное остекление с пенополистиролом продемонстрировало наивысшую звукоизолирующую способность. Достигнутый эффект объясняется комплексным действием двух факторов: увеличением воздушной прослойки и наличием пористого ячеистого материала между рамами. Пенополистирол обеспечивает эффективное рассеяние энергии структурной звуковой волны.

Плотное соединение двух рам без изоляционного материала показал наихудшие результаты среди вариантов с двумя стеклами. Отсутствие звукоизоляционного материала между рамами привело к возникновению резонансных колебаний, что снизило общую эффективность звукоизоляции системы.

Однокамерное остекление с герметиком не показало значимого улучшения по сравнению с двойным остеклением с пенополистиролом. Более того, анализ спектральных характеристик указывает на возможное проявление «мембранного эффекта»: после полимеризации герметик создал жесткую связь между стеклом и рамой, превратив стеклянный лист в подобие мембраны, способной к резонансным колебаниям, что в отдельных частотных диапазонах могло ухудшить звукоизолирующие свойства.

Список литературы

1. СП 51.13330.2011. Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003 = Sound protection : Утвержден Приказом Министерства регионального развития Российской Федерации (Минрегион России) от 28 декабря 2010 г. № 825 и введен в действие с 20 мая 2011 г. : дата введения: 2011-05-20 // Контур Норматив: [сайт] – URL: https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=9&documentId=472496 (дата обращения: 10.11.2025). – Текст : электронный.

2. СП 275.1325800.2016. Конструкции ограждающие жилых и общественных зданий: издание официальное: утвержден приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 16 декабря 2016 г. № 950/пр и введен в действие с 17 июня 2017 г.: дата введения 2017-06-17. // Консорциум кодекс: [сайт] – URL: https://docs.cntd.ru/document/456050583. (дата обращения: 10.11.2025). – Текст :электронный.

3. ГОСТ 23166-2024. Блоки оконные и балконные общие технические условия = Window and balcony blocks. General specifications : национальный стандарт Российской Федерации: Утвержден приказом Росстандарта от 27 марта 2024 года №361-ст. : дата введения: 2024-04-01. // Контур Норматив: [сайт] – URL: https://normativ.kontur.ru/document? moduleId= 9&documentId=493996 (дата обращения: 10.11.2025). – Текст : электронный.

4. Макриненко, Л.И. Акустика помещений общественных зданий / Л.И. Макриненко. – Москва : Стройиздат, 1986. – 171 с. – Текст : непосредственный.

5. Иванов, Н.И. Проблема защиты от шума / Н.И. Иванов, М.В. Буторина, Н.Н. Минина // Вестник МГСУ. – 2011. – № 3–1. – С. 135–145 .–URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_17636721_60944650.pdf (дата обращения: 10.11.2025). – Текст : электронный.

6. Колесников, И.В. Расчет звукоизоляции элементов двойного остекления систем шумозащиты на участке испытаний двигателей транспортных машин / И.В. Колесников, Ю.И. Багиев, П.Д. Мотренко. – Текст : электронный // Вестник Донского государственного технического университета. – 11(8-2) – С. 1436–1440. – URL: https://www.vestnik-donstu.ru/jour/article/view/875/870?locale=ru_RU (дата обращения: 10.11.2025).

7. Пузанков, А.Н. Исследование влияния краевого демпфирования светопрозрачных ограждений на их звукопроницаемость / А.Н. Пузанков, Д.Л. Щеголев. – Текст : электронный // Construction materials. – 2012. – №6. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-vliyaniya-kraevogo-dempfirovaniya-svetoprozrachnyh-ograzhdeniy-na-ih-zvukopronitsaemost (дата обращения: 06.02.2026).

В начало к содержанию

УДК 624.014.2

Н.В. Меренкова[1], А.О. Кулишенко[2],
[1]Канд. техн. наук, доцент
[2]Студент
Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты

РАСЧЕТ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ В ПРОГРАММЕ «ФЕРМА»

CALCULATION OF STEEL STRUCTURES IN THE TRAMP PROGRAM

Аннотация. *В статье приведены результаты расчета пролетных стальных конструкций в программе «Ферма», использующей метод конечных элементов. Несмотря на простоту и ограниченные возможности показано ее использование для расчета опорной конструкции подпорной стенки. Обладая очень простым интерфейсом и минимумом требующихся исходных данных, она позволяет в кратчайшие сроки выполнить предварительные расчеты и выбрать рациональные технические решения.*

Ключевые слова: *стальная конструкция, расчет, метод конечных элементов, усилия, деформации.*

Summary. *The article presents the results of calculating span steel structures in the "Ferma" program, which uses the finite element method. Despite its simplicity and limited capabilities, it is shown how to use it for calculating the support structure of a retaining wall.*

With its very simple interface and minimal required input data, it allows for quick preliminary calculations and the selection of rational technical solutions.
Keywords: *steel structure, calculation, finite element method, forces, deformations.*

В последние годы при строительстве различных объектов подсобного назначения широкое распространение имеют облегченные быстро возводимые конструкции, которые имеют достаточно простую схему их возведения. Такие объекты получили широкую популярность при возведении зданий вспомогательного назначения. Конструктивное исполнение этих объектов как правило представлено покрытием, опирающимся на прогоны, ригели или фермы. Нагрузка от покрытия передается на колонны трубчатого профиля, закрепленные анкерами к монолитным бетонным фундаментам.

Часто такие здания используются для организации складов и различных хранилищ (рис. 1). При использовании для хранения сыпучих материалов существенным недостатком таких помещений является небольшие полезные объемы. Значительного увеличения объема хранения можно достичь устройством подпорных стен по боковым поверхностям зданий. Однако опирать подпорные стенки непосредственно на колонны нельзя из-за возникающего горизонтального давления сыпучего материала. Это приведет к формированию дополнительного изгибающего момента и изменению расчетной схемы каркаса [1].



Рис. 1. Каркас быстровозводимого здания

В этом случае необходимо возведение подпорной стенки, изолированной от воздействия на каркас. Для опорных конструкций подпорных стен принято решение выполнить их в виде консольной фермы. Ферменные конструкции представляют собой одну из наиболее распространенных конструктивных систем в современном строительстве [2, 3]. Данные элементы, выполняющие функцию несущих компонентов кровельных систем, изготавливаются из различных конструкционных материалов, включая сталь, железобетон и древесину. В строительной практике широко применяются типовые решения ферменных конструкций, представленные в виде специализированных серий [4].

Расчетные процедуры ферменных систем, несмотря на кажущуюся относительную простоту, требуют предельной внимательности и точности. Это обусловлено тем, что ферменная конструкция является ключевым элементом, обеспечивающим несущую способность системы, что делает недопустимым пренебрежение какими-либо расчетными параметрами [4].

Научно-исследовательская значимость данной проблематики обусловлена современными тенденциями развития строительной отрасли, характеризующимися увеличением пролетных характеристик зданий и появлением архитектурно-уникальных объектов. Существенное возрастание собственной массы ферм при увеличении пролета свыше 36 м приводит к необходимости разработки инновационных конструктивных решений, направленных на снижение материалоемкости покрытий. В процессе проектирования осуществляется поиск оптимальных конструктивных форм и параметров поперечных сечений, обеспечивающих минимизацию массы покрытия при сохранении его прочностных характеристик и обеспечении эстетической привлекательности ферменных систем.

Конструктивная сущность фермы заключается в формировании геометрически неизменяемой системы посредством соединения прямолинейных стержневых элементов в узловых соединениях. Экономическая эффективность ферменных конструкций по сравнению с балочными системами проявляется в рациональном расходе конструкционных материалов, хотя их изготовление характеризуется повышенной трудоемкостью. При этом преимущество ферм над балками сплошного сечения демонстрирует тенденцию к возрастанию с увеличением пролетных характеристик конструкции.

Существуют различные аналитические способы расчета ферм. Но в настоящее время в большинстве случаев проектирование осуществляется с применением программных комплексов методом конечных элементов (МКЭ).

МКЭ заключается в представлении сложной области (непрерывного тела) в виде совокупности более простых частей – конечных элементов (КЭ). Вместо решения уравнений для всей области сразу задача решается для каждого элемента, а затем результаты объединяются с учетом их взаимодействия. В настоящее время имеется много программ для расчета ферм, к большинству из них доступ ограничен разработчиками. Многие программы отличаются широким спектром решаемых задач, однако требуют много времени на обучение.

Для получения первичных навыков проектирования ферм на наш взгляд заслуживает внимания программа «Ферма», разработанная в Тверском государственном техническом университете, имеющая очень простой интерфейс с использованием широко применяемого метода расчета каркасов ферменных конструкций – метод конечных элементов.

Для наглядности приведен пример расчета фермы промышленного здания по заданным параметрам. В качестве исходных данных требуется ввод геометрических параметров конструкции, количества панелей по верхнему поясу, установить связи, задать предварительную площадь сечения

элементов и приложить к узлам на геометрической схеме величины нагрузок (рис. 2).

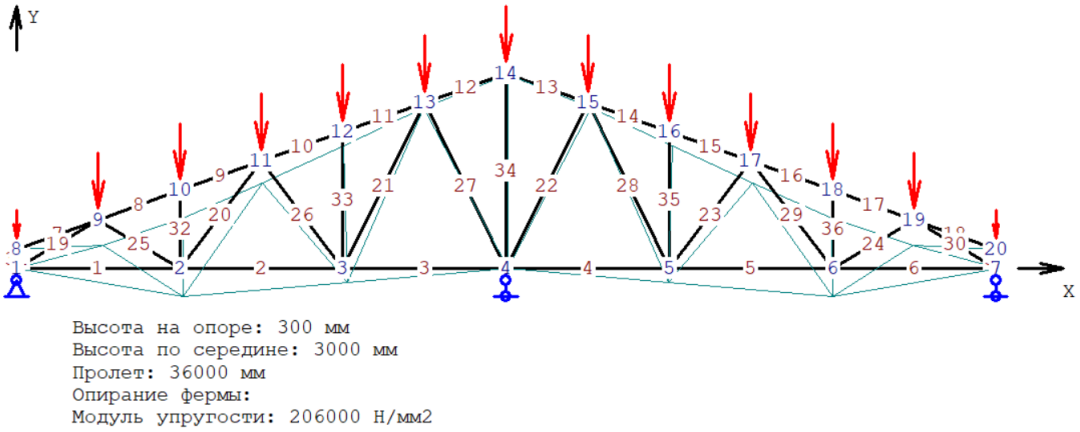

Рис. 2. Расчетная схема фермы

По результатам расчета получаем листинг, приведенный на рисунке 3.

Внешние усилия и перемещения узлов

№ узла	по X, Н	по Y, Н	X, мм	Y, мм
1:	0	0	0.0	0.0
2:	0	0	1.1	-9.2
3:	0	0	1.5	-4.4
4:	0	0	0.5	0.0
5:	0	0	-0.4	-4.4
6:	0	0	-0.1	-9.2
7:	0	0	1.0	0.0
8:	0	-19300	0.2	-0.0
9:	0	-38600	1.5	-8.4
10:	0	-38600	1.2	-9.2
11:	0	-38600	0.4	-7.1
12:	0	-38600	0.2	-4.5
13:	0	-38600	-0.1	-1.7
14:	0	-38600	0.5	-0.4
15:	0	-38600	1.2	-1.7
16:	0	-38600	0.9	-4.5
17:	0	-38600	0.6	-7.1
18:	0	-38600	-0.1	-9.2
19:	0	-38600	-0.4	-8.4
20:	0	-19300	0.8	-0.0

Площади и усилия в элементах

№ элемента	A, см2	N, Н
1:	50.00	196974
2:	50.00	58056
3:	50.00	-164449
4:	50.00	-164449
5:	50.00	58056
6:	50.00	196974
7:	50.00	0
8:	50.00	-151393
9:	50.00	-151393
10:	50.00	50019
11:	50.00	50019
12:	50.00	286710
13:	50.00	286710
14:	50.00	50019
15:	50.00	50019
16:	50.00	-151393
17:	50.00	-151393
18:	50.00	0
19:	50.00	-203037
20:	50.00	104611
21:	50.00	150910
22:	50.00	-156297
23:	50.00	-122711
24:	50.00	-48711
25:	50.00	-48711
26:	50.00	-122711
27:	50.00	-156297
28:	50.00	150910
29:	50.00	104611
30:	50.00	-203037
31:	50.00	-19300
32:	50.00	-38600
33:	50.00	-38600
34:	50.00	-123662
35:	50.00	-38600
36:	50.00	-38600
37:	50.00	-19300

Рис. 3. Результаты расчета фермы двухпролетного промышленного здания

Представленные результаты позволяют по значениям вертикальных деформаций рассчитать относительный прогиб фермы в пролетах. Если он не превышает допустимых нормами значений, то по усилиям в элементах решетки подобрать требуемые профили конструкции по напряжениям и устойчивости. После подбора профилей требуется введение их сечения в программе для повторного расчета и проверки относительного прогиба. Если все напряжения и деформации остались в пределах допустимых, то расчет можно считать завершенным.

Несмотря на простоту и определенные ограничения с помощью программы «Ферма» можно выполнять расчеты консольных конструкций. Примером может служить расчет ферменной конструкции подпорной стенки зернохранилища. Для этого нужно правильно создать расчетную схему и задать усилия. В данном случае нагрузки определяются боковым давлением зерна на стену высотой 2,5 м и прикладываются к узлам соединения опорной конструкции.

Поскольку рассматриваемая программа позволяет рассчитывать только симметричную схему, то необходимо в коньковой части закрепить стержни фермы шарнирно-неподвижными связями. Жесткое закрепление в двух точках необходимо для предотвращения перемещений конструкции фермы, так как эти элементы закрепляются в фундаменте. В этом случае нагрузкам подвергается только правая часть фермы, причем нагрузка прикладывается в направлении противоположном собственному весу (рис. 4).

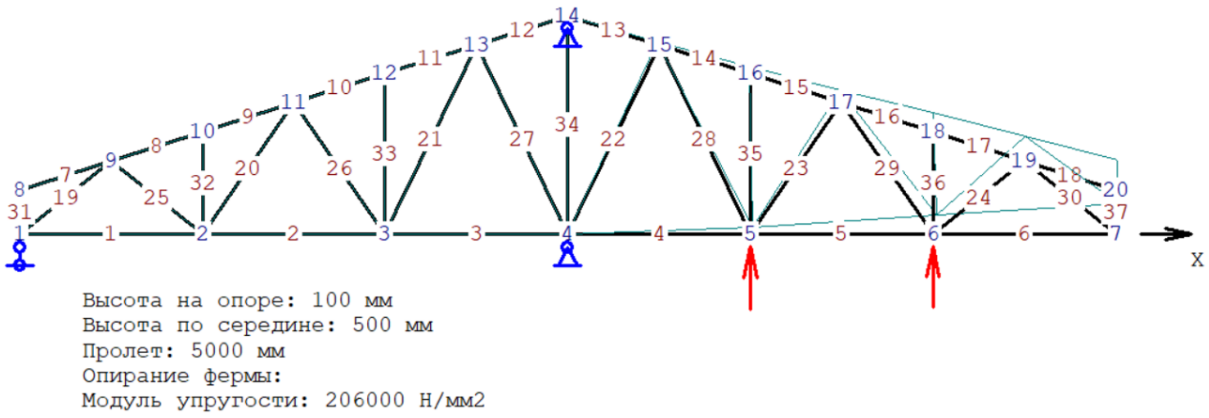

Рис. 4. Расчетная схема опорной конструкции стенки

Анализируя листинг расчета, приведенный на рисунке 5 можно отметить отсутствие усилий и деформаций в элементах левой части фермы, что может свидетельствовать о правомерности расчета.

Внешние усилия и перемещения узлов

№ узла	по X, Н	по Y, Н	X, мм	Y, мм
1:	0	0	0.0	0.0
2:	0	0	0.0	0.0
3:	0	0	0.0	0.0
4:	0	0	0.0	0.0
5:	0	12500	0.4	1.1
6:	0	12000	0.5	3.1
7:	0	0	0.5	4.8
8:	0	0	0.0	0.0
9:	0	0	-0.0	0.0
10:	0	0	-0.0	-0.0
11:	0	0	-0.0	-0.0
12:	0	0	-0.0	-0.0
13:	0	0	0.0	0.0
14:	0	0	0.0	0.0
15:	0	0	-0.2	0.3
16:	0	0	-0.2	1.1
17:	0	0	-0.2	2.0
18:	0	0	0.0	3.1
19:	0	0	0.2	3.9
20:	0	0	0.3	4.8

Площади и усилия в элементах

№ элемента	A, см2	N, Н
1:	5.00	0
2:	5.00	0
3:	5.00	0
4:	5.00	46635
5:	5.00	16667
6:	5.00	0
7:	5.00	0
8:	5.00	0
9:	5.00	0
10:	5.00	0
11:	5.00	0
12:	5.00	0
13:	5.00	-61607
14:	5.00	-27620
15:	5.00	-27620
16:	5.00	-0
17:	5.00	0
18:	5.00	-0
19:	5.00	0
20:	5.00	0
21:	5.00	0
22:	5.00	20486
23:	5.00	13069
24:	5.00	-0
25:	5.00	0
26:	5.00	0
27:	5.00	0
28:	5.00	-27935
29:	5.00	-20537

Рис. 5. Результаты расчета консольной фермы подпорной стенки

По полученным данным наибольшее значение усилия приложено к опорному элементу верхнего пояса, а наибольшее значение перемещений составляет 4,8 мм по оси *Y*, что значительно меньше допустимого в 20 мм. По расчету требуемая площадь сечения профиля труб для каркаса составила 2,85 см^2. Из сортамента согласно ГОСТ 30245-2003 [5] минимальное сечение имеет квадратная труба 40×40 площадью сечения 4,21 см^2 и прямоугольная 50×25 с толщиной стенки 3 мм площадью сечения 3,91 см^2. Выбираем прямоугольную профильную трубу, несмотря на меньший радиус инерции трубы по оси *X*, так как условия устойчивости по продольной гибкости обеспечиваются.

Приведенные примеры показывают, что при инженерном подходе и соответствующем обосновании расчетные программы с ограниченным функционалом позволяют выполнять расчет необычных конструкций.

Список литературы

1. Металлические конструкции. Справочник проектировщика ; под ред. Н.П. Мельникова, 2-е изд. – Москва : Стройиздат, 1980. – 776 с. – Текст : непосредственный.

2. СП 16.13330. 2017. Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II23-81: издание официальное: утвержден и введен в действие Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 27 февраля 2017 г. № 126/пр: дата введения 2017-08-28 – Москва : ЦПП, 2017. – 140 с. – Текст : непосредственный.

3. Колесов, А.И. Стальные конструкции зданий и сооружений : учебное пособие / А.И. Колесов, В.В. Пронин, Е.А. Кочетова. – Текст : непосредственный // Общая характеристика и основы проектирования. Материалы и соединения элементов стальных конструкций. Балки, колонны и легкие фермы как элементы зданий и сооружений. – 2-е изд., доп. ; Нижегор. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Нижний Новгород : ННГАСУ, 2020 г. – Ч. 1. – ISBN 978-5-528-00427-3. – 193 с.

4. ГОСТ Р 54257–2010. Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения и требования : национальный стандарт Российской Федерации : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агенства по техническому регулированию и метрологии от 23 декабря 2010 г. № 1059-ст: дата введения 2011-09-01. – Москва : Стандартинформ, 2011. – 12 с. – Текст : непосредственный.

5. ГОСТ 30245-2003. Профили стальные гнутые замкнутые сварные квадратные и прямоугольные для строительных конструкций. Технические условия. Принят межгосударственной научно-технической комиссией по стандартизации, техническому нормированию и сертификации в строительстве (МНТКС) 22 октября 2003 г. Введен в действие с 1 октября 2003 г. в качестве государственного стандарта Российской Федерации постановлением Госстроя России от 30 июня 2003 г. № 130. – Москва : Стандартинформ, 2003. – 15 с. – Текст : непосредственный.

В начало к содержанию

УДК 624.131.43

О.В. Пашкова[1], К.Д. Ивахнюк[2], М.А. Яценко[2]
[1]Канд. техн. наук, доцент
[2]Студент
Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты

ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГРУНТОВ НА РАЗЛИЧНОЙ ГЛУБИНЕ

ASSESSMENT OF CHANGES IN THE PHYSICAL PROPERTIES OF SOILS AT DIFFERENT DEPTHS

Аннотация. *В статье приведены результаты исследования влияния глубины отбора проб на физические свойства грунта. Приведены графики изменения плотности при естественной влажности и сухих образцов. Выполнен расчет влажности. Отмечена устойчивая тенденция увеличения плотности и влажности с ростом глубины. Отмечена необходимость учета глубины отбора проб и результатов испытаний в скважинах косвенными методами.*

Ключевые слова: *инженерно-геологические изыскания, грунт, плотность, влажность.*

Summary. *The article presents the results of a study of the influence of sampling depth on the physical properties of soil. The graphs of changes in density at natural moisture content and dry samples are presented. The calculation of moisture content is performed. A steady trend of increasing density and moisture content with increasing depth is noted. The need to take into account the sampling depth and the results of tests in wells using indirect methods is noted.*
Keywords: *engineering and geological surveys, soil, density, moisture content.*

На этапе подготовки к проектированию строительства зданий и сооружений инженерные изыскания занимают очень важное место, так как достоверностью характеристик грунтов основания фундамента определяется надежность и долговечность всего здания [1]. Определение свойств грунтов на площадке строительства является одной из основных задач, выполняемых в процессе инженерно-геологических изысканий. В процессе исследований подлежат определению физические, механические, химические, водные и другие характеристики грунтов, а также их состояние.

Характеристики грунтов природного сложения, а также искусственного происхождения должны определяться, как правило, на основе их непосредственных испытаний в полевых или лабораторных условиях с учетом возможного изменения влажности грунтов в процессе строительства и эксплуатации сооружений.

Полевые методы дают заведомо лучшие результаты при определении свойств грунтов, поскольку ни одна даже самая лучшая лаборатория не сможет в точности смоделировать естественные условия, которые есть в массиве грунта. Однако их трудоемкость значительно больше [2].

Поскольку свойства реальных грунтов сложны и многообразны, то показатели свойств пород во многом определяют степень надежности и точности выполняемых расчетов характеристик основания. Отсюда высокие требования к достоверности проб, точности проведения испытаний по определению физических и механических свойств грунтов [3].

Основными характеристиками, от которых зависит несущая способность и деформации основания фундамента являются угол внутреннего трения, коэффициент сцепления и модуль деформации грунта чаще всего определяются в лабораториях. Дело в том, что указанные свойства зависят от ряда факторов, которые в полевых условиях не всегда имеется возможность учитывать. Поэтому лабораторных методов очень много, для каждого свойства есть свой прибор или методика его определения. Так как грунт – это смесь раздробленных минералов, можно отметить, что даже на небольшой площади его свойства могут существенно отличаться.

В последние годы для определения свойств грунтов получают широкое распространение приборы использующие косвенные методы определения механических характеристик (пенетрация, зондирование, прессиометрические испытания). Опыт показывает, что разброс показаний этих приборов требует большего количества замеров для получения объективных результатов. Однако в ограниченном пространстве скважины это сделать сложно, поэтому испытания проводятся на разной глубине.

С целью определения влияния глубины отбора проб грунта на его физические свойства проведены испытания желто-бурого суглинка тугопластичной консистенции ненарушенного сложения, относящегося к одному инженерно-геологическому элементу.

Отбор образцов для испытаний производился со дна траншеи, предназначенной для возведения фундамента здания (рис. 1), методом режущего кольца. По мере разработки траншеи на глубине 0,4 м, выравнивалась площадка и в грунт вдавливалось 6 колец диаметром 40,0 мм. Затем образцы извлекались из массива, излишки грунта срезались по плоскостям кольца высотой 40 мм и помещались в специальные боксы для хранения до испытаний. Отбор проб в таком же порядке выполнялся на глубинах 0,6; 0,8; 1,0 и 1,2 м.

Определение средней плотности влажного и сухого грунта, а также влажности осуществлялось в лаборатории кафедры «Строительство и техносферная безопасность». Расчет показателей выполнялся в электронной таблице Excel, а результаты приведены в таблице.



Рис. 1. Отбор образцов грунта в траншее

Таблица

Результаты определения физических свойств грунта

Глубина отбора проб, м	Вес влажных образцов, г	Вес сухих образцов, г	Плотность влажных образцов, г/см^3	Плотность сухих образцов, г/см^3	Вес воды в образцах, г	Влажность образцов, %
0,40	77,60	70,21	1,552	1,404	7,390	0,105
	91,70	80,06	1,834	1,601	11,640	0,145
	82,23	71,15	1,645	1,423	11,080	0,156
	89,92	78,22	1,798	1,564	11,700	0,150
	80,21	71,63	1,604	1,433	8,580	0,120
	83,84	74,81	1,677	1,496	9,030	0,121
	Среднее значение		1,685	1,487		0,133
0,60	85,93	77,85	1,719	1,557	8,080	0,104
	82,02	75,06	1,640	1,501	6,960	0,093
	86,14	78,34	1,723	1,567	7,800	0,100
	84,24	76,51	1,685	1,530	7,730	0,101
	86,79	78,09	1,736	1,562	8,700	0,111
	Среднее значение		1,700	1,543		0,102
0,80	91,58	83,25	1,832	1,665	8,330	0,100
	88,48	80,81	1,770	1,616	7,670	0,095
	89,57	80,37	1,791	1,607	9,200	0,114
	89,45	78,61	1,789	1,572	10,840	0,138
	Среднее значение		1,795	1,615		0,112
1,00	89,60	80,05	1,792	1,601	9,550	0,119
	96,70	85,91	1,934	1,718	10,790	0,126
	94,66	84,13	1,893	1,683	10,530	0,125
	95,03	82,56	1,901	1,651	12,470	0,151
	92,40	82,76	1,848	1,655	9,640	0,116
	Среднее значение		1,874	1,662		0,128
1,20	95,60	84,51	1,912	1,690	11,090	0,131
	98,31	84,12	1,966	1,682	14,190	0,169
	96,23	83,79	1,925	1,676	12,440	0,148
	99,92	87,86	1,998	1,757	12,060	0,137
	Среднее значение		1,950	1,701		0,146

По полученным результатам построены графики изменения плотности (рис. 2, 3) и влажности (рис. 4) от глубины отбора проб.

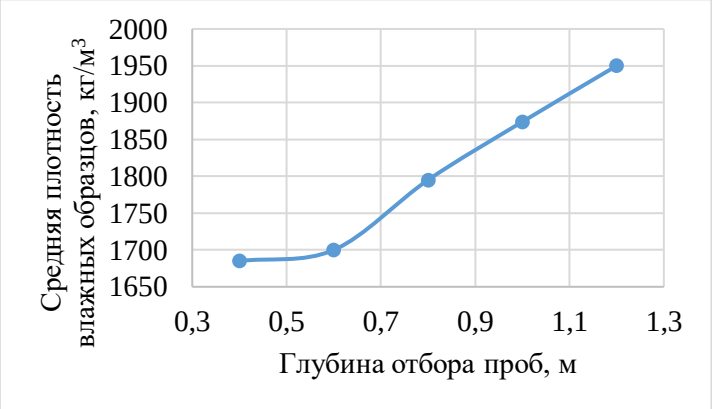

Рис. 2. Зависимость средней плотности влажных образцов от глубины отбора

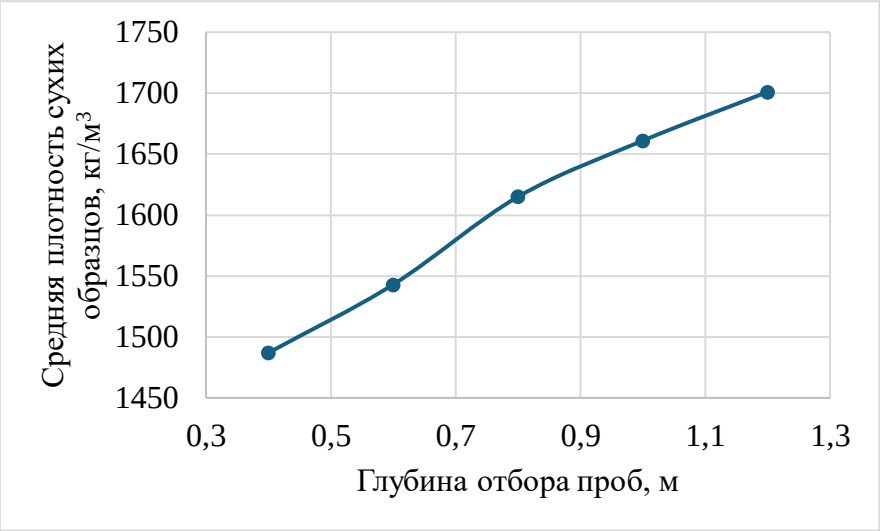

Рис. 3. Зависимость средней плотности сухих образцов от глубины отбора

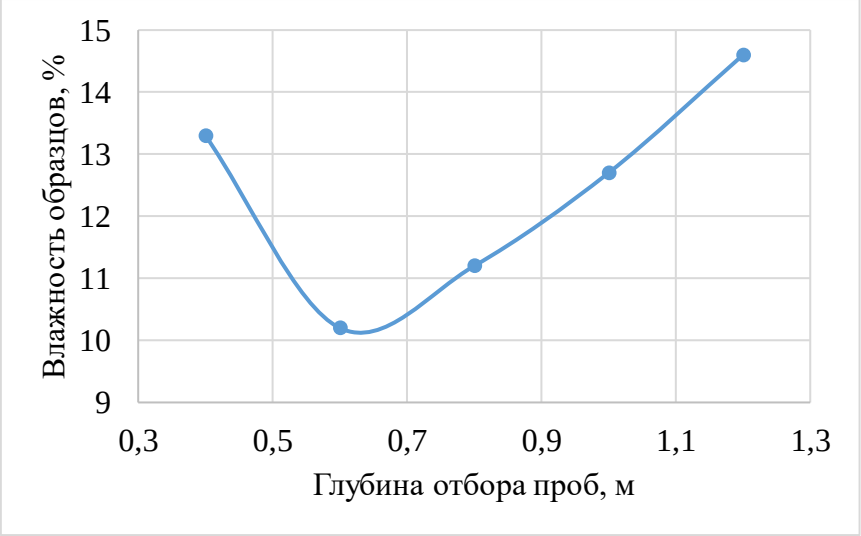

Рис. 4. Влажность образцов грунта на различной глубине

Анализ полученных зависимостей свидетельствует о стабильном росте приведенных характеристик с увеличением глубины отбора проб грунта. Исключение составляет влажность образцов на глубине 0,4 м. Это связано со временем отбора проб – октябрь 2025 г. То есть в период сентябрь – октябрь были осадки, что и привело к увлажнению верхнего слоя грунта, а весь летний период осадки отсутствовали.

Поскольку физические и механические свойства грунтов в значительной степени зависят от влажности, то при отборе проб и испытаниях косвенными методами в скважинах следует осуществлять контроль влажности образцов на различной глубине массива для корректировки характеристик в случае необходимости.

Список литературы

1. СП 22.13330.2016. Свод правил. Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83: (утв. Приказом Минстроя России от 16.12.2016 № 970/пр.) /Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт). – Текст : электронный // Техэксперт: [сайт]. – URL: https://docs.cntd.ru/document/1200084710 (дата обращения: 21.09.2024).

2. СП 47.13330.2012 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения» (актуализированная редакция СНиП 11-02-96): издание официальное: дата введения 2013-07-01 / Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт). – Текст : электронный // Техэксперт: [сайт]. – URL: https://docs.cntd.ru/document /1200096789 (дата обращения: 21.09.2024).

3. ГОСТ 12248.4-2020 Грунты. Определение характеристик деформируемости методом компрессионного сжатия (с Поправкой): национальный стандарт: издание официальное: дата введения 2021-12-27 / разработан Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (МГС). – Текст : электронный // Техэксперт: [сайт]. – URL: https://docs.cntd.ru/document/566409071?section=text (дата обращения: 19.10.2024).

В начало к содержанию

УДК: 629.31: 504.06

М.А. Лемешко[1], К.Р. Бояринцев[2]
[1]Канд.техн. наук, доцент
[2]Магистрант
Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты

ЭЛЕКТРОМОБИЛИ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ЭКОЛОГИЮ

ELECTRIC VEHICLES ANDTHEIRIMPACTON THE ENVIRONMENT

Аннотация. *В статье выполнен анализ влияния эксплуатационных показателей электромобилей на экологию, в сравнении с двигателями внутреннего сгорания. Использован показатель «углеродный след», который учитывает выделения в атмосферу двуокиси углерода на всех стадиях производства и эксплуатации автомобилей с различными источниками энергии. Приведен анализ затрат энергии на одинаковый участок пути движения для транспорта с электродвигателем (электрокара) и транспорт с ДВС. Приведено рассуждение о себестоимости электроэнергии, которая используется для электромобилей и экологичность этой электроэнергии, которая получается, в основном, от сжигания углеводородного топлива. Оценка экологичности электромобилей является углеводородный след, который показывает, сколько сжигается традиционного топлива для получения электроэнергии для электромобилей. Показана необходимость более точного определения влияния на экологию тенденции по увеличению числа*

электромобилей с учетом стоимостного фактора и углеродного следа.
Ключевые слова: *электромобили, экология, углеродный след.*

Summary. *The article analyzes the impact of performance indicators of electric vehicles on the environment, in comparison with internal combustion engines. The "carbon footprint" indicator is used, which takes into account the release of carbon dioxide into the atmosphere at all stages of production and operation of vehicles with various energy sources. The analysis of energy costs for the same section of the route for vehicles with an electric motor (electric car) and vehicles with an internal combustion engine is presented. A judgment is given on the cost of electricity used for electric vehicles and the environmental friendliness of this electricity, which is obtained mainly from the combustion of carbon-hydrogen fuel. An assessment of the environmental friendliness of electric vehicles is the hydrocarbon footprint, which shows how much traditional fuel is burned to generate electricity for electric vehicles. The need for a more accurate determination of the environmental impact of the trend towards an increase in the number of electric vehicles, taking into account the cost factor and the carbon footprint, is shown.*
Keywords*: electric vehicles, environment, carbon footprint.*

Введение. В России по данным «Автостат» на 1 июля 2025 г. зарегистрировано 138,5 тыс. электромобилей и гибридов. Из них 52,9 % – это гибриды, заряжаемые на распределенных по городу локальных зарядных станциях, а 47,1 % – полностью электрические автомобили. Актуальным является вопрос: «Как электромобили влияют на экологию». В электромобилях или электрокарах не используется газ, или солярка, или бензин или другое углеводородное топливо. Казалось бы, что работа этого вида транспорта не влечет за собой выделение выхлопных газов в атмосферу и поэтому экологически абсолютно безопасна. Однако сразу возникает сомнение в этом. Ведь электричество в стране получают, в основном, путем сжигания углеводородов. Конечно, в общей энергосистеме России общая генерированная мощность электроэнергии обеспечивается и атомными электростанциями, и гидроэлектростанциями, которые при генерировании электроэнергии не выбрасывают в атмосферу газы продуктов сгорания. Безусловно, снижение продуктов сгорания углеводородного топлива является целью топливной энергетики и экологической безопасности страны. Снижение в атмосфере доли двуокиси углерода положительно отразится на парниковом эффекте, в конечном итоге на глобальном потеплении.

Оценкой степени влияния на экологию любого производства, любой технологии, любого изделия, является так называемый «Углеродный след».

Углеродный след электромобилей включает выбросы углекислого газа на всех этапах жизненного цикла машины: при производстве, при эксплуатации и при утилизации.

Во многих информационных источниках, преимущественно доказывающих эффективность электромобилей, указывают, что на этапе производства углеродный след электромобиля больше, чем у автомобилей с двигателем внутреннего сгорания. При этом указывается, что причина этого заклю-

чается в сложности технологий производства аккумуляторов для электромобилей. Для производства одного аккумулятора, учитывая все технологии, все производства для получен конечного изделия, углеродный след составляет около 7 т CO_2 на один аккумулятор.

При эксплуатации электромобили выбрасывают меньше углекислого газа, чем при эксплуатации автомобили с ДВС. По данным ассоциации ICCT (International Councilon Clean Transportation), уже после 17 000 км пробега текущий уровень углеродных выбросов у современных электромобилей ниже, чем у машин с ДВС. Однако этот показатель из других источников варьируется от 27 000 до 110 000 км пробега [1].

В зависимости от источника энергии, используемой для зарядки электромобиля, показатель экологичности использования электромобилей – «углеродный след» – различен. Например, углеродный след при использовании угля для производства электроэнергии, самый большой: в атмосферу выделяется 820 г CO_2 при выработке 1кВт·ч электроэнергии. При производстве электроэнергии из природного газа – углеродный след равен – 490 г CO_2/кВт·ч. При использовании солнечной энергии (солнечных батарей, солнечных электростанций) углеродный след равен – 41–48 г CO_2/кВт·ч. При использовании энергии ветра – 11–12 г CO2/кВт·ч.

В Великобритании,с учетом всех видов источников электроэнергии, в среднем, генерации 1 кВт·ч энергии ведет к выбросу в атмосферу138 г CO_2.

Средний расход энергии на 100 км пробега для электромобилей составляет 10–20 кВт·ч/100 км. Для Великобритании, для электромобилей при углеродном следе 138 г CO_2 / 1кВт ч, – этот эквивалент равен 1380–2760 г. CO_2 на 100 км, или 13,8–27,7 г/км. Эксплуатационные выбросы CO_2 (не углеродный след), для современных легковых машин с ДВС, составляют 80–100 г/ 100 км пути, или 0,8–1,0 г/ км пути, т.е. меньше чем углеродный след электромобилей.

По данным на 2025 г., массовые электромобили, используемые в Европе, в среднем имеют углеродный след 63 г диоксида углерода на 1 км пути.

Компания Volvo опубликовала исследование, в котором сравнила влияние на экологию электромобилей и машин с ДВС, в течение всего их жизненного цикла – с момента начала производства до истечения пробега в 200 тыс. км. Как оказалось, что углеродный след двух сопоставимых машин по мощности сравняется, в лучшем случае, после того, как электрокар проедет около 50 тысяч километров [2].

В Мире, в октябре 2025 г. глобальные продажи электромобилей увеличились на 23 % по сравнению с октябрем 2024 г. и достигли 1,9 млн единиц. В Европе продажи выросли на 36 % до 372 тыс., в Китае – до 1,3 млн, а в Северной Америке выросли на 41 % до 100 тыс. [3].

Причина низкой экологичности аккумуляторов для электрокар в том, что аккумуляторы содержат редкие минералы, такие как медь и кобальт.

Кузов электромобилей, как правило, изготавливается из легких материалов – алюминия и углеродных полимеров, а магниты – из редкоземельных металлов. Все эти материалы добывают в шахтах, на рудниках что наносит ущерб окружающей среде, а производство связано с энергоемкими электростанциями, зачастую угольными, что снижает экологическую ценность электромобилей.

Оценку экологичности электромобилей фирмами производителями этих электрокаров следует воспринимать с осторожность, т.к. производителям нужно продавать электромобили.

Простой энергетический анализ побуждает сомнение, что через 150–170 тыс. км пробега электромобиль будет экологичнее ДВС. Сравним две технологии получения энергии движения. Топливо (бензин, дизельное топливо, газ) в ДВС сразу преобразуются в энергию движения. Для электромобилей: топливо (газ, нефть, уголь и др.) вначале сжигается, вырабатывая энергию вращения системы «турбина – генератор», не энергию движения. Генератор энергию вращения преобразует в энергию электричества, а затем в электромобиле электричество преобразуется в энергию движения. Известно, что любое преобразование энергии влечет ее потери. Безусловно потери энергии имеются и при ее аккумулировании. В технологии обеспечения движения электромобиля используются два процесса с потерями энергии: 1) генерация электроэнергии путем сживания топлива, когда выполняется преобразование энергии вращения турбины в энергию электричества; 2) преобразование энергия электричества в энергию движения. Чтобы подать электроэнергию к электромобилю (помимо углеродного следа аккумуляторов), необходимы линии ЛЭП к электрозаправкам, необходимы трансформаторы, инверторы, узлы коммутации, системы управления. В ДВС сжигание топлива сразу преобразуется в энергию движения, потерь на преобразование нет. Использование критерия «углеродный след» косвенно оценивает экологичность применения электромобилей. При этом, этот критерий может быть определен и с учетом производства самих транспортных средств, и с учетом углеродного следа заводов, выпускающих автотранспорт, заводов и предприятий, выпускающих электрооборудование для электромобилей и для транспорта с ДВС. Иллюзия абсолютной экологической безопасности электромобилей несостоятельна, если учитывать экологичность получения электроэнергии для этого вида транспорта.

Выводы

1. Анализ эффективности электромобилей в сравнении с автомобильным транспортом, оснащенных двигателями ДВС показал не однозначность экологических преимуществ электрокар, так как эта эффективность зависитот себестоимости электроэнергии и от углеродного следа при выработке электроэнергии.

2. Совершенствование двигателей внутреннего сгорания, использование газового топлива возможно позволит конкурировать с электроприводом транспортных средств, если углеродный след источников энергии для электрокар будет высоким.

Список литературы

1. Зеликов, В.А. Экологические проблемы воздействия автомобильного транспорта на состояние окружающей среды / В.А. Зеликов, С.В. Писарева, И.В. Кузнецов [и др.]. – Текст : непосредственный // Природноресурсный потенциал, экология и устойчивое развитие регионов России: Сборник статей XX Международной научно-практической конференции, Пенза, 20–21 января 2022 г., 2022. – С. 57–61.

2. Азнавуров, М. Электромобили оказались на 32 % «грязнее» машин с ДВС при производстве / М. Азнавуров. – Текст : электронный // Интернет-портал «Российской газеты»: [сайт]. – 2018. – URL: https://rg.ru/2021/07/01/elektromobili-okazalis-na-32-griaznee-mashin-s-dvs-pri-proizvodstve.html?utm_referrer=https%3A%2F%2Fyandex.ru%2F (дата обращения: 14.11.2025).

3. Рахматуллин, К.Р. Перспективы развития электромобилей – К.Р. Рахматуллин – Текст : электронный // Актуальные исследования. – 2022. – № 27(106) – URL: https://apni.ru/article/4348-perspektivi-razvitiya-elektromobilej (дата обращения: 14.11.2025).

В начало к содержанию

УДК 536.24

М.А. Лемешко[1], О. В. Димитров[2]
[1]Канд. техн. наук, доцент
[2]Студент
Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИСТИЛЛЯЦИИ ВОДЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ

STUDY OF WATER DISTILLATION USING SOLAR ENERGY

Аннотация. *В статье излагается вопрос очистки загрязненной воды методом дистилляции. Этот метод известен и в работе излагается подход по улучшению известного метода очистки воды путем дистилляции с использованием энергии солнца в специальном солнечном коллекторе. Изучаются затраты на нагрев воды до стадии кипения, рассматривается процесс испарения воды, с точки зрения энергозатрат на процесс дистилляции. В статье анализируется и совершенствуется метод дистилляции в вакууме. Цель вакуума не стандартна, целью вакуума является увеличение длительности периода дня, чтобы энергии солнца было достаточно для процесса дистилляции. Известно при уменьшении давления, температура кипения уменьшается, этот подход используется чтобы на заре и в вечернее время процесс дистилляции был возможен. В вакууме и скорость парообразования быстрее и процесс опреснения происходит быстрее. Для проведения исследований изготовлен опытный образец стенда, на котором выполняются исследование процесса дистилляции и выявление рациональных режимных*

параметров. Данным исследованиям аналогов в публикациях не обнаружено. На конструкцию исследовательского стенда получен патент. Приведен примерный тепловой расчет парообразования. Описана опытная установка для дистилляции воды в солнечном коллекторе.

Ключевые слова: *очистка воды, дистилляция, солнечный коллектор, вакуум, солнечная энергия.*

Summary. *This article discusses the purification of contaminated water by distillation. This method is well-known, and the paper presents an approach to improving this method using solar energy in a specialized solar collector. The costs of heating water to boiling are studied, and the process of water evaporation is considered from the perspective of energy consumption for the distillation process. The article analyzes and improves the method of distillation in a vacuum. The purpose of a vacuum is not standard; it is intended to increase the length of daylight hours so that solar energy is sufficient for the distillation process. It is known that as pressure decreases, the boiling point decreases. This approach is used to make distillation possible at dawn and in the evening. In a vacuum, both the rate of vaporization is higher, and the desalination process occurs more quickly. To carry out the research, a prototype of the stand was made, on which the distillation process is studied and the rational operating parameters are identified. These studies have no analogues in publications. A patent has been obtained for the design of the research stand. An approximate thermal calculation of vaporization is given. A pilot plant for distilling water in a solar collector is described.*

Keywords*: water purification, distillation, solar collector, vacuum, solar energy.*

Введение. Тема дефицита питьевой воды, дефицита пресной воды актуальна во многих странах Мира, а также в России. Глобальное потепление сказывается на увеличении дисбаланса фаз воды в природе: чем выше средняя температура на планете Земля, тем больше доля нахождения воды фазе пара и меньше для воды фазе жидкости. Это одна из причин того, что проблема с чистой, пресной водой со временем будет усиливаться.

Поэтому важно исследовать варианты решения этой глобальной проблемы. Одним из известных методов по обеспечению населения чистой водой во многих странах мира, является метод дистилляции. Этим методом можно очищать и морскую воду, и воду из артезианских скважин и другую воду сильно минерализованную.

Нами разработаны различные варианты конструкций солнечных опреснителей. Ниже приведено описание опреснителя наиболее совершенной конструкции. На рисунке 1 приведена схема такого опреснителя.

Система опреснения состоит из основного элемента системы, солнечного коллектора специальной конструкции *7* с теплоизоляцией *6*, закрепленной к коллектору с нерабочей стороны. Система опреснения включает также первый вакуум-насос *11*, который отсасывает водяной пар в конденсатор *9*, второй вакуумный насос, который удаляет солевой раствор из коллектора не нарушая режим вакуумирования, емкость для исходной опресняемой воды *1*, накопительные емкости для сбора дистиллята *8* и солевого концен-

трата *3*, управляемые клапана *4*, *12*. Система включает два теплоизолированных теплообменных аппарата *2*, *10*. Система опреснения включает также программируемый контроллер (на рисунке не показан), который программно управляет процессом опреснения.

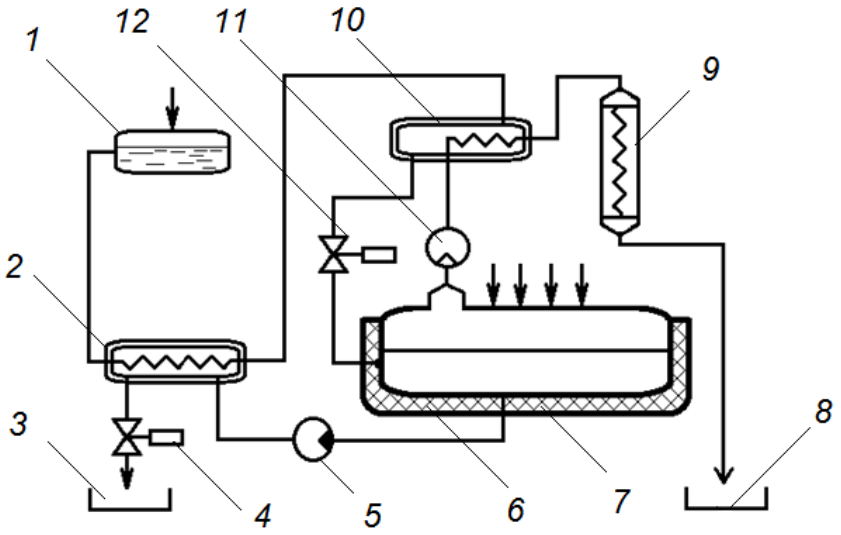

Рис. 1. Система опреснения в солнечном коллекторе:
1 – емкость с исходной водой; 2 – первый теплообменный аппарат; 3 – накопитель солевого концентрата; 4 – первый управляемый клапан; 5 – первый вакуум-насос; 6 – теплоизоляция солнечного коллектора; 7 – солнечный коллектор; 8 – накопитель пресной воды; 9 – конденсатор; 10 – второй теплообменный аппарат; 11 – второй вакуум-насос; 12 – второй управляемый клапан

На этой схеме предусмотрен предварительный нагрев входящей соленой воды *1* в теплообменнике *2* и в теплообменнике *10*. В теплообменнике *10* используется тепло пара после выхода из коллектора, т.е. после насоса откачки пара *11*. Здесь решаются две задачи – охлаждение пара и предварительный нагрев исходной воды. В теплообменнике *2* горячий солевой раствор после насоса *5* также нагревает входящую воду из источника *1*.

Система опреснения под управлением программируемого контроллера работает в автономном режиме.

Расчеты. Выясним время за которое солнечная энергия нагреет 1 кг воды от температуры начальной (t_H) до температуры парообразования (t_K). Расчеты проведем для условий вакуума при нагреве и при испарении воды, при различном разряжении. Известно, что тепловую энергию солнца обеспечивают мощностью измерения на поверхности Земли, известно также, что на экваторе в солнечный день без облаков, когда солнце в зените, мощность измерений составляет около 1300 Вт. На территории России этот показатель достигнет максимального значения в 1200 Вт. Для дальнейших расчетов и

анализа принимаем расчетную мощность солнца равную 1000 Вт. Мощность – это работа (энергия) в единицу времени, которая высчитывается по формуле (1).

$$N = \frac{A(E)}{t}; [N] = \frac{[A]}{[t]} = (1Bm = \frac{1Дж}{1c}). \quad (1)$$

В теплотехнике эквивалентном работы является – количество теплоты (Q) размерность $Q = [Дж]$ как и работы $A(Q)$, в общетехнической практике известно как определить количество теплоты для нагрева воды с одного значения температуры до другого, данная значение высчитывается по формуле (2):

$$Q = C_{H_2O} \cdot m(t_H - t_K), \quad (2)$$

где C_{H_2O} – массовая удельная теплоемкость для нашего случая воды.

m – масса воды принимающая тепло (кг);

$t_н$ и $t_к$ – тепловой напор, или разность температур воды до и после нагрева.

Рассмотрим процесс нагрева воды солнечной энергией на примере. Пусть $t_н = 20°C$, $t_к = 60°C$, $C_{H2O} = 4178$ Дж/кг·град, тогда вычислим количество теплоты для нагрева воды по формуле (2):

$$Q_{H_2O} = 4178 \cdot 1 = 167{,}12 \text{ кДж}$$

Время на нагрев воды с $20^{\circ}C$ до $40^{\circ}C$ получаем из формулы (1):

$$N_S = \frac{A}{E} \rightarrow t = \frac{A}{E_{N_S}} = \frac{Q_{H_2O}}{N_S}, \quad (3)$$

где $Q = A = 167{,}12$ кДж, $N = 1$ кВт

$$t = \frac{167{,}12 \text{ кДж}}{1 \text{ кВт}} = \frac{167{,}2 \text{ кВт} \cdot C}{1 \text{ кВт}} = 167{,}2\ C \approx 2{,}78 \text{ мин.}$$

Таким образом, теоретически установлено время для нагрева 1 литра воды до состояния «начало кипения, равное 2,78 мин. Теплоемкость воды зависит от давления и температуры. В примере приведены данные (табл. 1) при нормальном атмосферном давлении.

Таблица 1

Зависимость теплоемкости воды от температуры

t	20	25	30	35	40	50	60	70	80
C	4183	4179	4174	4174	4174	4181	4182	4187	4195

Обратим внимание: с ростом температуры теплоемкость воды C в начале падает, а затем возрастает, но $t = 20\ °C$, $t = 60\ °C$ теплоемкость воды почти одинакова. В таблице 2 приведены справочные данные зависимости теплоемкости воды при различном давлении и различных температурах.

Таблица 2

Значение теплоемкости воды при различных условиях

C°	Давление, бар.		
	0.1	1	10
	R		
0	4218	4217	4212
50	1929	4131	4179
100	1910	2038	4214

Как видно по приведенным данным, корректно применять значение теплоемкости воды (C) одинаковым, при t = 20 °C, t = 60 °C . Значение теплоемкости воды для этих условий равно:C_{20} = 4183 Дж/кг·град

Давление, при котором выполняется нагрев, также влияет на значение коэффициент парообразования, но для кипения эти значения незначительны. Например,для нормального давления C_{20} = 4183 Дж/кг·град, C_{60} = 4220Дж/кг·град. Отличие составляет 0,4 %.

Для оценки процесса испарения используем коэффициент удельной теплоты R, кДж/кг. Используем график, построенный по таблице 8 из справочника [1]. На рисунке 2 приведена зависимость коэффициента удельной теплоты R от температуры кипения T.

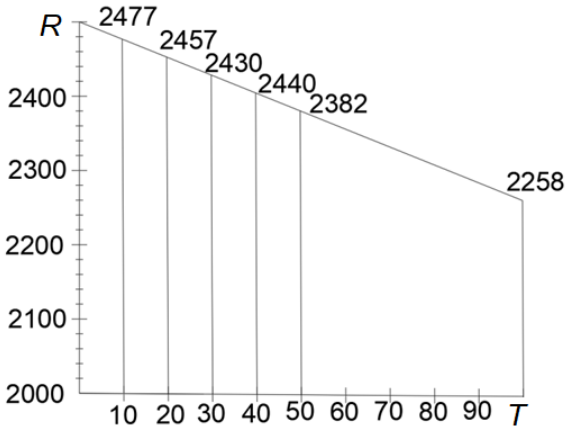

Рис. 2. Зависимость коэффициента удельной теплоты
от температуры кипения воды

Из графика зависимости температуры кипения воды от давления среды следует: $t_{кип}$ = 55 °C, $P \approx 0{,}3$ атм.

Количество теплоты необходимой для полного испарения определенной массы воды определяется по выражению, представленному в формуле (4):

$$Q_K = R \cdot m \qquad (4)$$

Зная значения для различных давлений и температур, можно вычислить количество теплоты, необходимой для испарения всего заданного объ-

ема (массы) кипящей воды. Используя справочные сведения определим значения коэффициента удельной теплоты парообразования для различных условий работы опреснителя. В таблице 3 представлены удельные значения теплоты парообразования при различной температуре.

Таблица 3

Значение удельной теплоты парообразования

t°	R, кДж/кг
0	2,45
50	2,38
100	2,26

Для диапазона t = (0–100)°C,R = 2500–2250 (%). При уменьшении давления значение R растет. Приведем значения коэффициента удельной теплоты парообразованиядля характерных точек при различном давлении испарения:

– $1\ \text{бар} - R = 2258$кДж/кг,
– $0{,}1\ \text{бар} - R = 2382$кДж/кг,
– 0,01 бар - R = 2477кДж/кг.

Как видно из приведенных данных, удельная теплота парообразования с уменьшением давления увеличивается. В таблице 4 представлены значения коэффициента удельной теплоты парообразования воды при вакуумировании объема с кипящей водой при различном давлении.

Таблица 4

Значения коэффициента удельной теплоты парообразования

$P \cdot 10^{-5} Па$	$t_{кип}\,°C$	R,$\frac{кДж}{кг}$
0,0123	10	2477,4
0,0234	20	2453,8
0,0424	30	2430,2
0,0737	40	2406,5
0,1234	50	2382,5
1	99,63	2258,2
2	120,23	2202,2

Выводы

1. Выполненные теоретические расчеты обозначили примерное значение производительности опреснительной установки, для принятых для расчета ориентировочных параметров.

2. Расчеты еще раз подтвердили высокую энергоемкость процесса испарения.

Список литературы

1. Дефицит водных ресурсов. // Свободная Интернет-энциклопедия «Википедия» – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B5%D1%84%D0%B8%D1%86%D0%B8%D1%82_%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D1%8B%D1%85_%D1%80%D0%B5%D1%81%D1%83%D1%80%D1%81%D0%BE%D0%B2 (дата обращения: 30.01.2026)
2. Лемешко, М.А. Система опреснения воды в солнечном коллекторе / М.А. Лемешко, И.В.Умнов – Текст : электронный // Научная весна – 2022. Технические науки : сборник научных трудов / редкол. : С.Г. Страданченко [и др.].– Шахты : ИСОиП (филиал) ДГТУ в г. Шахты, 2022. – 1 CD-ROM. – Систем. требования : Pentium III 866 МГц ; 11,5 Мб RAM ; Windows XP ; Adobe Reader 7.0. – ISBN 978-5-907186-86-6 – С. 196–202.
3. Лемешко, М.А. Энергоэффективный метод опреснения морской воды / М.А. Лемешко, И.В. Умнов – Текст: электронный // Вестник Луганского государственного университета им. В. Даля. – 2021. – № 11(53). – С. 221–224. – URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_48379662 _18902718.pdf – Текст: электронный.
4. Демьяненко, Т.И. Солнечная энергетика – альтернатива жизни / Т.И. Демьяненко, А.С. Тузман – Текст: электронный // Вестник Луганского государственно госуниверситета им. В. Даля. – 2016. – №1 (2). – С. 215-219. – URL: https://izdat.daluniver.ru/wp-content/uploads/2025/01/1-2-2016.pdf (дата обращения: 30.01.2026).
5. Кошмаров, Ю.А. Теплотехника : учебник / Ю.А. Кошмаров ; Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, Академия Государственной противопожарной службы. – Москва : Академкнига, 2006. – 501 с. – ISBN 5-94628-216-6. – Текст : непосредственный.

В начало к содержанию

УДК: 534.833

М.А. Лемешко[1], О.О. Кавинская[2]
[1]Канд. техн. наук, доцент
[2]Студент
Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты

СТАЦИОНАРНЫЙ СТЕНД И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ ЗВУКОИЗОЛИРУЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ

STATIONARY STAND AND RESEARCH METHODOLOGY SOUNDPROOF MATERIALS

Аннотация. *В статье приведены сведения об использовании стационарных стендов для исследования звукоизолирующих материалов, в стабильных условиях испытаний. Сформулированы задачи исследований новых звукоизолирующих материалов с*

высокой точностью измерений. Показана особенность исследований звукоизолирующих материалов на образцах малой площади, обоснована необходимость высокой чувствительности системы измерения и целесообразность использовать полный факторный эксперимент. Конструкция стенда и предлагаемая методика исследований обеспечит высокую точность и достоверность получаемых результатов. Приведен пример полного факторного эксперимента. Приведена схема разработанного исследовательского стенда, приведено описание его конструкции и описан принцип работы. Приведен вариант планирования экспериментов для выполнения исследований на разработанном стенде.

Ключевые слова: *исследовательский стенд, звукоизолирующие материалы, опытные образцы, планирование экспериментов.*

Summary. *The article provides information on the use of stationary stands for the study of soundproof materials under stable test conditions. The tasks of research of new soundproof materials with high measurement accuracy are formulated. The feature of studies of soundproof materials on small-area samples is shown, the need for high sensitivity of the measurement system and the expediency of using a complete factual experiment are substantiated. The design of the stand and the proposed research methodology will ensure high accuracy and reliability of the results obtained. An example of a complete factorial experiment is given. The scheme of the developed research stand is given, its design is described and the principle of operation is described. A variant of experiment planning for performing research on a developed stand is given.*

Keywords: *research stand, soundproof materials, prototypes, experiment planning.*

Введение. Совершенствование звукоизоляции основано на постоянном поиске наиболее рациональных звукоизолирующих материалов, на разработке все более рациональных конструкций звукоизолирующих ограждений. Исследователи для улучшения звукоизоляции изучают возможность и эффективность использования газов с низкой теплопроводностью, разрабатывают и исследуют вакуумные звукоизолирующие ограждения, изучают другие инновационные конструкции. При этом решается комплекс задач, как в направлении улучшения звукоизолирующих свойств материалов и конструкций, так и вопросы повышения эксплуатационной надежности и безопасности звукоизоляции, решаются задачи по снижению себестоимости звукоизолирующих ограждений. В частности, нами исследуются вопросы по использованию строительных отходов для изготовления звукоизолирующих конструкций. Очевидно, что актуальным является вопрос разработки и совершенствования исследовательского оборудования, которое необходимо для обеспечения исследований звукоизоляции с высокой точностью и достоверностью. Поэтому вопросы совершенствования стационарных стендов и методики исследования звукоизоляции являются актуальными.

Анализ проблемы. Известны стационарные исследовательские стенды, предназначенные для изучения звукоизолирующих свойств образцов из различных звукоизолирующих материалов, например [1]. Метод использования таких стендов заключается в размещении между источником

звука и прибором для измерения уровня звука, съемных образцов исследуемых материалов. Однако известные учебно-исследовательские стенды не обеспечивают высокую точность измерений. В отличии от стандартного метода исследования звукоизолирующих ограждений [2], опыты проводятся на относительно малых образцах исследуемых материалов. На описываемом стенде размер образцо равен 50,0×60,0 см, толщина образцов – до 10 см. Точность и достоверность измерений звукоизолирующих свойств материалов в стационарных стендах весьма важны в связи с их конструктивными особенностями. В таких стендах опытные образцы имеют относительно небольшую площадь и поэтому необходимы высокая чувствительность измерительной системы, точность и достоверность измерений.

Целью использования стационарных стендов является оперативное сравнение и изучение звукоизолирующих материалов для стабильных, контролируемых одинаковых условий испытаний. Достоинством таких стендов является относительно быстрое выявление звукоизолирующих характеристик материала на образцах относительно малых размеров.

Разработка конструкции. Стенд обеспечивает возможность относительно быстро менять одни исследуемые образцы на другие, изменять толщину образцов, измерять коэффициент звукоизоляции, при различной мощности источника звука. Кроме этого, в отличии от предыдущей разработки такого стенда в ИСОиП [3], в описываемом и используемом стенде предусмотрена возможность приближать или удалять источник звука от исследуемого образца, что расширяет функциональные возможности стенда. На рисунке приведена схема описываемого стенда. Показано сечение стенда вертикальной плоскостью. На рисунке применяются условные обозначения элементов конструкции стенда.

Приведем краткое описание стационарного стенда для исследования образцов звукоизолирующих материалов.

Основой конструкции стенда является металлический каркас *1* в форме прямоугольного параллелепипеда. Все плоскости параллелепипеда по периметру изнутри закрыты звукоизолирующим плитами *2* из минеральной ваты плотностью 80 кг/м^3. С нижней стороны каркас снабжен 4-мя опорами по углам каркаса. Опоры снабжены упругими прокладками. В средней части каркаса *1* выполнен проем с направляющими, в которые вставляется исследуемый образец *3*.

Проем в корпусе стенда разделяет его объем на две части. В одной части стенда закреплен источник звука *4*, в другой части – размещается измерительный элемент прибора «Экофозика» (9).

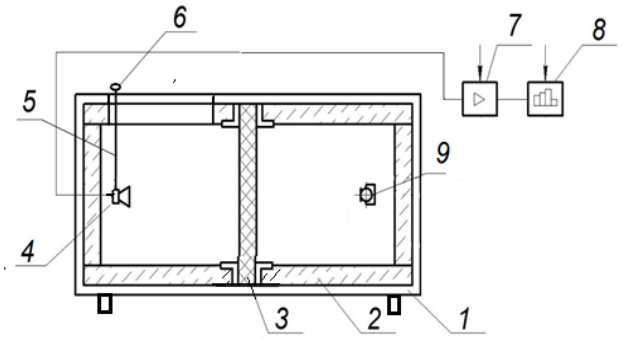

Рис. 1. Устройство стенда

В качестве источника звука *4* используется широкополостный динамик, который закрепляется на эластичной подвеске *5*. Верхняя часть этой подвески закреплена к подвижному держателю *6*, который можно перемещать, приближая или удаляя динамик от исследуемого образца. Тем самым обеспечивается возможность изменения расстояния между источником звука *5* и испытываемым образцом *3* звукоизолирующего материала. Источник звука *5* подключен к выходу высококачественного усилителя *7*, на вход которого подается переменное напряжение от генератора *8*. Генератор имеет шкалу и регулятор частоты. При исследованиях выполняется изменение частоты генератора и выполняется изучение звукоизолирующих свойств материалов при различной частоте источника звука. Каждый образец звукоизолирующего материала может быть исследован по полному факторному эксперименту, что обеспечивает наиболее достоверные результаты измерений. Вариант варьирования условий опытов в полном факторном эксперименте приведен в таблице. В стенде обеспечивается изменение расстояния от источника звука до исследуемого образца. Такая возможность позволяет увеличить точность и достоверность измерений. Чем ближе источник звука к образцу исследуемого материала, тем меньше звуковой энергии теряется на отражение звуковых волн от внутренних поверхностей стационарного стенда. В тоже время стенд обеспечивает возможность исследовать вопросы звукоизоляции, когда источников звука несколько, образуя перед звукоизоляцией разнонаправленное звуковое давление воздушного шума.

Таблица

Пример полного факторного эксперимента

Частота звука, Гц																	
20			100			1000			2000			10000			20000		
Мощность усилителя, Вт																	
3	5	10	3	5	10	3	5	10	3	5	10	3	5	10	3	5	10
A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7	A_8	A_9	A_{10}	A_{11}	A_{12}	A_{13}	A_{14}	A_{15}	A_{16}	A_{17}	A_{18}

Согласно приведенной методике измерений, снижается влияние внешних факторов и системных ошибок на точность измерений. Именно исследования по полному факторному эксперименту обеспечивают наиболее точные и достоверные результаты. Кроме этого обеспечивается возможность составлять уравнения регрессии и уравнения функциональной зависимости коэффициента звукоизоляции от частоты звука и мощности источника. Для различных исследуемых звукоизолирующих материалов формируется частотная характеристика звукоизолирующих свойств при различной мощности звукового давления.

Стенд работает следующим образом. Согласно плану эксперимента устанавливаются на усилителе и генераторе необходимые значения мощности усиления и частоты колебаний, последовательно выполняются опыты для одного образца исследуемого звукоизолирующего материала. Затем устанавливается другой образец исследуемого материала, и повторяются измерения согласно плану полного факторного эксперимента.

Выводы

1. Разработанный стенд и приведенная методика измерений обеспечат относительно быстрое выполнение исследований звукоизолирующих материалов.

2. Приведенный метод измерений и стационарный стенд позволяет получать данные о звукоизолирующих материалах с высокой точностью и достоверностью, определять функциональные зависимости коэффициента звукоизоляции от условий измерений.

Список литературы

1. Патент № RU227201U1 Российская Федерация, МПК G10K 11/16 (2006.01). Стенд для исследования звукоизолирующих материалов: 2024109041: заявл. 04.04.2024: опубл. 11.07.2024 Бюл. № 20 / Лемешко М.А., Дмитриенко В.А., Семенов Н.Н., Балан И.Д. ; заявитель ДГТУ. – 6 с. : ил. – Текст : непосредственный.

2. ГОСТ 27296-2012. Здания и сооружения. Методы измерения звукоизоляции ограждающих конструкций = Buildings and constructions. Methods for measurement of sound insulation of protecting designs: межгосударственный стандарт Российской Федерации : издание официальное: внесен Техническим комитетом ТК 465 «Строительство», принят Межгосударственной научно-технической комиссией по стандартизации, техническому нормированию и оценке соответствия в строительстве (МНТКС) (Протокол от 18 декабря 2012 г. № 41). : дата введения: 2014-01-01 / разработан Научно-исследовательским институтом строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук // Контур Норматив: [сайт] – URL: https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=9&documentId=300605 (дата обращения: 20.11.2025). Текст : непосредственный.

3. Патент № RU218081U1 Российская Федерация, МПК G10K 11/16

(2006.01). Стенд для исследования звукоизолирующих материалов: № 2023104151, заявл. 21.02.2023 : опубл. 05.05.2023 Бюл. № 13 / Русляков Д.В., Лемешко М.А.; заявитель ДГТУ. – 7 с. : ил. – Текст : непосредственный.

В начало к содержанию

УДК 504.05

М.А. Лемешко[1], П.С. Чаплин[2], И.О. Величко[2]
[1]Канд.техн. наук, доцент
[2]Магистрант
Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СОЛНЕЧНЫХ ПАНЕЛЕЙ

STUDYING THE EFFICIENCY OF SOLAR PANELS

Аннотация. *Приведено описание исследовательского стенда и метода исследования солнечных панелей в стационарных условиях. При модернизации солнечных панелей, при изучении характеристик солнечных панелей с различной структурой фотоэлектрических преобразователей, при сравнении солнечных панелей на различной кристаллической основе, необходимы исследования с относительно высокой достоверностью и точностью. Такие задачи позволяет решать разработанный стационарный исследовательский стенд. Стенд обеспечивает стабильные условия испытаний с минимальными колебаниями температуры и освещенности поверхности солнечной панели. Дистанционное управление ипользуется при изменении нагрузки и при управлении вентиляторами. Метод исследования позволяет автоматически фиксировать условия испытаний и теплоэнергетические показатели солнечных панелей при различных режимах, при различных методах охлаждения поверхности солнечной панели. С использованием разработанного стенда выполнены исследования солнечной панели в стационарных условиях при отсутствии влияния природных факторов.*

Ключевые слова: *исследовательский стенд, солнечная панель, исследование характеристик, энергоэффективность, методы охлаждения.*

Summary. *A description of a research rig and method for studying solar panels under stationary conditions is provided. Research with a relatively high degree of reliability and accuracy is required when upgrading solar panels, studying the characteristics of solar panels with different photovoltaic converter structures, and comparing solar panels with different crystalline bases. The developed stationary research rig allows us to solve these problems. The rig ensures stable testing conditions with minimal fluctuations in temperature and solar panel surface illumination. Remote control is used for changing the load and controlling the fans. The research method allows for automatic recording of test conditions and thermal energy performance of solar panels under various operating conditions and with various cooling methods for the solar panel surface. With the help of the developed stand, studies of the solar panel were carried out in stationary conditions in the absence of the influence of natural factors.*

Keywords*: research rig, solar panel, performance study, energy efficiency, cooling methods.*

Введение. Исследование работы относится к совершенствованию методов использования альтернативных источников энергии, в частности, к солнечной энергии. В настоящее время это одно из наиболее актуальных направлений в области экологии. В мире и в России, важной задачей ученых является разработка и совершенствование методов и устройств для эффективного использования возобновляемых источников энергии, в том числе энергии Солнца.

Необходимо изменить, уменьшить зависимость людей от ископаемого топлива, которое существенно влияет на экологию. Использование традиционных источников энергии, использование ископаемых энергетических источников, в Мире, постепенно замещается на применение альтернативных источников энергии, в том числе и солнечной энергии (рис.1).

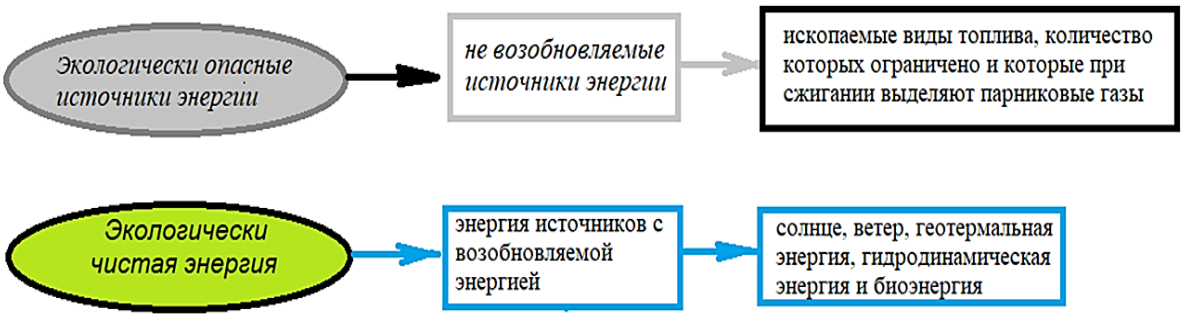

Рис. 1. Замещение традиционных на альтернативные источники энергии

Постановка задачи. Современные фотоэлектрические преобразователи, используемые на солнечных панелях, в солнечных батареях и на солнечных электростанциях, имеют относительно невысокую эффективность по преобразовании солнечной энергии в электричество. При мощности солнечного потока в 1000 Вт, только 220–250 Вт можно преобразовать в электроэнергию, в наилучших условиях работы солнечных преобразователей. Исследователи и разработчики солнечных фотоэлектрических преобразователей интенсивно исследуют возможности по увеличению их энергоэффективности. Каждый год появляются сообщения о все более улучшенных показателях этих преобразователей. Однако зачастую разработанные преобразователи, полученные по очень сложным технологиям, из относительно дорогого сырья многократно превышают стоимость наиболее популярных и широко применяемых солнечных панелей на поликристаллической основе. Поэтому актуальны исследования солнечных панелей с целью улучшения их энергетических показателей.

Результаты. Нами выполнены исследования эффективности солнечных панелей в стационарных условиях. Испытание солнечных панелей на полигоне, в реальных условиях эксплуатации солнечных панелей, выявили большое влияние на точность измерений, на показатели работы солнечной

панели порывов ветра и переменчивости мощности солнечного излучения. Поэтому для получения более достоверных данных, разработан и применяется специальный исследованиях стенд, оснащенный источниками освещения по спектру, близкому к солнечному свету; источником тепла, и измерительной аппаратурой. Схема стационарного стенда приведена на рисунке 2.

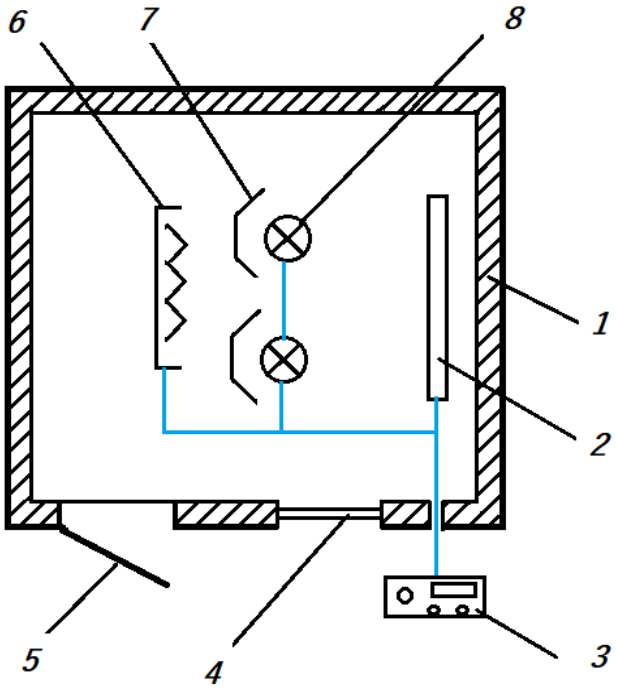

Рис. 2. Стационарный стенд:
1 – камера; 2 – солнечная панель; 3 – блок управления; 4 – смотровое окно;
5 – входная дверь; 6 –тепловой излучатель; 7 – отражатели; 8 – лампы

Ранее был разработан и использовался исследовательский стен, универсального типа [1, 2], обеспечивающий измерения и в полевых, и в лабораторных условиях. При этом все настройки и выхода измерительных приборов, находились на корпусе самой солнечной панели. Это было неудобно при исследованиях в лабораторных условиях, когда в исследовательской камере поднимали температуру до 40 °С. В новом исследовательском стенде выполнено дистанционное управление режимами работы солнечной панели и дистанционное измерение показателей солнечной панели. Стенд состоит (рис. 2) из тепло изолированной камеры *1*, стены которой покрыты светоотражающими материалами; солнечной панели *2*, с возможностью поворачивать плоскость панели к источнику света; выносного прибора *3*, к которому подключены для управления тепловой нагреватель 6 и лампы освещения *8* с отражателями *7*, выход с солнечной панели, клавиши управления нагрузкой и вентиляторами. В камеру *1* выполнена дверь *5*, которая закрывается для установки и поддержания стабильной температуры в камере *1*. При этом

стенд позволяет имитировать природные условия работы солнечной панели, за исключением ветра, который часто порывистый и его трудно учитывать при исследованиях. Установление температуры, включение отключение осветителей, изменение их мощности выполняется дистанционно с выносного прибора.

Стенд позволяет относительно точно измерять вольтамперные характеристики солнечного преобразователя. На рисунке 3 приведены такие характеристики. Построенные зависимости показывают, как изменяется значение генерируемой энергии при различных изменяемых условиях измерений: -температуры, мощности света, нагрузки.

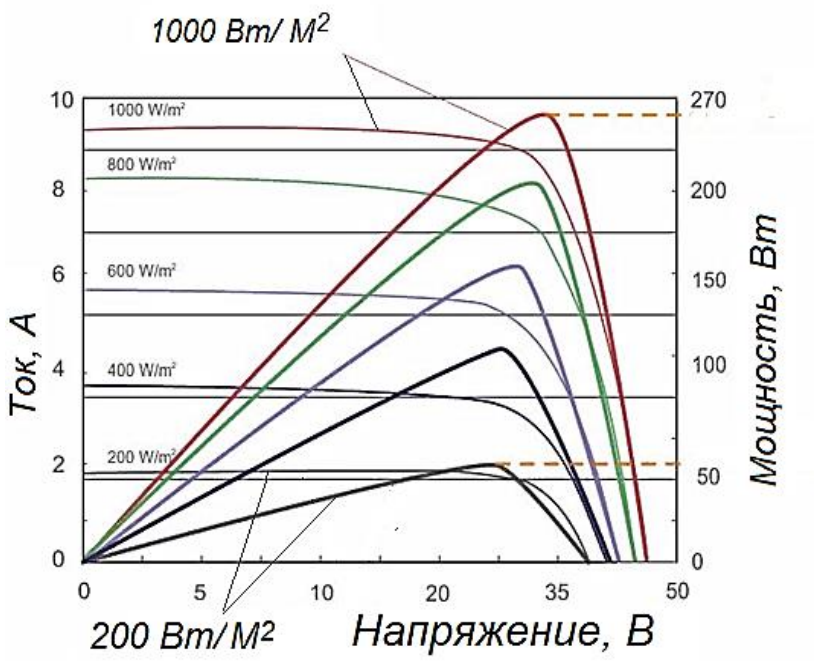

Рис. 3. Показатели мощности, тока и напряжения солнечной панели

Приведенные зависимости построены при изменении мощности освещения и нагрузки на солнечную панель, измерялись ток и напряжение. Мощность солнечной панели рассчитывалась умножением тока на напряжение.

Выводы

1. Разработанный стенд и метод исследования позволит получать более достоверные, более значимые результаты исследований;
2. Дистанционное управление процессом измерений, обеспечит более стабильны температурные режиме в исследовательской камере.

Список литературы

1 Лемешко, М.А. Некоторые результаты исследования солнечной панели «DELTA SV 100-12P» / М.А. Лемешко, О.В.Димитров. – Текст : элек-

тронный // Перспективные технологии в строительстве и техносферной безопасности : сборник научных трудов / редкол. : С.А. Масленников [и др.]. – Шахты : ИСОиП (филиал) ДГТУ в г. Шахты, 2025. – 1 CD-ROM. – ISBN 978-5-907579-11-8.– С. 76–81.

2. Лемешко, М.А. Охлаждение солнечных панелей вентиляторами / М.А. Лемешко, В.А. Койнов. – Текст : электронный // Научная весна – 2024. Технические науки : сборник научных трудов : научное электронное издание / редкол. : С.Г. Страданченко [и др.]. – Шахты : ИСОиП (филиал) ДГТУ в г. Шахты, 2024. – 1 CD-ROM. – ISBN 978-5-907579-46-0. – Текст : электронный.– С. 146–151.

В начало к содержанию

УДК 69.001.5

В.В. Гридасова[1], В.А Дмитриенко[2]
[1]Магистрант гр. ПГС-Tg21
[2]Канд. техн. наук, доцент кафедры «Строительство и техносферная безопасность»
Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты

НЕРАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОМЕЩЕНИЙ В ЖИЛЫХ ДОМАХ, ПРОБЛЕМЫ И ИХ ПУТИ РЕШЕНИЯ

IRRATIONAL USE OF SPACE IN RESIDENTIAL BUILDINGS, PROBLEMS AND SOLUTIONS

Аннотация. *В статье рассматриваются основные проблемы, связанные с неэффективным использованием внутреннего пространства в жилых зданиях различного типа. Отмечаются наиболее частые архитектурные и бытовые ошибки, ведущие к утрате полезной площади. Подавление шума в многоквартирном доме, часто одна из главных проблем хозяев в панельных зданиях. Рассматриваются неочевидные, но действенные решения – такие как гардеробные-перегородки, выполняющие одновременно роль звукоизоляции, и встроенные в межквартирные перегородки полки или стеллажи, повышающие уровень акустического комфорта. Особое внимание уделяется возможностям интеграции таких элементов в современный интерьер без ущерба для эстетики и эргономики.*

Ключевые слова: *рациональная планировка, зонирование, гардеробная-стена, звукоизоляция, жилое пространство, перегородки, шумоизоляция, звукоизоляция.*

Summary. *This article examines the main problems associated with the inefficient use of interior space in residential buildings of various types. It highlights the most common architectural and practical errors that lead to the loss of usable space. Noise reduction in apartment buildings is often a major concern for owners of panel buildings. Unconventional but effective solutions are considered, such as walk-in closets that double as soundproofing, and shelves or racks built into inter-apartment partitions, which improve acoustic comfort. Particular atten-*

tion is paid to the possibilities of integrating such elements into modern interiors without compromising aesthetics and ergonomics.

Keywords: *rational layout, zoning, walk-in closet wall, soundproofing, living space, partitions, noise insulation, sound insulation.*

В то время, когда каждый квадратный метр жилья стоит дорого, особенно это актуально в крупных городах, где высокая плотность застройки и растущие цены на недвижимость вынуждают людей буквально «жить на метре». В такой ситуации становится крайне важным не просто обладать жильем, а уметь правильно им распорядиться. К сожалению, на практике нередко встречается противоположное – помещения планируются и используются нерационально, а их потенциал остается нереализованным. Отдельная проблема – это неэффективные попытки улучшить пространство, когда, например, вместо эргономичного встроенного шкафа устанавливается массивная стенка, съедающая свет и воздух в комнате [1]. Когда межкомнатная перегородка – простая гипсокартонная конструкция – не справляется ни с функцией зонирования, ни с шумоизоляцией. В современном мире достаточно высокий выбор строительного материала для решения таких проблем. Шумоизоляцию как и теплоизоляционные материалы используют еще с XIX в. Все это требует осмысления и переработки подходов к планированию. Цель статьи – рассмотреть причины нерационального использования пространства, обозначить возможные решения и показать, что даже в условиях ограниченной площади можно создать комфортное, тихое и визуально гармоничное жилье.

На вопрос почему теряется пространство, обнаружены причины и их последствия, такие как исторические корни. Интересно, что традиции рационального использования пространства в российской архитектуре были достаточно сильны еще в XIX – начале XX в. В купеческих и интеллигентских домах тщательно продумывались системы хранения, применялись перегородки-стеллажи, двойные стены с утеплением и акустическим поглощением. Однако, с массовым индустриальным строительством, начиная с эпохи хрущевок, пошел курс на стандартизацию и удешевление – в ущерб гибкости планировок и уюту. При увеличении общей площади автоматически тянет за собой рост эксплуатационных расходов: исследования компактных домов показывают экономию на 30–50 % только за счет меньшего отапливаемого объема, что подчеркивает цену неиспользуемых квадратных метров. Также увеличение площади не гарантирует ни удобства, ни тишины, наоборот, растет лишний объем, а звукоизоляция остается на уровне квартир-эконом.

Поэтому в ходе эксперимента были даже ковры, которые крепились к стенам возле кроватей в каждой жилой комнате, это предотвращало не только проникновение посторонних шумов, но и промерзание стен. На се-

годняшний день это кануло в лету, только потому, что появились материалы, которые не дают промерзание стенам, а также могут удовлетворить вкус хозяев, которые решили кардинально с помощью современных строительных материалов благоустроить квартиру красивым и удобным интерьером. Благодаря многим опытам и попыткам устранить проникновение холода и шума, многие прибегали к тому, что заставляли мебелью тонкие стены, вешали ковры, а очень холодные комнаты при наличии свободного места просто отгораживали занавесками или дверями.

Проблема в таком виде утеплителя и шумоподавления была, обычно она проявлялась в виде пыли, скапливающейся на коврах или плесени если стена отсыревала. Это грозило хозяевам не только простудными, но и аллергическими заболеваниями. Именно поэтому многозадачные конструкции сегодня рассматривают как предотвращение нерациональности использования жилых помещений, а повышения реальной эффективности планировки. Исследование проводилось путем сравнительного анализа существующих планировок частных домов и изучения современных инженерных решений. Были рассмотрены теоретические основы функционального зонирования, требования строительных нормативов к перегородкам (включая акустику), а также патентные источники по тематике многофункциональных конструкций.

Эффективность решений оценивалась на основе площади, занимаемой под те или иные функции с сочетанием инженерно-конструкторского подхода. Хотя и на сегодняшний день существует проблематика и современные ошибки [2].

На сегодняшний день можно выделить несколько устойчивых типов ошибок – пустоты и мертвые зоны. Например, углы или переходы между комнатами, которые ничем не заняты, хотя могли бы быть встроенным шкафом или даже рабочей нишей. Это могут быть широкие коридоры, холлы без назначения, слишком просторные ванные комнаты, отнятые у жилой зоны [3].

Часто встречаются квартиры с дублированием мебели, где одновременно стоят и шкаф, и комод, и тумбочка – хотя можно было бы обойтись одним универсальным модулем. В этом случае гардеробная-стена может решить две задачи. Идея гардеробной-стены проста: встроенный шкаф, который отделяет одну зону от другой и одновременно выполняет функцию шумоизоляции. Например, между спальней и детской, между кухней и гостиной, между коридором и жилой частью квартиры.

Такая конструкция может быть выполнена из ЛДСП, МДФ или фанеры, иметь пустоты с заполнением минеральной ватой или акустическими панелями, а снаружи оформляться деревом, зеркалом или текстилем. Это недорого, функционально и позволяет избежать установки двух элементов (перегородки и шкафа) по отдельности.

Стеллажи как поглотители шума в квартирах с плохой звукоизоляцией особенно актуальны, как решения, не требующие капитального ре-

монта. Так, установка высоких открытых полок вдоль стены, которая граничит с соседями, позволяет: снизить слышимость разговоров, телевизоров и других бытовых шумов; одновременно разместить книги, предметы декора или технику; визуально уравновесить интерьер.

Для усиления эффекта можно использовать стеллажи с тканевыми или пробковыми вставками, мягкими панелями и даже встроенным освещением.

Интеграция систем хранения в архитектуру внесли новшества. Современные архитекторы все чаще прибегают к приему архитектурной мебели, когда хранилище – это часть самой стены.

В качестве примера рассмотрим типовой коттедж площадью 120 м^2 (по внешнему контуру). Его изначальная планировка включает: кухню-столовую 22 м^2, гостиную 24 м^2, две спальни по 15 м^2, хозяйственную комнату 6 м^2, раздельные санузлы и коридорно-холловое ядро 18 м^2. При такой схеме коэффициент полезного использования (КПИ) составляет 0,78, т.е. почти 15 % площади уходит на чистую циркуляцию и «глухие вспомогательные объемы».

При устройстве стеллажа вместо глухой перегородки требуется демонтаж 4-метрового отрезка коридора между прихожей и гостиной, замена его на стоечно-балочную конструкцию глубиной 300 мм. В стойках предусматриваются кабель каналы для прокладки коммуникаций, а верхние балки принимают точечные светильники в прихожей.

В этом случае полезный объем, при высоте потолка 2,8 м, получаем ~ 3,3 м^3 это эквивалент стандартного двухстворчатого шкафа, но без «съедания» жилой площади; ширина прохода остается нормативной – 1,2 м. За счет сокращения коридора на 4,5 м^2 КПИ растет до 0,82, тем самым «возвращаются» к жилой 5 % общей площади. Гардеробная-буфер перед спальней с габаритами 1,8×1,4 м формируется вдоль той же перегородки стеллажа. При этом формируется функция хранения, линейка из 8 пологих полок для одежды и ячейки-органайзеры 400×600 мм суммарно освобождается еще 2,6 м^3.

Капитальные затраты благодаря тому, что стеллаж-перегородка совмещает функции мебели и стен, экономя на отдельном шкафе-купе и лишней облицовке оценивается в 85–95 €/м^2 перераспределенной площади. Энергия как отказ от «лишнего» коридора уменьшает отапливаемый объем на 18 м^2.

Что по расчетам теплопотерь (25Вт/м^3 для климатической зоны III) эквивалентно около 450 кВч тепловой энергии за сезон.

Выемки в несущих стенах под ниши; подоконники со встроенными ящиками; лестницы с выдвижными ступенями; кровати на подиуме с местом для хранения также позволяют получить прирост полезного пространства без увеличения габаритов. Например, линейка из 8 пологих полок для одежды и ячейки-органайзеры 400×600 мм, позволяют суммарно освободить еще 2,6 м³. Результаты расчета интегрального эффекта приведены в таблице 1.

Таблица

Интегральный эффект оптимизационных мероприятий

Показатель	До реконструкции	После реконструкции	Эффект
Площадь коридоров, м²	18,0	13,5	− 4,5
КПИ	0,78	0,82	+ 0,04
Полезный объем хранения, м³	3,3	5,9	+ 2,6
Расчетный индекс R_w стены спальня/холл, дБ	37	45	+ 8

Частные дома тоже требуют порядка. На первый взгляд, в частном доме проблем с площадью быть не должно. Однако это иллюзия. В большой площади легко потеряться. Примерами нерациональности являются: большие холлы без функции; двухэтажные пространства с пустым верхом (так называемые «воздушные этажи»); темные подвалы, используемые как склад ненужных вещей. Рационализация здесь – это, прежде всего, осмысленное зонирование. Превращение холла в библиотеку, подвала – в зону отдыха, чердака – в кабинет или мастерскую.

Со временем все изменилось, и сейчас нет необходимости в такого рода экспериментах. Технология шагнула вперед что и позволяет продумать планировку квартир с наибольшим удобством и энергосбережением.

С точки зрения удобства в квартирах с разными планировками подбор материала и расстановки мебели учитывается от площади помещений в квартире. Если площадь позволяет, то можно спланировать стандартную по ширине в 60 см стену гардеробную с полками и встроенным шкафом купе, что в дальнейшем прослужит не только полезной площадью для хранения вещей, но и прекрасно защитит от ненужного шума от соседей. Также при необходимости рационально спроектировать наименьшие помещения заказывают более меньших стеллажей под книги и разные мелочи по ширине в 40 см, что тоже хорошо выполняет шумоподавление с учетом использования.

Обоснование в виде значимости проектирования квартир таким образом заслуживает лучшего результата при правильном оформлении и продумывании всех помещений с рациональным использованием.

Рациональное использование площади – не просто дизайнерский тренд, а жизненная необходимость в условиях дефицита городского пространства. Правильная планировка, многофункциональные перегородки и продуманная мебель позволяют в разы повысить комфорт проживания, не увеличивая квадратуру. Решения, описанные в статье – от гардеробной-стены до стеллажей с шумоизоляционной функцией – могут быть реализованы даже в готовом интерьере с минимальными затратами [4]. Они не только решают технические задачи, но и способствуют формированию уютной, индивидуальной и в то же время функциональной жилой среды.

С очевидного примера на реконструкцию, перенос или подстраивание под современный и удобный интерьер благодаря новым технологиям и современным строительным материалам, на сегодняшний день не составляет большого труда задуманное воплотить в настоящее. Дополнительные функции и сервисы как климат -дополнение если в верхней зоне гардеробной буфера разместить карман-диффузор приточно-вытяжной вентиляции, воздух поступает через скрытую решетку в шапке шкафа, что избавляет от подвесного потолка. Умные модули по исследованию по (smart-furniture) показывает, что сенсорные вставки CO_2 микрофоны для мониторинга акустики могут встраиваться в перегородочные панели без потери.

Таким образом, при минимальных конструктивных изменениях увеличивается полезный объем помещения, снижается доля циркуляционных зон на 4–7 %, а прирост КПИ увеличивается с 0,78 до 0,82.

За счет совмещения стен и мебели уровень шума снижается с 7 до 12 дБ к фактическому индексу изоляции [5] без вторых коробов, экономя CAPEX достигает 90 €/м² за счет перераспределенной площади. А также отказ от излишних отделочных материалов и более компактному отапливаемому объему помещений выбросы CO_2 могут снижаться на 10–15 %.

Список литературы

1. Лисициан, М.В. Архитектурное проектирование жилых зданий / М.В. Лисициан, Е.С. Пронин. – Москва : Архитектура-С, 2021. – 488 с. – ISBN: 978-5-9647-0344-0. – Текст : непосредственный.

2. Базиленевич, М.Е. Особенности проектирования интерьеров жилых зданий: учебное пособие / М.Е. Базилевич, Д.С. Целуйко; научный редактор А.А. Ким. – Хабаровск : ТОГУ, 2023. – 117 с. – ISBN 978-5-7389-3801-6. – Текст : непосредственный.

3. Иванов, Н.И. Проблема защиты от шума / Н.И. Иванов, М.В. Бутырина, Н.Н. Минина. – Текст : электронный // Вестник МГСУ. – 2011. – № 3-1. – С. 135–145. – URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=17636721 (дата обращения: 20.11.2025 г.).

4. СП 55.13330.2016. Дома жилые одноквартирные: актуализир. ред. СНиП 31-02-2001. = Detached houses: утвержден и введен в действие Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 20 октября 2016 г. № 725/пр и введен в действие с 21 апреля 2017 г. : дата введения: 2017-04-21 // Техэксперт: [сайт]. – URL: https://docs.cntd.ru/document/456039916 (дата обращения: 20.11.2025 г.) – Текст : электронный.

5. Пермяков, М.Б. Создание комфортной среды в условиях малогабаритного жилья / М.Б. Пермяков, Т.В. Краснова. – Текст : электронный // Международный научно-исследовательский журнал. – 2021. – №1-1(103). – С. 165–169. – DOI 10.23670/IRJ.2021.103.1.025. – URL: https://research-journal.org/archive/1-103-2021-january/sozdanie-komfortnoj-sredy-v-usloviyax-malogabaritnogo-zhilya (дата обращения: 17.11.2025).

В начало к содержанию