

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
2025

УДК 69+004+331+502+504+621+624+628

Редакционная коллегия:

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

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. бюджет. 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, 2025. – 1 CD-ROM. – Систем. требования : Pentium III 866 МГц ; 2,31 Мб RAM ; Windows XP ; Adobe Reader 7.0 (или аналогичный продукт для чтения файлов PDF) ; CD-ROM дисковод ; мышь. – Загл. с экрана. – ISBN 978-5-907579-11-8. – 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-2025».

Конференция проведена в соответствии с приказом № 376-А от 22.11.2024 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, 2025

Подписано к использованию 10.04.2025

Объем 2,31 Мб

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

СОДЕРЖАНИЕ

Дмитриенко В.А., Бородин С.В. Моделирование строительства тоннелей в грунтовом массиве	4
Костромина Е.И., Гречка Е.А. Влияние деятельности предприятий стройиндустрии на загрязнение атмосферного воздуха в городе Шахты, на примере ООО «Шахтинская керамика»	8
Кулишенко А.В., Меренкова Н.В. Особенности определения деформирования грунта для расчета осадки фундаментов	14
Медакова Д.С., Могилевская Г.И. Обзор патентной документации технологий устройства грунтовых свай.....	20
Холодов А.А., Пашкова О.В. Оценка деформационных свойств грунта	24
Костромина Е.И., Шкуренко А.Е. Анализ современных технологий очистки природной воды для централизованной системы водоснабжения	29
Семенов Н.Н., Кравченко В.А. Анализ систем автоматизации сортировки твердых коммунальных отходов и внедрение новых технологий.....	36
Молев М.Д., Немыкин Д.А., Чайка Л.В. Методические подходы к формированию эффективной системы противопожарной защиты	41
Чайка Л.В., Молев М.Д. Анализ и оценка профессиональных рисков работников предприятия.....	45
Якубов К.Н., Дмитриенко В.А. Оценка погрешности измерения прочности бетона методом ударного импульса	51
Занина И.А., Кравченко В.А., Старцева Н.В. Исследование влияния свалочного фильтрата полигона ТКО на водные объекты в городе шахты ...	57
Стуженко Н.И., Торопова А.А. Анализ воздействия микропластика на здоровье человека.....	64
Лемешко М.А., Бессонов И.Д. Повышение энергоэффективности солнечных панелей путем их охлаждения.....	69
Лемешко М.А., Бессонов И.Д., Димитров О.В. Учебно-исследовательский стенд для изучения солнечных панелей.....	73
Лемешко М.А., Димитров О.В. Некоторые результаты исследования солнечной панели «DELTA SV 100-12P»	76

УДК 624.1

В.А. Дмитриенко¹, С.В. Бородин²

¹Канд. техн. наук, доцент

²Студент

Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты

МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРОИТЕЛЬСТВА ТОННЕЛЕЙ В ГРУНТОВОМ МАССИВЕ

MODELING OF TUNNEL CONSTRUCTION IN AN UNDERGROUND MASSIF

***Аннотация.** Данная статья направлена на оценку напряженно-деформированного состояния грунтового массива при строительстве тоннелей щитовым способом. В статье представлены исходные параметры и свойства модели, используемые для выполнения расчета в программном комплексе Plaxis 3D. Основой расчета напряжений и деформаций, возникающих в грунтовом массиве модели Кулона-Мора, является метод конечных элементов. Преимуществом этого метода является высокая точность и эффективность определения деформационных полей, зон напряжения и уплотнения, расположенных в конечных границах грунтовой модели. Результаты расчета приведены в графической форме, в виде: диаграммы распределения напряженно-деформированных полей; картинки деформаций в грунте после проходки щитового комплекса; сечения поверхности массива. На основании полученных результатов сделан вывод о значении оценки НДС при подземном строительстве.*

***Ключевые слова:** напряженно-деформированное состояние, модель Кулона-Мора, напряжения, деформации, метод конечных элементов.*

***Summary.** This article is aimed at assessing the stress-strain state of the soil mass during the construction of tunnels using the shield method. The article presents the initial parameters and properties of the model used to perform calculations in the Plaxis 3D software package. The basis for calculating stresses and deformations occurring in the soil mass of the Coulomb-Mohr model is the finite element method. The advantage of this method is the high accuracy and efficiency of determining deformation fields, stress and compaction zones located at the final boundaries of the soil model. The calculation results are presented in graphical form, in the form of: diagrams of the distribution of stress-strain fields; pictures of deformations in the ground after sinking the shield complex; cross sections of the surface of the array. Based on the results obtained, a conclusion is made about the importance of assessing the stress-strain state in underground construction.*

***Keywords:** stress-strain state, Coulomb-Mohr model, stresses, deformations, finite element method.*

В условиях плотной застройки города освоение подземного пространства позволяет совершенствовать инженерные коммуникации и другие объекты инженерной инфраструктуры [1]. В этом случае наиболее приемлемым является щитовой способ подземного строительства, который заключается в применении тоннелепроходческого комплекса для разработки грунта. Основной частью ТПМ является головная часть, где расположен

режущий инструмент, состоящий из резцов и отверстий между ними. Разрушенный грунт попадает в специальную камеру комплекса, откуда он доставляется на поверхность с помощью конвейерной ленты или вагонеток. Следующая часть – оболочка, которая защищает комплекс от обвалов грунта. В состав ТПМ входит блокоукладчик, предназначенный для сборки кольца ограждения крепи из отдельных блоков или тубингов. Для продвижения вперед ТПМ отталкивается гидравлическими домкратами от последнего тубинга; выравнивание давления при замене режущего инструмента обеспечивается благодаря кессонной камере.

С целью проведения детальной оценки напряженно-деформированного состояния (НДС) выработок, при проектировании строительства подземных объектов применяется программный комплекс Plaxis 3D. Результаты оценки позволяют принять наиболее рациональные конструктивные и технологические решения строительства.

Для этого, на первом этапе исследований в программном комплексе Plaxis 3D была создана модель грунтового массива с размерами $80 \times 20 \times 20$ м. Расчет напряжений и деформаций основан на использовании метода конечных элементов, который заключается в разделении всей модели грунта на отдельные элементы треугольной формы [2, 3]. Сетка формируется автоматически. В пределах одного элемента деформационное поле, зависящее от смещения вершин треугольника, является однородным.

Для строительства тоннеля принята щитовая технология сооружения. Моделировалась выработка в песчаном массиве радиусом 4 м с глубиной заложения до кровли 7 м по продольной оси. Обделка, состоящая из железобетонных колец, соединяемых между собой болтами, принята толщиной 0,25 м (рис. 1).

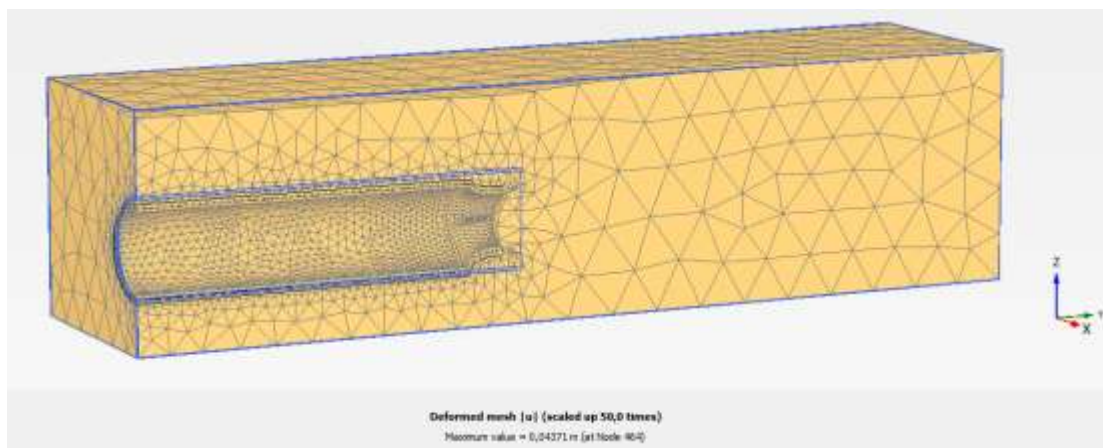


Рис. 1. Модель выработки в грунтовом массиве

На начальном этапе тоннелепроходческий комплекс продвинулся на 25 м. Далее задается значение проходки за одну фазу.

По результатам расчета НДС тоннеля, представленного на рисунке 2, можно наблюдать зоны с наибольшими деформациями, которые расположены в забойной, то есть не закрепленной части выработки. В песчаном массиве с принятой глубиной заложения стенки контура и забоя сохраняют устойчивость, поскольку наибольшие смещения не превышают 5 см.

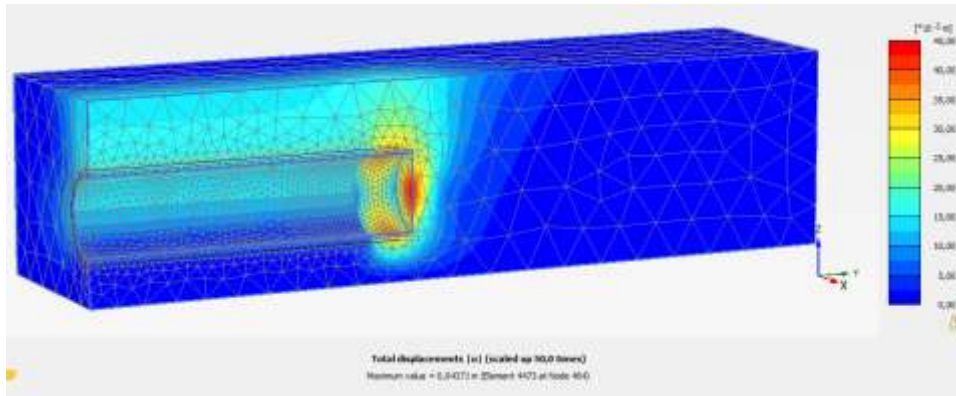


Рис. 2. Зоны максимальных смещений

Продольный разрез позволяет оценить смещения поверхности модели от собственного веса и влияния сооружения (рис. 3). Наибольшие перемещения поверхности наблюдаются на некотором удалении от забоя в своде по продольной оси выработки и составляют около двух сантиметров, следовательно, влияние на окружающую среду будет минимальным.

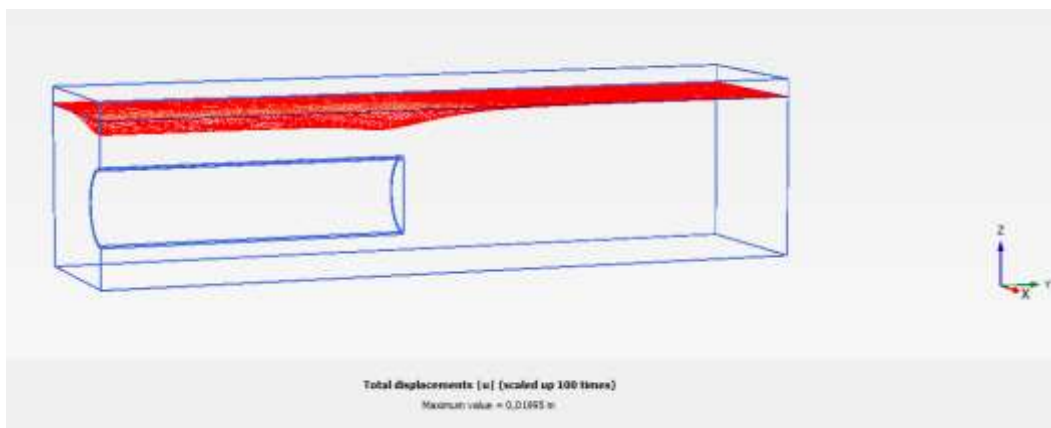


Рис. 3. Деформации поверхности по продольной оси выработки

При строительстве протяженных выработок, таких как транспортные тоннели, щитовая технология наиболее прогрессивная и производительная, однако для ввода и демонтажа комплекса требуется устройство специальных камер, длина которых может достигать нескольких десятков метров.

В сложившейся городской застройке часто возникает необходимость строительства подземных сооружений небольшой протяженности в этом случае применение механизированных щитовых комплексов экономически

нецелесообразно из-за больших удельных затрат на монтаж-демонтаж оборудования. Это требует применения более сложной технологии строительства и соответственно приводит к изменению НДС грунтового массива. При этом вероятность оседания поверхности земли под выработкой может значительно увеличиться, что может негативно влиять на безопасную эксплуатацию поверхностных объектов [4].

Таким образом, моделирование МКЭ позволяет, осуществлять многовариантную оценку НДС грунтового массива при строительстве подземных сооружений и выбрать оптимальные варианты прохождения и крепления подземных сооружений в различных грунтовых условиях. Такой подход на стадии проектирования позволит определять возможные деформации поверхности и разработать мероприятия по предотвращению аварий поверхностных объектов.

В этом случае моделирование в значительной степени упростит обоснование и принятие проектных решений.

Список литературы

1. Куликова, Е.Ю. Выработка критериев экологической безопасности применения технологий и способов строительства коммунальных подземных сооружений / Е.Ю. Куликова. – Текст : электронный // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2002. – № 1. – С. 49–52. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vyработка-kriteriev-ekologicheskoy-bezopasnosti-primeneniya-tehnologiy-i-sposobov-stroitelstva-kommunalnyh-podzemnyh-sooruzheniy> (дата обращения: 20.11.2024).

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. – URL: http://www.ivdon.ru/uploads/article/pdf/R_81_Prokopov.pdf_2104.pdf (дата обращения: 20.11.2024).

3. Стрюкова, Л.А. Моделирование оседания поверхности при проходке туннеля щитовым способом / Л.А. Стрюкова. – Текст : электронный // Известия ТПУ, 2008 – № 1 – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/modelirovanie-osedaniya-poverhnosti-pri-prohodke-tunnelya-schitovym-sposobom> (дата обращения: 20.11.2024).

4. Мангушев, Р.А. Оценка влияния техногенных факторов на изменение характеристик грунтов при устройстве подземного пространства большого объема / Р.А. Мангушев, Н.В. Ошурков, А.В. Игошин. – Текст : электронный // Материалы междунар. конф. «Геотехнические проблемы мегаполисов». – Москва, 2010. – Т. 4. – С. 1453–1459. – <https://niiosp.ru/images/documents/Volume-4.pdf> (дата обращения: 20.11.2024).

[В начало к содержанию](#)

УДК 502/504.75.05:69

Е.И. Костромина¹, Е.А. Гречка²

¹Старший преподаватель

²Магистрант

Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты

ВЛИЯНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ СТРОЙИНДУСТРИИ НА ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В ГОРОДЕ ШАХТЫ, НА ПРИМЕРЕ ООО «ШАХТИНСКАЯ КЕРАМИКА»

INFLUENCE OF ACTIVITIES OF CONSTRUCTION INDUSTRY ENTERPRISES ON ATMOSPHERIC AIR POLLUTION IN THE CITY OF MINES, BY THE EXAMPLE OF LLC «SHAKHTINSKAYA CERAMICS»

***Аннотация.** В статье проведено исследование воздействия предприятий строительной индустрии на качество атмосферного воздуха в городе Шахты, в частности предприятия ООО «Шахтинская керамика». Проведен анализ статистических данных о загрязнении окружающей среды. Особое внимание уделяется выбросам загрязняющих веществ в атмосферу при производстве керамической плитки. По результатам работы предложены мероприятия по минимизации негативного влияния.*

***Ключевые слова:** строительная индустрия, керамическая плитка, стационарные источники выбросов, загрязнение окружающей среды, экологическая обстановка, эмиссии вредных веществ в атмосферу.*

***Summary.** The article studies the impact of construction industry enterprises on the quality of atmospheric air in the city of Shakhty, in particular the enterprise LLC «Shakhtinskaya Keramika». An analysis of statistical data on environmental pollution is conducted. Particular attention is paid to emissions of pollutants into the atmosphere during the production of ceramic tiles. Based on the results of the work, measures are proposed to minimize the negative impact.*

***Keywords:** construction industry, ceramic tiles, stationary sources, environmental pollution, ecological situation, emissions of harmful substances into the atmosphere.*

В современном мире предприятия строительной индустрии занимают важнейшее место в экономическом сегменте, однако деятельность таких производств обусловлена значительным воздействием на компоненты окружающей среды [1]. Загрязнение воздушного, водного и почвенного бассейнов, образование отходов и высокая энергоемкость производства строительных материалов создают серьезные экологические проблемы.

По данным за 2022 г., на обрабатывающие производства в Российской Федерации приходится 21 % всех выбросов предприятий. Распределение выбросов по видам деятельности обрабатывающих производств представлено на рисунке 1 [2].



Рис. 1. Соотношение выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от предприятий обрабатывающих производств за 2022 г. (стационарные источники)

Как видно из диаграммы, производство неметаллической минеральной продукции занимает третье место по количеству выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.

К основным источникам загрязнений от предприятий строительной индустрии относятся: выбросы пыли и газов, включая углекислый газ, оксиды азота и серы, сброс сточных вод с химическими соединениями, образование строительных и промышленных отходов, высокий уровень энергопотребления и использования природных ресурсов.

На рисунке 2 изображена обобщенная схема входных и выходных потоков при производстве керамической плитки по данным обследований заводов и оценки, полученной из различных источников информации, для предприятий России [3].

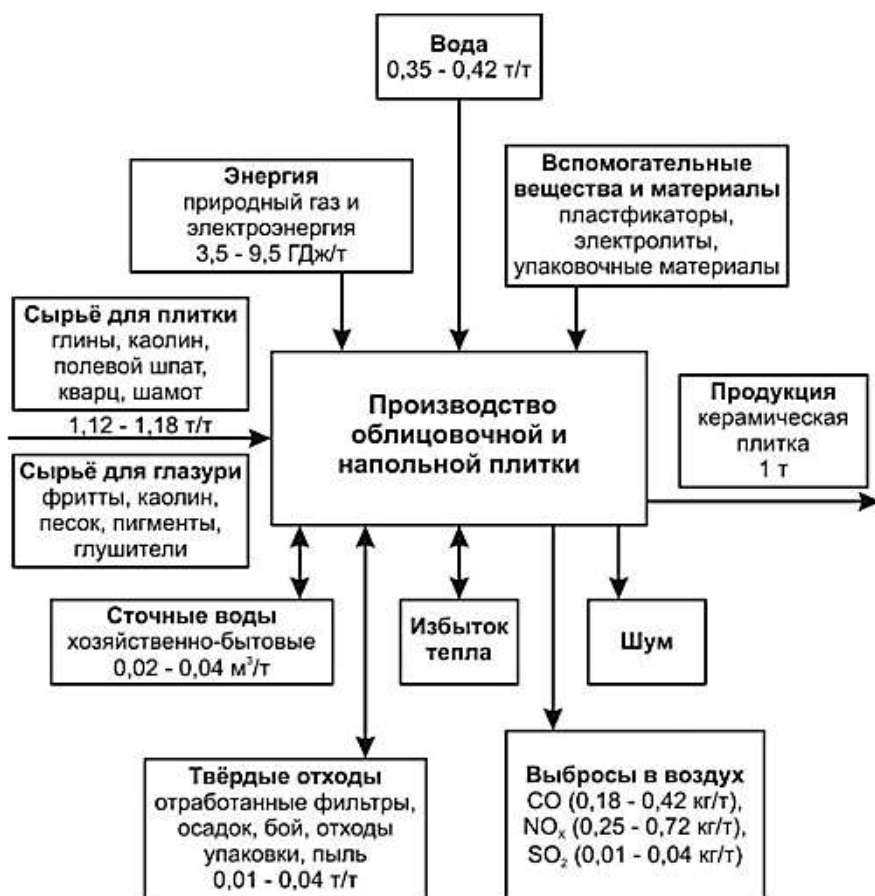


Рис. 2. Входные и выходные потоки в производстве керамической плитки в России (количественная оценка)

Согласно данным Росстата, в 2023 г. общий объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферу составил 21,9 млн т, из которых 16,9 млн т приходилось на стационарные источники, а 5 млн т – на передвижные [2].

На основании долговременных исследований, в городе Шахты наблюдается повышенный уровень загрязнения воздуха (рис. 3) [4].

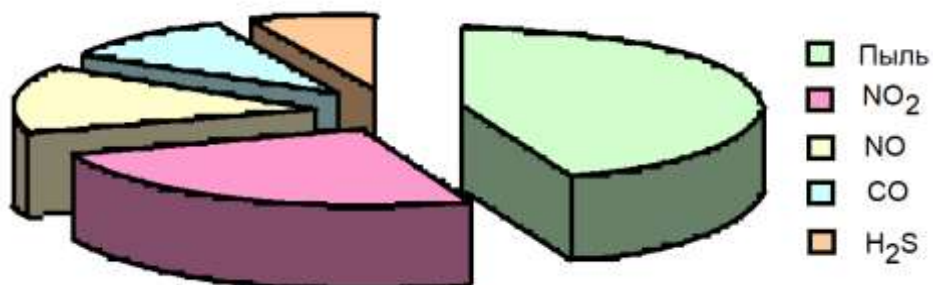


Рис. 3. Основные вещества, вносящие вклад в формирование уровня загрязнения воздуха в городе Шахты (по значениям парциальных ИЗА)

По прошествию 2023 г. в г. Шахты наблюдался повышенный уровень загрязнения воздуха. Это обусловлено значениями некоторых показателей: индекса загрязнения атмосферы (ИЗА₅), который был равен 6, стандартного индекса (СИ) = 3,6 и наибольшей повторяемости превышения ПДК (НП) = 5,4 %. При данном уровне загрязнения атмосферы также отмечаются высокие значения концентраций: оксида азота, взвешенных веществ (пыли), оксида углерода, диоксида азота и сероводорода [4].

Среднегодовые изменения степени загрязненности атмосферного воздуха в городе Шахты представлены на рисунке 4.

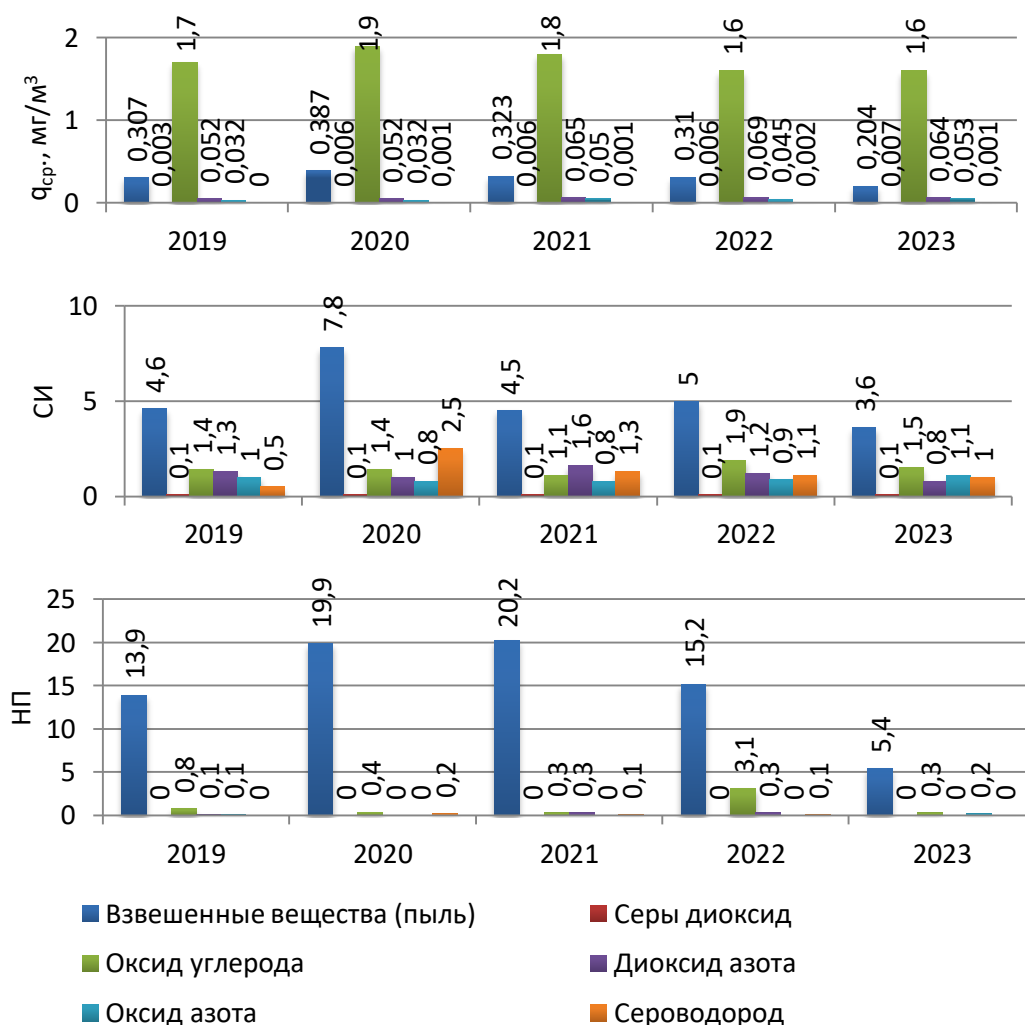


Рис. 4. Изменение уровня загрязнения воздуха вредными примесями в г. Шахты

Исходя из этого, в период 2019–2023 гг. отмечается возрастание уровня загрязнения воздуха диоксидом серы и оксидами азота. Однако произошло снижение уровня загрязнения взвешенными веществами (пылью), оксидом углерода и бенз(а)пиреном [4].

Производственный сектор города Шахты весьма обширен и разнообразен. Ведущими отраслями промышленности являются машиностроение и производство строительных материалов. В связи с этим, наибольший вклад в загрязнение атмосферного воздуха вносят ОАО «Шахтинский завод Гидропривод», ЗАО «Шахтинский авиационно-ремонтный завод», ОАО «Донской уголь», ООО «Ростовский электрометаллургический завод», ООО «Шахтинская керамика».

В данной статье рассмотрены основные факторы загрязнения, связанные с деятельностью предприятий стройиндустрии, на примере предприятия ООО «Шахтинская керамика».

ООО «Шахтинская керамика» является одним из крупнейших производителей строительной керамики в регионе. Производственный процесс сопровождается выбросами вредных веществ, таких как твердые частицы в виде неорганической пыли, сажи, газообразных веществ, к которым относятся: оксиды углерода, азота, серы, неорганические, соединения фтора и хлора, органические соединения, тяжелые металлы.

По результатам инвентаризации на предприятии имеется 206 действующих источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.

В атмосферу в процессе работы технологического оборудования на площадках № 1 и № 2 ООО «Шахтинская керамика» выделяется 82 загрязняющих атмосферный воздух вещества, в том числе, 33 твердых и 49 жидких и газообразных. Выбрасываемые вещества образуют 14 групп суммации вредного действия.

Суммарное количество выбросов загрязняющих веществ от источников предприятия составляет 427,14793 т/год, в том числе твердых 26,93732 т/год, жидких и газообразных 400,21061 т/год.

Образование пыли происходит практически на всех стадиях производства плитки [6]. Эмиссии пыли в зависимости от стадии производства керамической плитки представлены в таблице.

Таблица

Эмиссии пыли в зависимости от стадии производства керамической плитки

Этап производства	Метод обработки	Удельный объемный расход, м ³ /кг	Удельные эмиссии пыли, г/кг	
			неорганизованные	организованные
Массоподготовка	Сухой помол	6	40–60	0,05–0,1
	Мокрый помол	6	10–20	0,02–0,1
	Распылительная сушка	5	5–10	0,1–0,2
Формирование	Прессование	5	5–10	0,01–0,05
Подготовка и нанесение глазури		5	0,5–1,0	0,02–0,03
Обжиг		3–5	0,1–0,5	0,01–0,02

Строительная индустрия оказывает значительное воздействие на экологическую обстановку в городе Шахты [7]. Анализ деятельности «Шахтинской керамики» показывает, что загрязнение окружающей среды требует усиленного контроля и внедрения экологически чистых технологий.

В целях минимизации негативного влияния следует предусмотреть выполнение следующих мероприятий: модернизация систем газоочистки, оптимизация производственных процессов для сокращения потребления энергии, а также переход на экологически чистые виды топлива [8].

Таким образом, улучшение ситуации возможно благодаря использованию современных методов мониторинга и внедрению инновационных решений в процесс производства. Только комплексный подход позволит снизить негативные последствия и обеспечить устойчивое развитие строительной отрасли, без вреда для окружающей среды.

Список литературы

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

2. Росстат. Охрана окружающей среды в Российской Федерации. Статистический сборник. – Текст : электронный // Федеральная служба государственной статистики: официальный сайт. – 2023. – URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/oxr_bul_2023.pdf (дата обращения: 04.11.2024).

3. ИТС 4-2015. Производство керамических изделий. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям. – Текст : электронный // Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии, Бюро НТД: информационный портал. – Москва, 2015. – URL: https://burondt.ru/NDT/docs/ndt-4/index.html#_Точ436730130 (дата обращения: 05.11.2024).

4. Экологический вестник Дона «О состоянии окружающей среды и природных ресурсов Ростовской области в 2023 году». – Текст : электронный // Министерство природных ресурсов и экологии Ростовской области: информационный портал. – 2023. – URL: <https://минприродыро.рф/projects/19> (дата обращения: 05.02.2025 г.).

5. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2022 году». – Текст : электронный // Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации: официальный сайт. – 2023. – URL: https://www.mnr.gov.ru/docs/gosudarstvennye_doklady/ (дата обращения: 07.11.2024).

6. Промышленные выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух. – Текст : электронный // Федеральная служба по надзору в сфере природопользования: официальный сайт. – 2023. – URL: <https://rpn.gov.ru/> (дата обращения: 08.11.2024).

7. Молев, М.Д. Экологический мониторинг промышленных предприятий строительной отрасли / М.Д. Молев, И.А. Занина. – Текст : непосредственный // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2020. – № 7. – С. 112–118.

8. Система экологического контроля промышленных выбросов в России: современные вызовы и перспективы развития / А.В. Смирнов, Т.П. Кузнецова, Е.А. Воронина. – Текст : непосредственный // Вестник экологической безопасности. – 2022. – № 4. – С. 53–61.

[В начало к содержанию](#)

УДК 004.942

А.В. Кулишенко¹, Н.В. Меренкова²

¹Студент

²Канд. техн. наук, доцент

Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты

ОСОБЕННОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДЕФОРМИРОВАНИЯ ГРУНТА ДЛЯ РАСЧЕТА ОСАДКИ ФУНДАМЕНТОВ

FEATURES OF DETERMINING THE DEFORMATION OF THE SOIL FOR CALCULATING THE PRECIPITATION OF FOUNDATIONS

***Аннотация.** В статье рассмотрены особенности расчета осадки фундамента методом послойного суммирования. Приведен порядок определения деформационных характеристик образцов грунта под действием нормальных напряжений для расчета осадки фундаментов. Исследованы образцы грунта, отобранные на площадке строительства коттеджа. Приведены результаты испытаний и график зависимости относительных деформаций образцов от нормальных напряжений. Анализ результатов испытаний в табличном процессоре позволил определить модуль деформации.*

***Ключевые слова:** фундамент, осадка, метод послойного суммирования, напряжения, деформации, модуль деформации.*

***Summary.** The article discusses the features of calculating the precipitation of the foundation by the method of layer-by-layer summation. The procedure for determining the deformation characteristics of soil samples under the influence of normal stresses for calculating the precipitation of foundations is given. Soil samples taken at the cottage construction site were examined. The test results and a graph of the dependence of the relative deformations of the samples on normal stresses are presented. The analysis of the test results in a tabular processor allowed us to determine the modulus of deformation.*

***Keywords:** foundation, sediment, layer-by-layer summation method, stresses, deformations, modulus of deformation.*

В нынешних условиях различного строительства изучение грунтового массива необходимо, так как здание или сооружение будет возводиться непосредственно на грунте, который без должного изучения может таить в себе большую опасность как для людей в общем, так и для здания или сооружения, в частности. Поэтому проектирование осуществляется на основании результатов инженерно-геологических исследований участка строительства.

Одним из основных критериев оценки надежности основания фундамента является расчет осадки его подошвы. В большинстве случаев для этого используется метод послойного суммирования (рекомендованный СП, суть которого заключается в делении массива на слои небольшой мощности [1]). Необходимость такого подхода связана с тем, что грунтовый массив, как правило, представлен напластованием грунтов с различными характеристиками. На практике в процессе инженерно-геологических изысканий разнородные грунты по глубине разделяют на инженерно-геологические элементы (ИГЭ) [2].

Кроме этого, нормальные (вертикальные) напряжения от веса строительных конструкций, приложенные к подошве фундамента с глубиной распространения в грунтовый массив изменяются. То есть, с увеличением расстояния от фундамента вглубь массива напряжения затухают из-за рассеивания (рис. 1). Причем закономерность снижения напряжений зависит как от свойств грунтов, так и от ряда других факторов [1].

Суть метода заключается в построении схемы массива грунта под подошвой фундамента и расчете осадки фундамента путем суммирования осадок отдельных элементарных слоев от действия дополнительных напряжений. Это позволяет учитывать разнородность грунтового массива и изменение дополнительных напряжений от внешней нагрузки по глубине.

Бытовое (природное) давление грунта вычисляется от природного рельефа или от планировочной отметки. Толщина слоя грунта зависит от размеров фундамента и принимается не более 0,4 его ширины с обязательным совпадением границ элементарных слоев с границами ИГЭ и уровнем грунтовых вод.

Так как дополнительные напряжения от фундаментов могут распространяться на очень большую глубину, то для упрощения расчетов вводится ограничение сжимаемой толщи до глубины H_c , при которой напряжения от зданий составляют 10 или 20 % от бытового. Ниже этой глубины напряжения снижаются настолько, что ими можно пренебречь. Коэффициент ограничения принимается равным 0,1, если модуль деформации грунта в основании сжимаемой толщи менее 5 МПа (рис. 2), для остальных случаев 0,2 [1].

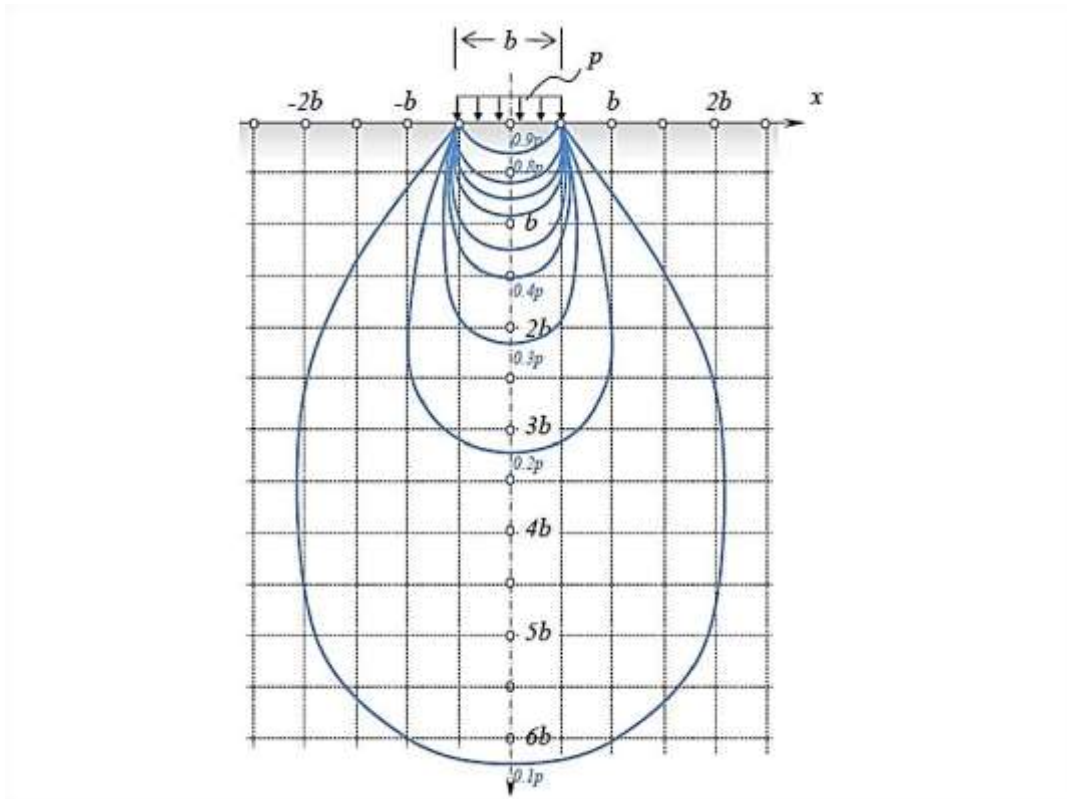


Рис. 1. Распределение нормальных напряжений (изобары) в полупространстве грунтового массива от равномерно распределенной полосовой нагрузки

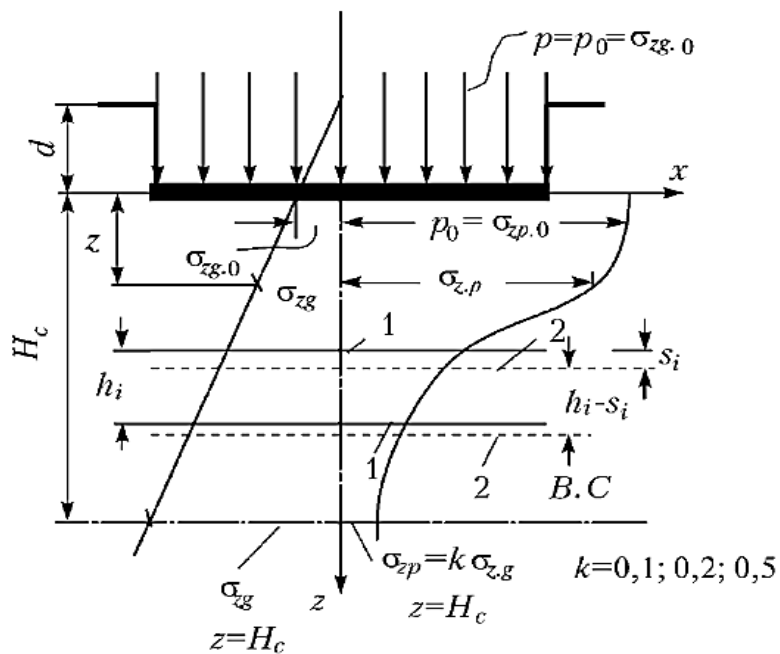


Рис. 2. Схема разделения зоны напряжений под фундаментом на элементарные слои

Для объективной оценки расчета осадки требуются характеристики каждого инженерно-геологического элемента по сжимаемой толще. Наибольшее распространение для определения механических свойств грунтов получил метод одномерного компрессионного сжатия, который основан на определении деформации сжимаемых штампом образцов грунта вертикальной нагрузкой.

Эти испытания, как правило, выполняются в лабораториях на образцах, извлеченных методом «режущего кольца» из массива на площадке строительства. Метод компрессионного сжатия предполагает ограничение перемещений частиц грунта в поперечном направлении при нагружении.

Для этого испытания проводятся непосредственно в кольце или в цилиндрической обойме одометра прибора (рис. 3). Осуществляя ступенчатое нагружение образца с фиксацией деформаций на соответствующих уровнях напряжений [3], выполняется расчет модуля деформации, необходимый для определения осадки фундамента.



Рис. 3. Прибор одноосного компрессионного сжатия

Испытания образцов на компрессионное сжатие грунта производились с помощью прибора, входящего в состав лаборатории Литвинова. Для этого цилиндрический образец высотой 20 мм и площадью 25 см² из кольца выдавливался с помощью специального штампа в обойму одометра [4].



Рис. 4. Отбор проб грунта в траншее

Отбор проб осуществляется вдавливанием в дно котлована или траншеи специальных колец диаметром 56,4 или 40,0 мм. На рисунке 4 представлен отбор проб в траншее под ленточный фундамент коттеджа. На одном из участков траншеи было отобрано 5 колец образцов. При перемещении одного кольца с грунтом в обойму одометра произошло выкрашивание его поверхности, результаты испытаний остальных приведены в таблице.

Таблица

Результаты компрессионных испытаний образцов суглинка

Сжимающие напряжения, МПа	Величина деформации по номерам образцов, мм				
	3.1	3.2	3.3	3.5	Среднее значение
0	0	0	0	0	0
0,1	0,9	0,23	0,69	0,42	0,67
0,2	1,28	0,27	0,87	0,88	1,01
0,3	1,54	0,3	1,11	1,07	1,24
0,4	1,76	0,32	1,25	1,31	1,44
0,5	1,88	0,34	1,34	1,4	1,54

После этого устанавливается нагрузочный штамп и рычажная система, соотношение плеч которой равно 1 : 25, что позволяет при установке на длинную часть рычага груза весом в 1 кгс получить давление 1 кг/см² или 0,1 МПа. Для отчета перемещений штампа используется механический индикатор часового типа. После уравнивания короткого и длинного плеч рычажной системы производится тарировка прибора в планируемом интервале нагрузок. Далее осуществляется предварительное обжатие образца при напряжении 0,05 МПа, необходимое для устранения зазора между боковой поверхностью образца и стенками обоймы одометра.

Непосредственно испытания начинаются после полной стабилизации деформаций образца. Нагружение образца производится ступенями путем подвески грузов на длинную часть рычага груза весом в 0,5 кгс. Следующий интервал нагружения выполняется после стабилизации деформаций. На каждой ступени нагружения по индикатору определяется деформация образца.

Обработка результатов исследований заключалась в оценке адекватности измерений и построении компрессионной кривой. В результате отмечено значительное, почти в три раза, отклонение от среднего значения величины деформации образца под номером 3.2, поэтому он исключен из выборки расчета средней деформации. По полученным данным построен график зависимости относительных деформаций образцов от нормальных напряжений, представленный на рисунке 5.

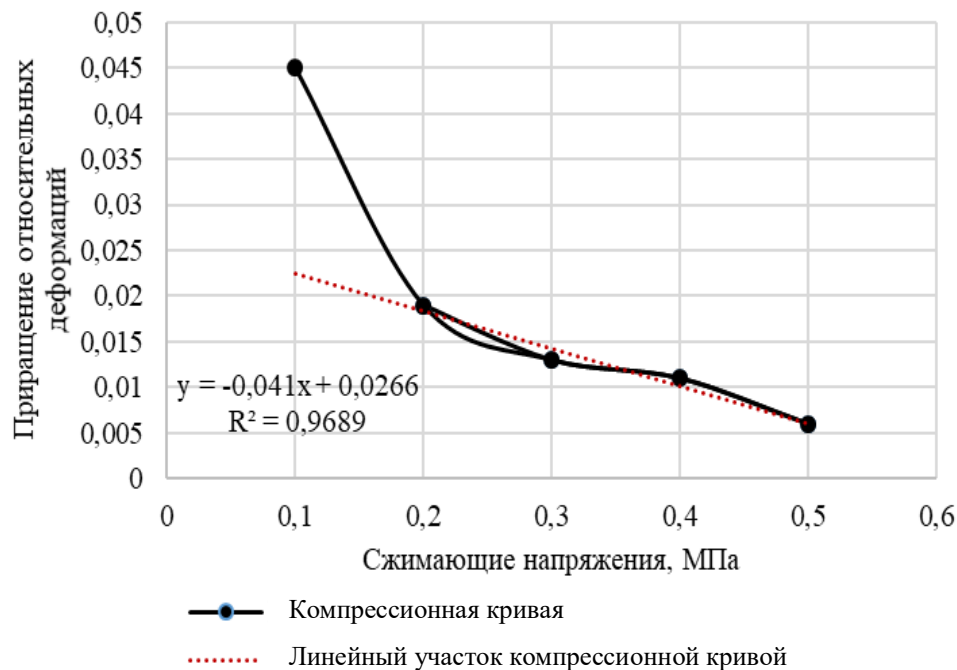


Рис. 5. График зависимости относительных деформаций образцов от нормальных напряжений

Обработка результатов исследований в табличном процессоре, позволила выбрать участок графика, характеризующийся линейным изменением приращения деформаций с высокой степенью достоверности аппроксимации и рассчитать модуль деформации суглинка равный 11,32 МПа.

По результатам исследований можно отметить, что для получения объективных показателей упругих свойств грунтов требуется испытание нескольких образцов отобранных на одной глубине. Это возможно только при наличии траншеи или шурфа. Однако, в зависимости от мощности сжимаемой толщи, это требует больших затрат времени не только на отбор проб, но и на лабораторные исследования.

Список литературы

1. СП 22.13330.2016. Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83: утвержден приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 16 декабря 2016 г. № 970/пр и введен в действие с 17 июня 2017 г.: дата введения 2017-07-01 // Техэксперт : [сайт]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200084710> (дата обращения: 21.09.2024). – Текст : электронный.
2. СП 47.13330.2012. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения: издание официальное: утвержден приказом Федерального агентства по строительству и жилищно-коммунальному хозяйству (Госстрой России) от 10 декабря 2012 г. № 83/ГС и введен в действие с 1 июля 2013 г.: дата введения 2013-07-01 // Техэксперт: [сайт]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200096789> (дата обращения: 21.09.2024). – Текст : электронный.
3. ГОСТ 12248.4-2020. Грунты. Определение характеристик деформируемости методом компрессионного сжатия : межгосударственный стандарт: издание официальное: разработан Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (МГС): дата введения 2021-12-27 // Техэксперт : [сайт]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/566409071> (дата обращения: 19.10.2024). – Текст : электронный.

[В начало к содержанию](#)

УДК 004.942

Д.С. Медакова¹, Г.И. Могилевская²

¹Магистрант

²Канд. филос. наук, доцент

Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты

ОБЗОР ПАТЕНТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ТЕХНОЛОГИЙ УСТРОЙСТВА ГРУНТОВЫХ СВАЙ

REVIEW OF PATENT DOCUMENTATION OF TECHNOLOGIES FOR CONSTRUCTION OF GROUND PILES

Аннотация. Строительная практика все чаще сталкивается с возведением зданий в сложных инженерно-геологических условиях. При этом возможно разрушение строительных конструкций и, как следствие, риск для жизни и здоровья людей. Поэтому в подобных условиях необходимо усиление грунтового массива для увеличения несущей способности основания. Наиболее популярный вариант устройство свайного фундамента с забивными сваями обладает недостатками. Представленные недо-

статки нивелируются при использовании грунтовых свай. В данном исследовании проведен анализ патентной документации, описывающей различные методы устройства грунтовых свай. Для каждого рассмотренного метода выделены преимущества и недостатки. Также авторами статьи предложен собственный метод увеличения несущей способности грунтовой сваи, включающий смешение грунта с различными добавками. Обозначено дальнейшее направление проведения исследования.

Ключевые слова: грунтовые сваи, патентный поиск, несущая способность, усиление грунта.

Summary. Construction practice increasingly faces the construction of buildings in complex engineering and geological conditions. In this case, the destruction of building structures is possible and, as a consequence, there is a risk to human life and health. Therefore, in such conditions, it is necessary to strengthen the soil massif to increase the bearing capacity of the foundation. The most popular option of constructing a pile foundation with driven piles has disadvantages. The presented disadvantages are leveled when using soil piles. This study analyzes patent documentation describing various methods of constructing soil piles. For each method considered, advantages and disadvantages are highlighted. The authors of the article also propose their own method for increasing the bearing capacity of a soil pile, including mixing soil with various additives. The further direction of the study is outlined.

Keywords: soil piles, patent search, bearing capacity, soil reinforcement.

В современных условиях территории наиболее пригодные для строительства практически полностью застроены [1, 2]. Все чаще приходится сталкиваться с проблемой строительства в сложных инженерно-геологических условиях. Возведения зданий и сооружений в таких условиях сопряжено с значительными рисками. Конструкции, возводимые на грунтах с низкой несущей способностью, могут трескаться, разрушаться, терять устойчивость, что в свою очередь приводит к опасным для жизни и здоровья ситуациям. Предотвратить такие катастрофические ситуации возможно используя различные методы усиления грунтов.

Один из методов закрепления слабых грунтов – использование свайного фундамента. Данный метод предполагает устройство свай различных типов для передачи нагрузки на более прочные слои грунтового массива [3]. Среди различных видов свай наиболее популярны забивные сваи. Однако у данного типа свай существует ряд недостатков: ограничение по типу грунта, сложность при устройстве в городских условиях, дорогостоящее оборудование, возможность отделения поверхности сваи от грунта [4]. Одним из вариантов исключения данных недостатков – применение свай другого типа, а именно грунтовых свай.

Грунтовые сваи получают послойным уплотнением грунта в теле скважины. Для анализа существующих технологий устройства грунтовых свай проводится патентный поиск. Поиск производился в базах данных как российских, так и зарубежных. Данные полученные в ходе поиска представлены в таблице.

Отобранная патентная документация

Страна выдачи, вид и номер охранного документа. Классификационный индекс	Заявитель (патентообладатель), страна. Номер заявки, дата приоритета, конвенционный приоритет, дата публикации	Название изобретения (полной модели, образца)
А.с. № 342996 СССР	Р.Г. Погосян, СССР, 1972	Способ изготовления грунтовых свай
А.с. № 2135691 СССР	Б.Ф. Галай, СССР, 1989	Способ возведения буронабивной сваи
А.с. № 2205262 РФ	М.И. Перцовский, РФ, 2003	Способ возведения сваи
А.с. № 79900 РФ	Э.А. Таржиманов, О.Е. Приходченко, М.А. Таржиманов, РФ, 2008	Грунтовая свая
А.с. № 2348756 РФ	А.Н. Саурин, РФ, 2009	Способ изготовления в раскатанных скважинах набивных свай из грунто-шлаковой смеси
А.с. № 2560027 РФ	Н.В. Мальцев, РФ, 2015	Способ возведения буронабивной сваи
А.с. № 2763656 РФ	Д.П. Зябликов, М.В. Молодцов, В.В. Майоров, В.А. Пасларь, РФ, 2021	Свая грунтовая и способ изготовления грунтовой сваи

Патентный поиск с использованием различных ключевых слов на иностранных ресурсах не выявил изобретений по теме.

Р.Г. Погосян предлагает способ изготовления грунтовых свай с термической обработкой уплотняемого грунта. В описываемом способе каждую скважину предварительно прогревают раскаленными газами. Далее происходит подача грунта под давлением вместе с нагнетаемыми газами. За счет прогрева грунта увеличивается несущая способность сваи.

Б.Ф. Галай описывает способ уплотнения грунтовых свай обратным вращением шнека с дополнительной нагрузкой. Таким образом обеспечивается большая плотность и, как следствие, несущая способность по сравнению с уплотнением малыми трамбовками. Усовершенствование данного способа, использованием тиксотропного раствора в скважине, предложено в патенте М.И. Перцовского. Использование тиксотропного раствора позволяет сократить трудозатраты и материалоемкость при устройстве свай. Также полезная модель Н.В. Мальцева является улучшением способа, описанного до этого. Автор предлагает производить уплотнение шнеком с установленным вибратором. Вибрация позволяет производить более тщательное уплотнение грунта.

Полезная модель, которую разработали Э.А. Таржиманов, О.Е. Приходченко и М.А. Таржиманов, представляет собой грунтовую сваю с уширенным основанием. Дополнительный объем грунта задействованный в формировании тела сваи в значительной степени повышает несущую способность получаемых свай.

А.Н. Саурин предлагает способ изготовления в раскатанных скважинах набивных свай из грунто-шлаковой смеси. Тело сваи образуется послойным заполнением и уплотнением шлакового щебня и грунта. Использование шлакового щебня улучшает прочностные характеристики свай.

Д.П. Зябликов, М.В. Молодцов, В.В. Майоров, В.А. Пасларь предлагают создание грунтовой сваи с уширенным основанием, получаемым заполнением расплавленного плазмотроном грунта. В расплавленный грунт помещают арматурный каркас и заливают бетонной смесью.

Рассмотренные патенты предлагают различные методы, увеличивающие несущую способность грунтовых свай. Способы с термической обработкой грунта предлагают использование различного оборудования, что может в значительной степени увеличивать затраты на устройство свай. Использование вибраторов невозможно при строительстве вблизи существующих зданий или сооружений.

Однако, за исключением А.Н. Саурина, авторы патентов не предлагают замену грунта на различные смеси с отличными характеристиками. Данный метод увеличения несущей способности является наиболее экономичным и, в то же время, достаточно эффективным. Потенциально применение смеси грунта с отсевом или цементом позволяет получить сваю с высокими прочностными характеристиками. Поскольку патентный поиск подтвердил отсутствие разработок в данном направлении, то в дальнейших исследованиях планируется разработка и испытание различных составов смесей грунтов для выявления смеси с наиболее оптимальным набором характеристик.

Список литературы

1. Илларионов, В.А. К вопросу исследования инженерно-геокриологических условий районов территории Республики Коми для строительства зданий и сооружений / В.А. Илларионов, В.С. Слабиков, К.Е. Вайс. – Текст : электронный // Актуальные проблемы науки и техники : сборник статей по материалам Международной научно-практической конференции (Уфа, 24 января 2020 г.) / Общество с ограниченной ответственностью «Научно-издательский центр «Вестник науки». – Уфа: Общество с ограниченной ответственностью «Научно-издательский центр «Вестник науки», 2020. – С. 36–42. – URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_42435293_77922646.pdf (дата обращения: 12.11.2024).

2. Артемьева, Е.А. К современному состоянию биоты, почвы и геоморфологии на потенциально пригодных территориях для строительства ВЭСВ Ульяновской области / Е.А. Артемьева, В.А. Кривошеев, А.В. Мас-

ленников, Л.А. Масленникова, М.С. Жданова. – Текст : электронный // Экология урбанизированных территорий. – 2020. – № 1. – С. 67–75. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-sovremennomu-sostoyaniyu-bioty-pochvy-i-geomorfologii-na-potentsialno-prigodnyh-territoriy-dlya-stroitelstva-vesv-ulyanovskoy-oblasti> (дата обращения: 12.11.2024).

3. Ковалев, В.А. Технологические схемы устройства забивных свай в пробитых скважинах / В.А. Ковалев, А.С. Ковалев. – Текст : электронный // Строительство: наука и образование, 2017. – № 1. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologicheskie-shemy-ustroystva-zabivnyh-svay-v-probityh-skvazhinah> (дата обращения: 12.11.2024).

4. Минин, М.Г. Буроинъекционные сваи / Г.М. Минин, Н.С. Соколов. – Текст : электронный // Вестник науки, 2022. – № 5(50). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/buroinektsionnye-svai> (дата обращения: 12.11.2024).

[В начало к содержанию](#)

УДК 004.942

А.А. Холодов¹, О.В. Пашкова²

¹Студент

²Канд. техн. наук, доцент

Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты

ОЦЕНКА ДЕФОРМАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ГРУНТА

ASSESSMENT OF THE DEFORMATION PROPERTIES OF THE SOIL

***Аннотация.** В статье приведены результаты испытаний образцов грунта методом одноосного компрессионного сжатия. По графикам зависимости относительной деформации от приложенных напряжений выполнен расчет модуля деформации каждого образца. Отмечен значительный разброс деформационных характеристик образцов. Построение компрессионной кривой по усредненным значениям деформаций позволило получить адекватные характеристики грунта.*

***Ключевые слова:** грунт, компрессионное сжатие, напряжения, деформации, модуль деформации.*

***Summary.** The article presents the results of testing soil samples using uniaxial compression compression. Based on the graphs of the dependence of relative deformation on applied stresses, the deformation modulus of each sample was calculated. A significant variation in the deformation characteristics of the samples was noted. The construction of a compression curve based on the average values of deformations allowed us to obtain adequate soil characteristics.*

***Keywords:** soil, compression compression, stresses, deformations, modulus of deformation.*

Основанием строящихся зданий и сооружений в большинстве случаев является грунтовый массив, от несущей способности которого в основном будет зависеть надежность и долговечность объектов. Поэтому при проектировании важнейшее значение имеет знание характеристик слагающих породный массив грунтов. Поскольку поверхностный слой массивов как правило представлен дисперсными веществами, частицы которых склонны к консолидации, то очень важной характеристикой грунтов является сжимаемость.

Процесс деформирования, то есть способности грунта изменять свою форму и объем под воздействием нагрузки зависит от множества факторов, поэтому на участках строительства выполняется целый комплекс инженерно-геологических исследований [1]. По результатам этих исследований определяется пригодность грунта основания для строительства проектируемых объектов. В этом случае физические и механические свойства грунтов, слагающих массив будут определяющими.

Возможная осадка здания в процессе строительства и эксплуатации регламентируется нормативными документами, поэтому деформационные характеристики грунтов являются важнейшими аспектами исследований. В большинстве случаев эти свойства определяются в лабораториях путем компрессионных испытаний образцов грунтов, отобранных на исследуемых площадках [2].

Целью выполненных нами исследований является определение коэффициента сжимаемости и модуля деформации образцов грунта, отобранных в основании строящегося двухэтажного коттеджа.

Все испытания проведены на приборе компрессионного сжатия, входящего в комплекс лаборатории Литвинова, который используется для определения степени уплотнения и консолидации грунтов путем измерения деформации образца грунта цилиндрической формы под заданной нагрузкой. Этот прибор позволяет выполнять исследования физико-механических свойств грунта непосредственно на строительной площадке.

В соответствии с законом уплотнения при отсутствии перемещений боковых поверхностей образцов, то есть при компрессионном сжатии, коэффициент сжимаемости вычисляется по формуле (1):

$$a = \frac{\Delta e}{\Delta P}, \quad (1)$$

где Δe – приращение коэффициента пористости в заданном интервале нагрузки ΔP .

Отсюда следует, что при проведении исследований необходима фиксация величины деформации при соответствующих нагрузках [3]. То есть нагружение образца должно осуществляться ступенчато. Для этого система измерения прибора компрессионного сжатия включает: индикаторы часового типа с ценой деления шкалы 0,01 мм, фиксирующие перемещения штампа одометра. Механизм вертикальной нагрузки состоит из системы рычагов и подвесок с площадками для грузов (рис. 1).



Рис. 1. Прибор для испытания образцов грунта методом компрессионного сжатия

При нагружении образца с начальной высотой h происходит консолидация частиц грунта и его объем – m на каждой ступени нагружения будет уменьшаться на величину – Δn_i . Компрессионное сжатие исключает возможность бокового расширения грунта, следовательно, при постоянной площади обоймы одометра F изменение объема пор будет зависеть только от осадки s_i .

Таким образом, для построения компрессионной кривой коэффициент пористости на каждой ступени нагружения определяется по формуле (2):

$$e_i = e_0 - (1 + e_0) \cdot s_i / h, \quad (2)$$

где s_i/h – относительная деформация грунта; e_0 – начальный коэффициент пористости грунта, который определяется из выражения (3):

$$e_0 = \frac{\rho_s - \rho_d}{\rho_d}, \quad (3)$$

где ρ_s – плотность грунта естественной влажности; ρ_d – плотность сухого грунта.

В итоге коэффициент пористости в заданном интервале нагрузок, при изменении высоты образца грунта на величину Δh определяется по формуле (4):

$$e_i = e_0 - \varepsilon(1 + e_0), \quad (4)$$

где ε – относительная деформация, определяемая по формуле (5):

$$\varepsilon = \Delta h/h. \quad (5)$$

Поскольку начальный коэффициент пористости образцов, отобранных на одном участке, будет неизменным, то деформируемость грунта можно оценить по изменению относительной деформации на компрессионной кривой.

При исследовании грунтового основания одного из объектов для определения модуля деформации отобраны и испытаны пять образцов грунта. Испытания проводились методом компрессионного сжатия. Нагружение осуществлялось ступенями от 0,1 до 0,5 МПа с определением величины деформации. Результаты расчета относительных деформаций представлены в таблице.

Т а б л и ц а

Результаты компрессионных испытаний суглинка

Напряжения, МПа	Относительные деформации образцов					
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	Среднее значение
0,1	0,0425	0,0675	0,00225	0,033	0,0265	0,03435
0,2	0,019	0,0285	0,00095	0,0155	0,0165	0,01609
0,3	0,0125	0,014	0,00065	0,008	0,011	0,00923
0,4	0,0115	0,0095	0,00055	0,007	0,0045	0,00661
0,5	0,0005	0,007	0,0003	0,007	0,0035	0,00366

По представленным результатам построены графики зависимости относительных деформаций от напряжений. Для примера на рисунке 2 приведена компрессионная кривая испытаний образца № 1.

Анализ всех графиков показал, что наиболее приемлемым участком кривой при определении модуля деформации является интервал напряжений от 0,2 до 0,4 МПа. Для этого интервала определялись приращения относительных деформаций.

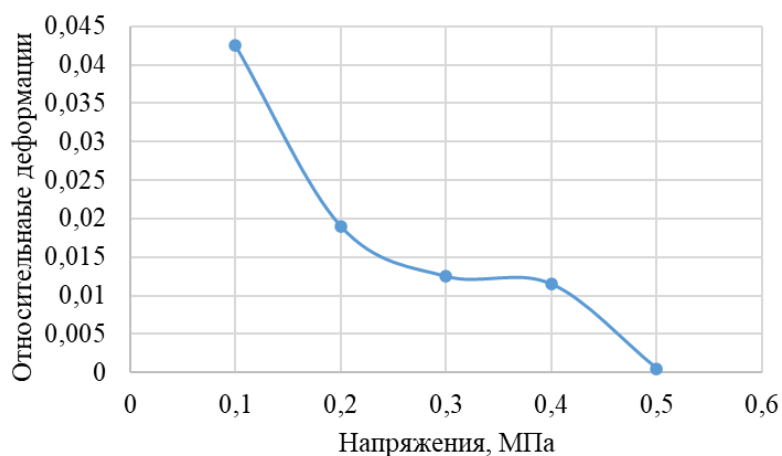


Рис. 2. Компрессионная кривая образца № 1

В этом случае для любого интервала напряжений модуль общей деформации вычисляется по формуле (6):

$$E_o = \frac{\Delta P}{\Delta \epsilon} \beta, \quad (6)$$

где β – коэффициент, учитывающий отсутствие бокового расширения, принимаемый для пылеватых и мелких песков – 0,8; супесей – 0,7; суглинков – 0,5; глин – 0,4.

По результатам расчетов установлено, что модуль деформации находится в пределах от 5,26 до 100,0 МПа, такой разброс явно указывает на наличие ошибок. Поэтому построена компрессионная кривая по усредненным относительным деформациям 5 образцов (табл. 1), которая показана на рисунке 3.

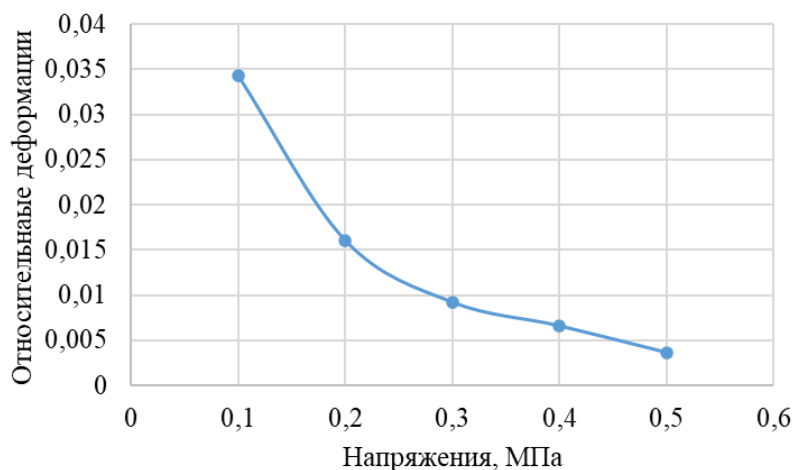


Рис. 3. График усредненной зависимости относительных деформаций образцов суглинка от напряжений

В результате расчета средний модуль деформации составил 10,55 МПа, что хорошо согласуется с результатами инженерно-геологических исследований аналогичных грунтов в нашем регионе.

Модули деформации грунта, определенные в лабораторных и полевых условиях, существенно отличаются, поэтому модуль деформации, определенный в лабораторных условиях, умножают на поправочный коэффициент И.А. Агишева. Этот коэффициент изменяется от 2 для рыхлых грунтов ($e = 1,6$) до 7,5 для плотных грунтов ($e = 0,2$). Для суглинков Донбасса он изменяется от 3 до 6. Это свидетельствует о том, что обязательно необходимо кроме лабораторных испытаний выполнять штамповые испытания непосредственно на площадке строительства.

Список литературы

1. СП 22.13330.2016. Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83: утвержден приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 16 декабря 2016 г. № 970/пр и введен в действие с 17 июня 2017 г. : дата введения 2017-07-01 // Техэксперт : [сайт]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200084710> (дата обращения: 11.10.2024). – Текст : электронный.
2. СП 47.13330.2012. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения: издание официальное: утвержден приказом Федерального агентства по строительству и жилищно-коммунальному хозяйству

(Госстрой России) от 10 декабря 2012 г. № 83/ГС и введен в действие с 1 июля 2013 г.: дата введения 2013-07-01 // Техэксперт : [сайт]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200096789> (дата обращения: 21.09.2024). – Текст : электронный.

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

[В начало к содержанию](#)

УДК 628.19

Е.И.Костромина¹, А.Е. Шкуренко²

¹Старший преподаватель

²Студент

Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОЧИСТКИ ПРИРОДНОЙ ВОДЫ ДЛЯ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОЙ СИСТЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

ANALYSIS OF MODERN CLEANING TECHNOLOGIES NATURAL WATER FOR A CENTRALIZED SYSTEM WATER SUPPLY

***Аннотация.** Статья посвящена исследованию качества воды, поступающей из централизованной системы водоснабжения г. Шахты и р.п. Каменоломни. В статье представлены результаты гидрохимического анализа воды и рассматриваются современные технологии очистки питьевой воды, Актуальность темы обусловлена необходимостью обеспечения населения качественной и безопасной питьевой водой, что является важным аспектом здоровья и благополучия граждан. В работе проведен анализ существующих методов очистки.*

***Ключевые слова:** анализ качества воды, централизованная система водоснабжения, здоровье населения, безопасность питьевой воды, уровень загрязнения.*

***Summary.** The article is devoted to the study of the quality of water coming from the centralized water supply system of Shakhty and RP Quarries. The article presents the results of hydro chemical analysis of water and examines modern technologies for drinking water purification, the relevance of the topic is due to the need to provide the population with high-quality and safe drinking water, which is an important aspect of the health and well-being of citizens. The paper analyzes the existing cleaning methods.*

***Keywords:** analysis of water quality, centralized water supply system, public health, drinking water safety, pollution level.*

Вода – один из самых важных ресурсов для жизни человека. Качество водопроводной воды напрямую влияет на здоровье населения, поэтому регулярный анализ ее состава и свойств является необходимостью. В этом контексте в г. Шахты был проведен анализ водопроводной воды, а также анализ показателей воды из реки Дон, являющейся источником водоснабжения.

Филиал «Шахтинский» ГУП РО «УРСВ» отвечает за водоснабжение предприятий и жителей городов Шахты и Новошахтинска, а также прилегающих поселков и находящихся на их территории организаций. Кроме того, он частично обслуживает Усть-Донецкий и Октябрьский районы. Следует подчеркнуть, что процесс подготовки воды занимает значительное время. Вода из реки Дон поступает на очистные сооружения третьего водозабора через насосные станции первого и второго водозаборов.

Технологическая схема III-го водоподъема Шахтинско-Донского Водопровода представлена на рисунке 1.

В состав очистных сооружений входят:

- смесители перегородочного типа;
- камеры реакции перегородочного и вихревого типа;
- отстойники горизонтальные;
- фильтры скорые;
- резервуары чистой воды объемом по 10000 м³;
- насосная станция;
- станция повторного использования воды;
- склад мокрого приготовления и хранения глинозема;
- песколовка.

Используемые реагенты:

- хлор для обеззараживания;
- оксихлорид алюминия (Аква – АураТ) – коагулянт;
- полиакриламид (ПАА) – флокулянт.

Очищенная и обеззараженная вода подается потребителям г. Шахты, в населенные пункты Октябрьского района, в том числе р.п. Каменоломни через магистральные водоводы и распределительные водопроводные сети с помощью насосных станций [3].

Для анализа были отобраны пробы воды из реки Дон в районе станции Мелиховской вблизи водозабора для водопроводной сети города. Образцы с жилых районов ХБК, Артем, бывшей шахты «Нежданная», бывшей шахты «Южная», центра г. Шахты, р.п. Каменоломни. Исследование проводилось в несколько этапов: сначала были определены физико-химические параметры, такие как общая минерализация, жесткость, нефтепродукты, водородный показатель, алюминий, железо, сульфаты, хлориды и цветность. Затем результаты были сопоставлены с установленными нормами и стандартами, действующими в Российской Федерации.

Технологическая схема III-го водоподъема Шахтинско-Донского Водопровода

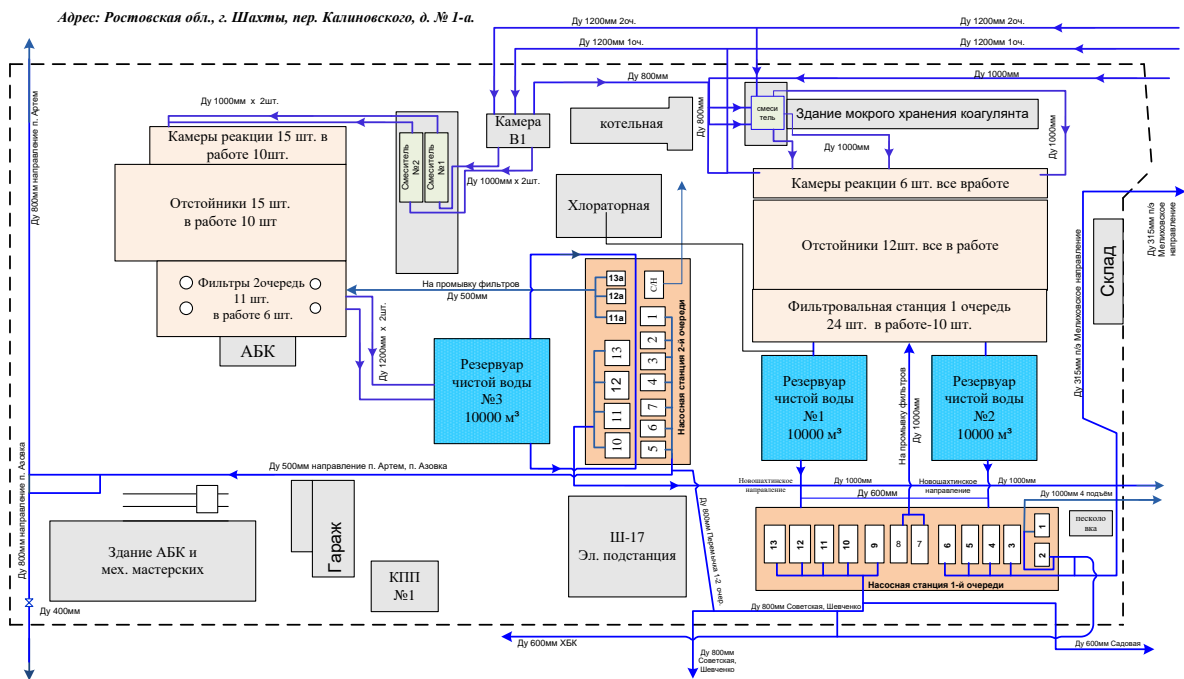


Рис. 1. Технологическая схема III-го водоподъема Шахтинско-Донского Водопровода

Результаты анализа (табл.) показали, что водопроводная вода в Шахтах не соответствует ряду санитарных норм. Одним из наиболее тревожных показателей стала жесткость воды, которая превышает допустимые значения. Жесткая вода содержит высокое количество кальция и магния, что может негативно сказаться на здоровье человека, а также привести к образованию накипи в бытовых приборах и трубах.

Таблица

Результаты исследования качества водопроводной воды

Место отбора проб	Показатель	Показатель								
		Общая минерализация (сухой остаток), мг/дм ³	Жесткость общая, мг-экв/дм ³	Нефтепродукты, мг/дм ³	Водородный показатель (рН), ед.	Алюминий, мг/дм ³	Железо, мг/дм ³	Сульфаты, мг/дм ³	Хлориды, мг/дм ³	Цветность, град.
Район станции Мелиховской		504	9	5,5	7,5	0	0,1	256	79	80
Жилой район ХБК, осень		461	8	0	7,5	0	0,2	460,8	71	50
Жилой район ХБК, весна		645	8,75	0	7,5	0	0,1	384	168	40
Поселок бывшей шахты «Южная», осень		500	8,5	0,6	8,0	0	0,1	422,4	79	50
Поселок бывшей шахты «Южная», весна		605	12,25	0	7,5	0	0,5	384	150	70

Поселок бывшей шахты «Нежданная», осень	493	7,5	0,75	8,0	0	0,1	460,8	71	70
Поселок бывшей шахты «Нежданная», весна	607	12,50	0,25	7	0	0,2	422,4	159	60
Жилой район Артем, осень	521	9,5	0,25	7,5	0	0,2	460,8	79	70
Жилой район Артем, весна	608	8,75	0,75	7,5	0	0,3	586	177	70
Центр г. Шахты, осень	444	8,5	0	7,5	0	0,1	422,4	71	60
Центр г. Шахты, весна	631	13,50	0,75	8,5	0	0,3	576	168	40
Р.п. Каменоломни, осень	487	7,5	0,75	8,0	0	0,1	460,8	79	70
Р.п. Каменоломни, весна	624	10	0	6,5	0	0,2	403,2	168	60
Предельно допустимая концентрация для централизованного водоснабжения (ПДК) [2]	1000	7,0	0,1	6,0–9,0	0,2	0,3	500	350	20

На основании полученных данных можно сделать вывод о том, что существующая система очистки водопроводной воды и водопроводная система нуждаются в модернизации. В первую очередь, необходимо обратить внимание на снижение жесткости воды, цветности и содержание нефтепродуктов.

Одним из наиболее перспективных направлений в сфере водоснабжения является внедрение современных технологий, таких как использование композитных трубопроводов. Эти трубопроводы изготавливаются из инновационных композитных материалов, которые обладают высокой коррозионной стойкостью и долговечностью. Это означает, что они могут служить значительно дольше, чем традиционные металлические или пластиковые трубы, что в свою очередь снижает необходимость в частых заменах и ремонтах.

Кроме того, композитные трубопроводы минимизируют риски утечек и загрязнений, что особенно важно для обеспечения качества питьевой воды. Их низкая шероховатость способствует снижению потерь давления, что улучшает гидравлические характеристики всей системы водоснабжения. Это позволяет не только повысить эффективность работы водопроводной сети, но и сократить затраты на ее эксплуатацию.

Предлагаемый способ очистки касается методов очистки пресных природных вод из подземных и поверхностных источников от таких загрязняющих веществ, как железо, марганец, соли жесткости, сероводород и органические соединения, с целью получения воды, пригодной для питья [4]. Процесс включает в себя обработку воды пероксидом водорода с добавлением водорастворимых соединений титана, после чего осуществляется аэрация и физическая обработка. Концентрация пероксида водорода составляет 3,0–5,0 мг/л, а соединений титана – 1,0–1,5 мг/л. Физическую обработку производят с помощью гидродинамической кавитации при скорости потока 23–32 м/с, проходя через гидродинамический кавитатор один или два раза, а затем фильтруют через керамический мембранный фильтр.

Данное изобретение позволяет снизить энергозатраты на процесс очистки, расширить спектр удаляемых из воды веществ, таких как железо и растворенные органические соединения, а также уменьшить остаточную концентрацию соединений титана в очищенной воде.

Полезная модель на рисунке 2 относится к фильтрам и процессам фильтрации жидкостей, в частности к мультифильтровальному элементу, который предназначен для очистки технической воды или HFA жидкостей в условиях высокой пропускной способности фильтрующего устройства под давлением до 500 Бар. Сепарация сред осуществляется на щелевой поверхности фильтровальных труб, а степень фильтрации зависит от размера щелей.

Мультифильтровальный элемент сконструирован таким образом, что на одном конце перфорированной трубы установлены две шайбы, заполненные эпоксидным металлонаполненным герметиком. В опоре размещены три стяжных винта, а в седле фильтров установлены три фильтровальных элемента. Стяжные винты вкручиваются в седло фильтров до упора, а на резьбовую поверхность седла наносится разъемный резьбовой герметик. Кроме того, в профильном пазу на сливной горловине подводки устанавливается уплотнительное кольцо. Данное решение может быть эффективно использовано для очистки воды, поступающей в многоквартирные дома и на производственные предприятия, обеспечивая высокое качество фильтрации и надежность работы системы [6].

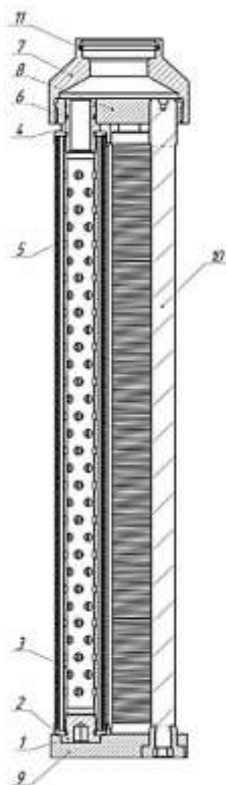


Рис. 2. Мультифильтровальный элемент:

- 1 – пробка, металл; 2 – шайба, металл; 3 – труба перфорированная, металл;
- 4 – штуцер, металл; 5 – трубка щелевая, металл; 6 – кольцо уплотнительное, полиуретан;
- 7 – подводка, металл; 8 – седло фильтров, металл; 9 – опора, металл;
- 10 – винт стяжной, металл; 11 – кольцо уплотнительное, полиуретан

Эффективным является устройство для обеззараживания воды с использованием ультрафиолетового (УФ) излучения (рис. 3) [5]. Оно включает в себя несколько ключевых компонентов: блок управления 9, блок питания 10, электронасос 7, фильтр первичной очистки 1, камеру УФ-обработки 2, бактерицидную лампу 3, которая излучает в диапазоне 265–275 нм с мощностью не менее 700 мВт, и кварцевую трубку 4. Внутри кварцевой трубки установлена винтовая вставка 5 для перемешивания жидкости, что способствует более равномерному распределению УФ-излучения. В камере УФ-обработки размещены никелированный параболический отражатель 6 и экран параболической формы 8 с никелевым покрытием. Бактерицидная лампа 3 расположена над кварцевой трубкой 4, а экран 8 установлен над лампой, в то время как отражатель 6 находится под трубкой.

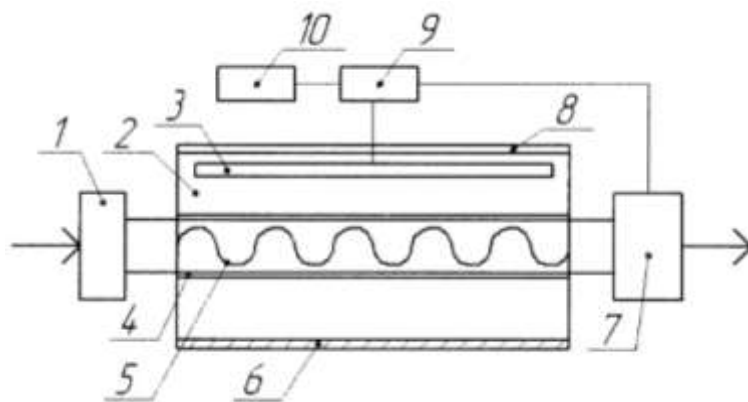


Рис. 3. Устройство для обеззараживания воды с помощью ультрафиолетового излучения

Данная конструкция позволяет значительно повысить эффективность обеззараживания воды, обеспечивая более качественную обработку и уничтожение патогенных микроорганизмов.

В ходе исследования современных технологий очистки питьевой воды в централизованной системе водоснабжения г. Шахты было установлено, что существующие методы требуют значительной модернизации для обеспечения высокого качества воды, соответствующего современным санитарным нормам. Анализ показал, что традиционные технологии, такие как коагуляция и хлорирование, хотя и широко применяются, не всегда обеспечивают необходимую степень очистки от загрязняющих веществ и патогенных микроорганизмов. Основную роль в качестве воды влияет состояние оборудования и водопровода, даже с применением инновационных методов очистки без замены водопровода ситуация не станет намного лучше. Оптимальным решением является использование индивидуальной очистки воды.

Список литературы

1. Руководство по анализу воды. Питьевая и природная вода, почвенные вытяжки / под ред. к.х.н. А.Г. Муравьева. – Изд. 5-е, перераб. и дополн. – Санкт-Петербург: «Крисмас+», 2021. – 360 с. – Текст : непосредственный.

2. СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания: утверждены постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28 января 2021 года № 2: дата введения: 2021-03-01. – Текст : электронный // Техэксперт : [сайт]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/573500115?section=text> (дата обращения: 18.02.2024).

3. ГУП РО «УРСВ»: официальный сайт. – Ростов-на-Дону. – URL: <http://www.guprousv.ru> (дата обращения: 21.11.2024). – Текст : электронный.

4. Патент № 2750489 Российская Федерация, МПК C02F 9/08 (2006.01) C02F 1/36 (2006.01) C02F 1/72 (2006.01) C02F 1/28 (2006.01). Способ очистки воды: № 2020116662: заявл. 21.06.2020: опубл. 28.06.2021 / Курбатов А.Ю., Ситников А.В., Ситников И.А., Ветрова М.А., Шевцов И.А., Аверина Ю.М., Кузин Е.Н. ; заявитель Общество с ограниченной ответственностью «КОБГАРД» – 6 с. – URL: https://yandex.ru/patents/doc/RU2750489C1_20210628 (дата обращения: 21.11.2024). – Текст : электронный.

5. Патент № 216020 Российская Федерация, МПК C02F1/32 (2006.01), A61L2/10 (2006.01), C02F 103/02 (2006.01). Устройство для обеззараживания воды: № 2022120708: заявл. 27.07.2022: опубл. 13.01.2023 / Заболотный В.Н., Вендин С.В. ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина» – 5 с.: ил. – Текст : электронный. – URL: <https://patents.google.com/patent/RU216020U1/ru> (дата обращения: 21.11.2024).

6. Патент № 222092 Российская Федерация, МПК B01D 27/06(2006.01). Мультифильтровальный элемент: № 2023127906: заявл. 30.10.2023: опубликовано 11.12.2023 / Копытин Д.В. ; заявитель Общество с ограниченной ответственностью «Системы промышленной безопасности» – 5 с. : ил. – URL: <https://patents.google.com/patent/RU222092U1/ru> (дата обращения: 21.11.2024). – Текст : электронный.

7. Гречка, Е.А. Экологическая оценка качества воды реки Дон в станции Мелиховская Ростовской области / Е.А. Гречка. – Текст : электронный // Симбиоз-Россия 2022 : сборник статей XIII Международной конференции ученых-биологов, Пермь, 24–25 октября 2022 г. – Пермь: Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2023. – С. 786–791. – URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_54334623_67337319.pdf (дата обращения: 21.11.2024).

[В начало к содержанию](#)

УДК 628.477

Н.Н. Семенов¹, В.А. Кравченко²

¹Доцент

²Студент

Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты

АНАЛИЗ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ СОРТИРОВКИ ТВЕРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ И ВНЕДРЕНИЕ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

ANALYSIS OF AUTOMATION SYSTEMS FOR SORTING MUNICIPAL SOLID WASTE AND THE INTRODUCTION OF NEW TECHNOLOGIES

***Аннотация.** Статья посвящена проблеме обращения с отходами, в частности с твердыми коммунальными отходами. Одной из важнейших проблем в сфере обращения с отходами является задача сортировки. Эффективность обобщающей концепции обращения с отходами в большей степени зависит от эффективности и стоимости этой технологической операции. Одной из важнейших проблем предприятий по переработке твердых бытовых отходов является задача выбора рационального способа сортировки отходов в зависимости от степени автоматизации и технологического оснащения. В статье рассматриваются некоторые тенденции в создании систем и методов сортировки твердых бытовых отходов. Описана концепция использования человека-оператора, выполняющего функции системы распознавания и идентификации сортируемых объектов. Материалы статьи предназначены для специалистов, занимающихся проблемами обращения с отходами.*

***Ключевые слова:** сортировка, отходы, средства автоматизации, системы распознавания, датчики, манипуляторы.*

***Summary.** The article is devoted to the problem of waste management, in particular solid municipal waste. One of the most important problems in the field of waste management is the task of sorting. The effectiveness of the generalizing waste management concept depends more on the efficiency and cost of this technological operation. One of the most important problems of enterprises processing solid household waste is the task of choosing a rational way of sorting waste, depending on the degree of automation and technological equipment. The article discusses some trends in the creation of systems and methods for sorting solid household waste. The concept of using a human operator performing the functions of a recognition and identification system for sorted objects is described. The materials of the article are intended for specialists dealing with waste management issues.*

***Keywords:** sorting, waste, automation tools, recognition systems, sensors, manipulators.*

Обращение с отходами, включая сортировку твердых коммунальных отходов, является одной из важных современных задач безопасного жизнеобеспечения населения. В России ежегодно образуется около 40 млн т твердых коммунальных отходов (ТБО), и в настоящее время в основном используется захоронение на свалках. При этом проявляется наиболее

негативное воздействие этих отходов на окружающую среду. Большая часть объемов этих отходов должна быть переработана и использована в качестве вторичного сырья [1, 2]. Однако в России этот вопрос начали решать сравнительно недавно. Одним из самых трудоемких и дорогостоящих этапов обращения с отходами является задача их сортировки, включающая предварительное отделение некоторых компонентов, например, негабарита, песка и т.д. Для этого, как правило, используются отдельные машины, выполняющие узкие технологические задачи. После предварительной сортировки отходов проводится детальное отделение полезных компонентов от общей массы отходов.

При некачественной сортировке площади захороненных в земле отходов (свалки) будут продолжать расти. На примере Ростовской области, Российская Федерация, давайте рассмотрим информацию об объемах отходов, образующихся в секторах экономики (рис. 1).

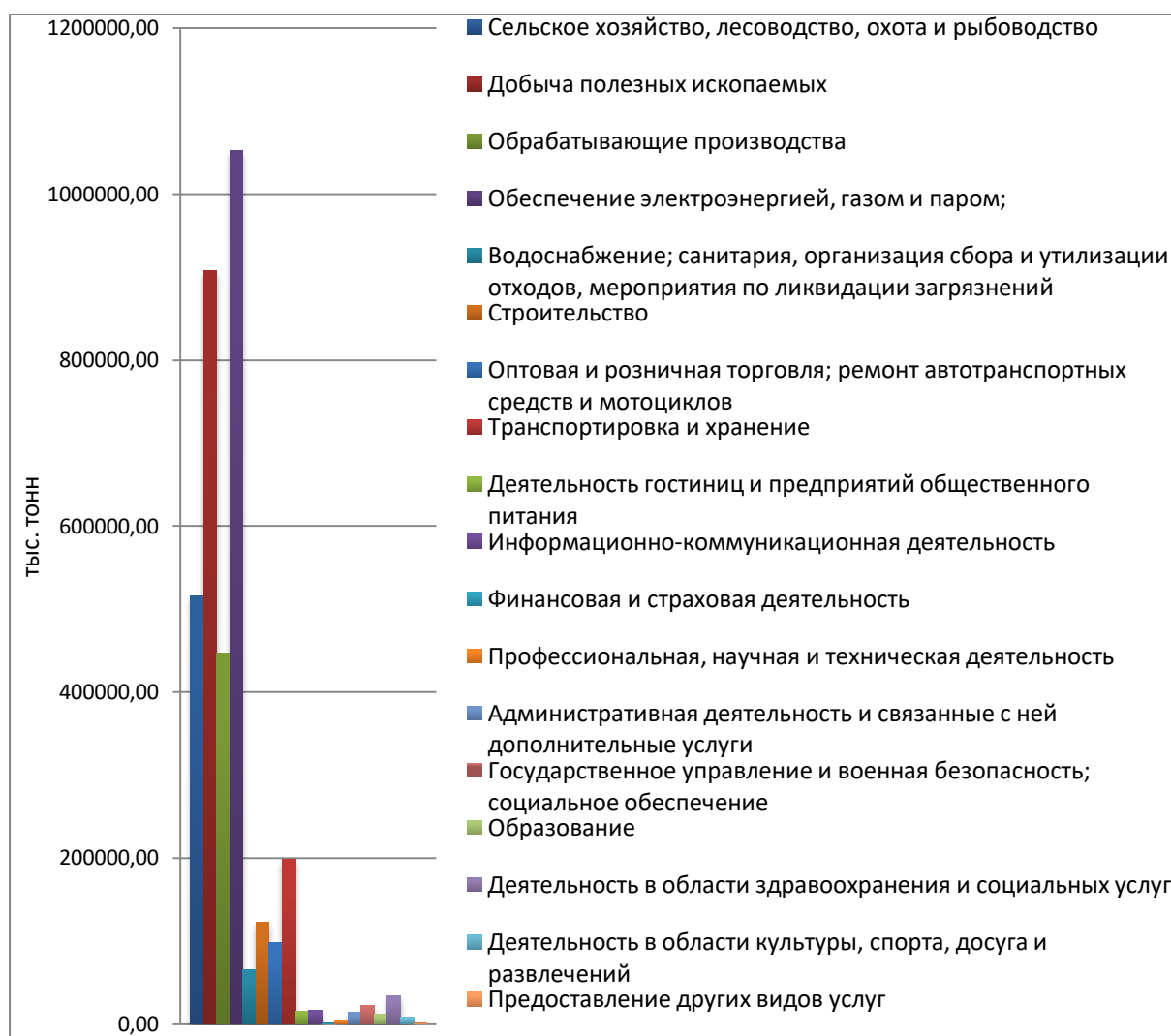


Рис. 1. Информация об отходах по отраслям экономической деятельности в Ростовской области за 2022 г.

Анализ диаграммы показывает, что твердые коммунальные отходы (ТКО) по объемам образования отходов занимают восьмое место в списке отраслей промышленности Ростовской области. В целом, по всей стране состав отходов зависит от региона и структуры источников образования отходов. Однако для проблемы сортировки это не имеет большого значения.

Экономическая сторона вопроса связана с экологической проблемой. Экономика заключается в извлечении полезных компонентов из общей массы отходов, но такой подход не выгоден для окружающей среды – он приведет к увеличению объема отходов, подлежащих захоронению на свалках. Недостатком экологического подхода является низкая добавочная стоимость.

Плюсом данного подхода является снижение захоронения вредных веществ на полигоне [3]. Конечно, идеальным является вариант сортировки с максимально возможным качеством разделения отдельных компонентов, но очевидно, что такой вариант потребует дорогостоящего оборудования и программного обеспечения. Однако в будущем актуальна концепция «нулевых отходов», которую многие страны обсуждают и реализуют программы по ее достижению.

Очевидно, что наиболее перспективным методом сортировки отходов является автоматизированный и роботизированный метод сортировки [4, 5]. В России таких отечественных систем пока нет; во многих развитых странах такие системы разрабатываются, но они очень дороги и недостаточно эффективны в условиях сортировки коммунальных и городских отходов.

Известные полностью автоматизированные методы сортировки являются очень дорогостоящими и технологически относительно сложными, в первую очередь из-за высокой сложности и дороговизны систем распознавания сортируемых объектов. Решением проблемы является метод, при котором недостатки ручных и автоматизированных методов сортировки отходов сведены к минимуму, при рациональных экономических затратах и с высокой степенью распознавания объектов сортировки. В любом случае, на текущем этапе совершенствования процесса сортировки.

Концептуально предлагается решить проблему автоматизированной сортировки за счет частичного участия человека в распознавании сортируемых объектов. Предлагается заменить (или объединить) электронную систему распознавания более дешевым методом распознавания компонентов отходов – людьми. В этом случае можно использовать относительно простые и дешевые устройства и системы для идентификации объектов сортировки с участием человека-оператора, одновременно с визуальным анализом и распознаванием компонентов отходов.

Следующим шагом в развитии автоматизированных систем сортировки является система, созданная для минимизации затрат на распознавание изображений сортируемых объектов [6]. В этой системе используется

один пост для распознавания сортируемых объектов, а захват сортируемых объектов и их перемещение осуществляется несколькими манипуляторами, оснащенными системами распознавания меток. В то же время манипуляторы не оснащены дорогостоящими системами распознавания, множеством детекторов и сканеров разного принципа действия.

При этом в системе распознавания ингредиенты маркируются закодированными физическими метками, для чего используются струйные принтеры, красители и другие средства нанесения меток на поверхность распознанных объектов. Авторы рассматриваемой разработки предложили использовать цвет меток и форму пиктограмм, наносимых краской на распознанные объекты. В этом способе манипуляторы, перемещающие распознанные объекты, оснащены детекторами меток, которые распознают цвет меток и их форму.

Мы модернизировали этот метод сортировки отходов [7]. Суть модернизации заключается в том, что метки на объекты не наносятся краской, а выполняются в виде электронных идентификаторов каждого распознанного объекта. Техническим результатом является снижение затрат, увеличение скорости процесса распознавания объектов на конвейере и повышение надежности передачи информации от системы идентификации отдельных объектов на конвейере к роботизированным манипуляторам.

Суть разработанного метода сортировки проиллюстрирована на рисунке 2.

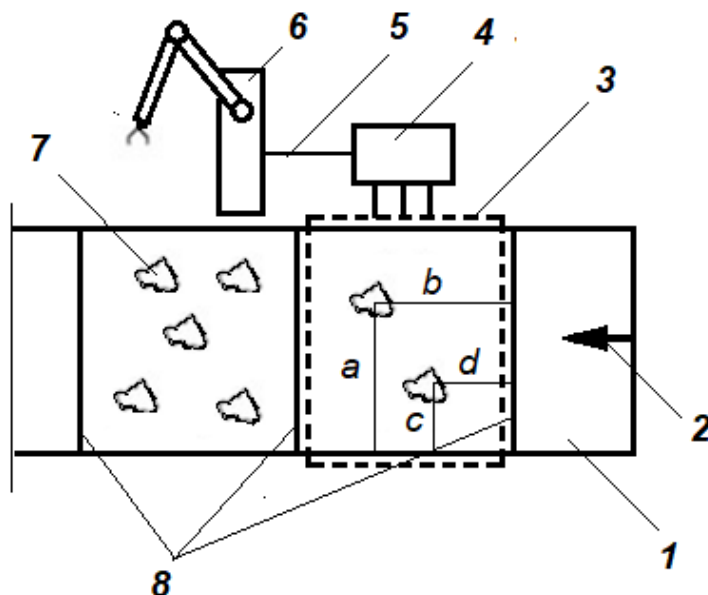


Рис. 2. Схема способа создания электронных меток

- 1 – конвейер; 2 – направление движения конвейера; 3 – система идентификации объектов, имеющая устройства для сканирования и спектрометрии сортируемых объектов;
 4 – компьютер; 5 – информационная линия; 6 – роботизированный манипулятор;
 7 – распознанные объекты; 8 – опорные метки на конвейере;
 (a; b), (c; d) – координаты идентифицированных объектов

Разработанный способ реализуется следующим образом. Твердые бытовые отходы 7, освобожденные от крупногабаритных и мелких фракций, подаются на конвейер 1 в виде тонкого слоя объектов, достаточного для их исследования. Программное обеспечение выполняет сканирование, обнаружение и другие действия для анализа каждого объекта распознавания. Полученная информация сравнивается с изображениями объектов в базе данных, тем самым идентифицируя каждый объект на конвейере. В этом случае работает подпрограмма для определения и записи координат центра идентифицированного объекта (a ; b) и(или) (c ; d) относительно края конвейера и одной из контрольных меток 8 на конвейере 1. Программа идентификации записывает характеристики объектов 7 и передает информацию через каждый распознанный объект в компьютер 4. Данные с компьютера 4 по каждому распознанному объекту 7 передаются на роботизированный манипулятор 6 в формате: «номер объекта + координаты объекта + характеристики объекта».

Данный метод упрощает идентификацию отходов, а количество роботизированных манипуляторов снижает стоимость мусоросортировочной площадки. Кроме того, заявленный способ позволит увеличить пропускную способность сортировочного конвейера, поскольку будет снижена вероятность неточного распознавания маркеров краски на сортируемых объектах и ошибок при распознавании роботами-манипуляторами меток краски.

Можно сделать выводы по данной методике сортировки отходов:

1. Проведение анализа различных систем сортировки твердых бытовых отходов с целью разработки рационального варианта автоматизации процесса сортировки отходов без использования современных «интеллектуальных» систем распознавания.

2. Учитывая особенности состояния управления отходами в России, предлагается использовать возможности человека для распознавания объектов сортировки на автоматизированном конвейере. Это как бы временный, быстро реализуемый этап в разработке инструментов автоматической сортировки отходов.

3. Предлагаемая система автоматизации, которая быстро внедряется и имеет низкую стоимость, может стать базовой системой для решения других задач автоматизации на сортировочных линиях, таких как передача информации роботу-манипулятору для перемещения распознанных объектов мусора и других задач полной автоматизации процесса сортировки мусора.

Список литературы

1. Григорьев, В.Н. Оптимизация технологической схемы сортировки твердых бытовых отходов / В.Н. Григорьев, С.В. Паршкова. – Текст : электронный // Экология и технический прогресс : сборник научных статей ; научный редактор Я.И. Вайсман. – Пермь : Пермский национальный иссле-

довательский политехнический университет, 2013. – ISBN 5-88151-387-8. – Т. 1. – С. 39–45. – URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_22004383_23361794.pdf (дата обращения: 20.11.2024).

2. Колычев, Н.А. Оптимизация обращения с твердыми бытовыми близкими к ним по составу промышленными отходами в крупных и средних населенных пунктах России / Н.А. Колычев. – Текст : электронный // Биосфера. – 2013. – № 4. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/optimizatsiya-obrascheniya-s-tverdymi-bytovymii-blizkimi-k-nim-po-sostavu-promyshlennymi-othodamiv-krupnyh-i-srednih-naselennyh-punktah> (дата обращения: 20.11.2024).

3. Ламзина, И.В. Анализ методов сортировки твердых бытовых отходов / И.В. Ламзина, В.Ф. Желтобрюхов, И.Г. Шайхиев. – Текст : электронный // Вестник Технологического университета. – 2015. – Т. 18. – № 5. – С. 244–247. – URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_23249633_72315499.pdf (дата обращения: 20.11.2024).

4. Анастас, П.Т. Проектирование на основе двенадцати принципов зеленой инженерии / П.Т. Анастас, Ю.Б. Циммерман. – Текст : непосредственный // Env. Sci. and Tech. – 2003. – № 37. – С. 94–101.

5. Соколов, Л.И. Управление отходами (Waste management) : учебное пособие / Л.И. Соколов. – Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. – 728 с. – ISBN 978-5-9729-0859-2. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/282062> (дата обращения: 20.11.2024).

6. Паулра, С.Г. Автоматизированная сортировка твердых бытовых отходов для вторичной переработки с использованием мобильного манипулятора / С.Г. Паулра, С.Т. Хаит, А. Тхакур. – Текст : непосредственный // Компьютеры и информация в машиностроении : сборник научных статей – 2016. – С. 53–60.

7. Карелин, А.Е. Обзор систем сортировки твердых бытовых отходов / А.Е. Карелин, А.В. Кожемяченко, М.А. Лемешко. – Текст : электронный // Инженерный вестник Дона. – 2021. – № 7. – URL: <http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n7y2021/7064> (дата обращения: 20.11.2024).

[В начало к содержанию](#)

УДК 699.81

М.Д. Молев¹, Д.А. Немыкин², Л.В. Чайка²

¹Д-р техн. наук, профессор

²Магистрант

Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты

**МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ФОРМИРОВАНИЮ
ЭФФЕКТИВНОЙ СИСТЕМЫ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЫ**

METHODOLOGICAL APPROACHES TO THE FORMATION OF EFFECTIVE FIRE SAFETY SYSTEMS

Аннотация. В статье изложены результаты научных исследований по обоснованию методики разработки системы противопожарной защиты. Использование научно обоснованного алгоритма разработанных мероприятий обеспечивает защиту зданий различного назначения от реализации пожарных рисков.

Ключевые слова: противопожарная защита, система, методика, анализ, алгоритм, критериальная оценка.

Summary. The article presents the results of scientific research to substantiate the methodology for developing a fire protection system. The use of a scientifically based algorithm of developed measures ensures the protection of buildings for various purposes from the occurrence of fire risks.

Keywords: fire protection, system, methodology, analysis, algorithm, criteria assessment.

Анализ современной научно-технической литературы по обеспечению пожарной безопасности эксплуатационных условий в медицинских учреждениях показывает, что основные идеи и организационно-технические решения, принятые в практике формирования систем противопожарной защиты для других организаций, в принципе подходят и в случае медико-санитарной части.

Рассматривая задачу в отношении аналитических методов, при этом следуя основным положениям дисциплины «Управление рисками, системный анализ и моделирование», безусловно, необходимо для оценки текущего состояния пожарной безопасности применить системный анализ. Его преимущество перед другими методами широко известны и подробно описаны в монографиях и учебниках различных авторов [1–3]. Также в исследовательский комплекс следует включить процессный подход, выбор оптимальных решений, вероятностно-статистический метод и метод сравнений фактических данных с критериальными оценками.

В рамках формирования методики разработки системы предлагается сформировать комплекс взаимосвязанных последовательных этапов и процедур, обеспечивающих объективное полноценное решение поставленной задачи.

Первый этап заключается в выявлении и идентификации пожарных угроз и их источников. Аналитические работы на данном этапе включают детальный осмотр («на месте») зданий и сооружений, принадлежащих медсанчасти, и оценку по принятой шкале соответствия фактического состояния объектов требованиям нормативных документов по пожарной безопасности. На основании полученных данных составляется развернутый отчет с подробным указанием всех выявленных нарушений. По результатам предыдущей процедуры натурных обследований производится оценка уровня потенциального воздействия – вклада в реализацию пожарного

риска от каждого конкретного источника. Не стоит подробно рассуждать о необходимости применения надежной измерительной аппаратуры для оценки параметров среды.

На втором этапе выполняется анализ обеспеченности объектов средствами пожаротушения и пожарной сигнализацией. При этом обращается особое внимание на соответствие размещенных на объекте средств статусу оцениваемого помещения. Такое же требование применяется по отношению к пожарной сигнализации. Проектировщики системы должны четко понимать, что от эффективности применяемых средств пожаротушения и пожарной сигнализации непосредственно зависит время ликвидации пожара и, самое главное, – жизнь и здоровье персонала и пациентов медико-санитарной части.

Третий этап заключается в оценке путей эвакуации людей из горящего здания. В рамках оценки должны быть выполнены тотальное изучение возможности всех маршрутов в части пропускной способности коридоров, лестниц, дверей и выходов при различных вариантах возникновения очагов пожара. Целесообразно с указанной целью выполнить имитационное моделирование. Предлагаемая процедура позволит оперативно с привлечением компьютерных программ оценить весь набор возможных разноплановых ситуаций [4, 5].

На основании полученных аналитических материалов рассчитывается время эвакуации и оценивается пожарный риск.

Следующим этапом аналитической работы является формирование программы мероприятий по совершенствованию противопожарной защиты медсанчасти. Алгоритм выполнения данных исследований приведен на рисунке 1.



Рис. 1. Алгоритм разработки мероприятий по совершенствованию системы противопожарной защиты

В рамках многогранной работы по предложенному алгоритму обязательным этапом является анализ состояния пожарной опасности здания. При этом определяются параметры пожарного риска такие, как частота реализации пожарной ситуации на данном объекте, а также строятся поля опасных факторов. В процессе расчетов необходимо вычислить потенциальные индивидуальные риски работников по стандартным формулам. В частности, для оценки индивидуального риска часто применяется следующее математическое выражение:

$$R_{и} = n (\Delta t) / N_f, \text{ год}^{-1},$$

где n – число пострадавших (погибших) в единицу времени Δt от определенного фактора риска f ; N_f – число людей, подверженных соответствующему фактору риска f в единицу времени Δt [6].

На следующем этапе ВКР производится поверочный расчет пожарного риска персонала, работающего в данном подразделении предприятия. Блок-схема анализа изображена на рисунке 2.

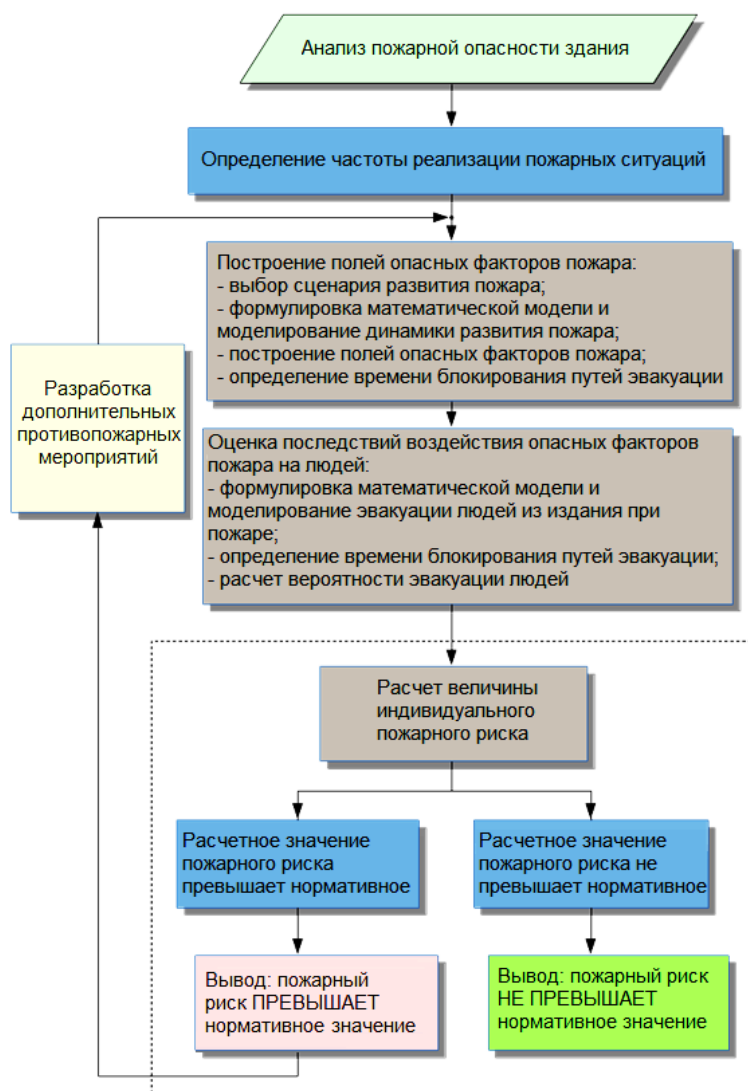


Рис. 2. Порядок анализа пожарной опасности административного здания

Описанные в статье авторские методические подходы, как показывает практика, позволяют объективно оценить техногенную ситуацию и разработать эффективные организационно-технические мероприятия по своевременному предупреждению реализации пожарных рисков.

Список литературы

1. Силич, В.А. Теория систем и системный анализ : учебное пособие / В.А. Силич, М.П. Силич ; ред. А.А. Цыганкова. – Томск : Томский политехнический университет, 2011. – 276 с. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=208568> (дата обращения: 15.10. 2024). – Текст : электронный.

2. Брушлинский, Н.Н. О статистике пожаров и о пожарных рисках / Н.Н. Брушлинский, С.В. Соколов. – Текст : электронный // Пожаровзрывобезопасность. – 2011. – Том 20. – № 4. – С. 40–48. – URL: <https://www.iprosoft.ru/docs/?nd=902297070> (дата обращения: 18.10. 2024).

3. Присяжнюк, Н.Л. Интегральный социально-экономический показатель пожарного риска и методика его оценки / Н.Л. Присяжнюк, В.А. Малько. – Текст : электронный // Технологии техносферной безопасности: интернет-журнал. – 2018. – Вып. 3(79). – URL: <http://agps-2006.narod.ru/ttb/2018-3/03-03-18.ttb.pdf> (дата обращения: 23.10.2024).

4. Молев, М.Д. Формирование безопасной среды жизнедеятельности населения в промышленных регионах: монография / М.Д. Молев – Шахты: ИСОиП (филиал) ДГТУ в г. Шахты, 2020. – 96 с. – ISBN 978-5-907186-50-7. – Текст : непосредственный.

5. Моделирование рисков ситуации в экономике и бизнесе : учебное пособие / А.М. Дубров, Б.А. Лагоша, Е.Ю. Хрусталева ; под ред. Б.А. Лагоши. – Москва : Финансы и статистика, 2000. – 176 с. – ISBN 5-279-02068-0. – URL: <https://djvu.online/file/fDFdVKNHRc2Aj> (дата обращения: 28.09.2024). – Текст : электронный.

6. Молев, М.Д. Управление рисками, системный анализ и моделирование / М.Д. Молев. – Шахты : ИСОиП (филиал) ДГТУ в г. Шахты, 2018. – 126 с. – ISBN 978-5-986786-82-1. – Текст : непосредственный.

[В начало к содержанию](#)

УДК 331.451

Л.В. Чайка¹, М.Д. Молев²

¹Магистрант

²Д-р техн. наук, профессор

Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты

**АНАЛИЗ И ОЦЕНКА ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РИСКОВ
РАБОТНИКОВ ПРЕДПРИЯТИЯ**

ANALYSIS AND ASSESSMENT OF OCCUPATIONAL RISKS OF THE COMPANY'S EMPLOYEES

Аннотация. В статье изложены результаты научных изысканий по разработке методики оценки рисков персонала на промышленных предприятиях. Использование разработанных методических подходов, обеспечивает достижение нормативных показателей безопасного состояния рабочей зоны.

Ключевые слова: профессиональные риски, единый методический подход, анализ и оценка, вредные и опасные производственные факторы.

Summary. The article presents the results of scientific research on the development of methods for assessing personnel risks in industrial enterprises. The use of the developed methodological approaches ensures the achievement of normative indicators of the safe condition of the work area.

Keywords: occupational risks, unified methodological approach, analysis and assessment, harmful and dangerous production factors.

При производстве работ на промышленном предприятии персонал подвергается соответствующим профессиональным рискам (ПР), поэтому целесообразно перечислить их основные виды. Детальный обзор публикаций по данной теме позволяет авторам обоснованно выделить риски персонала, обусловленные такими источниками опасности, как:

- движущиеся части технологического оборудования;
- падение работника вследствие неровностей поверхности пола;
- падение различных деталей и других предметов при монтаже и демонтаже конструкций;
- поражение электрическим током;
- падение работников с высоты;
- термическое воздействие от нагреваемого оборудования;
- влияние химически опасных веществ при их попадании на открытую кожу или при вдыхании [1–6].

В результате анализа статистических материалов служба охраны труда перечисленные риски характеризуются частотой реализации выше 0,61, поэтому необходимо заблаговременно выявлять и оценивать потенциальные риски персонала на всех рабочих местах.

В настоящее время действуют следующие нормативные документы [7, 8]:

- ГОСТ Р 58771–2019. Менеджмент риска. Технологии оценки риска – ГОСТ Р 51897-2011. Руководство ИСО 73-2009 «Менеджмент риска. Термины и определения».
- ГОСТ 12.0.230–2007. ССБТ. Системы управления охраной труда. Общие требования.

В нормативных документах по безопасности и охране труда описано более 30 методов для оценки и идентификации профессионального риска.

При детальном рассмотрении вопроса правомерно указать, что, как и в любой технической дисциплине, научное сообщество различает качественные, количественные и комбинированные методы анализа и оценки факторов (рис. 1).



Рис. 1. Классификация методов анализа рисков промышленно-производственного персонала на предприятиях

Авторы считают, что для достижения основной цели оценки рисков необходимо, прежде всего, сформулировать единый методический подход (ЕМП), учитывающий анализ таких системообразующих элементов риска:

- как все объекты предприятия;
- факторы опасности;
- совместные воздействия факторов опасности.

При реализации данного подхода на практике необходимо выполнить трехэтапную логически связанную расчетно-аналитическую процедуру, включая:

- детальное описание каждой производственной операции с выявлением источников и факторов техногенного воздействия;
- формирование так называемых «полей поражения»;
- прогнозирование результатов реализации техногенных рисков.

Детализация содержания первого этапа ЕМП формирует представление о выполняемых работах. В указанном плане требуется осуществить следующие процедуры:

- выявление потенциальных угроз персоналу объекта;
- идентификацию опасностей, при выполнении работ;

– построение моделей воздействия опасных факторов на персонал и предприятие в целом.

На втором этапе подробно рассматривается вопрос определения закономерностей, по которым происходит воздействие вредных и опасных производственных факторов (ВОПФ) в пространственно-временных координатах. В рамках данного этапа строятся так называемые «поля поражений», то есть зоны, на площади которых возможен травматизм персонала и разрушение материальных объектов.

Третья стадия заключается в логическом сопряжении установленных закономерностей распространения ВОПФ с объектами предприятия, на которые направлено воздействие. В итоге, предлагаемый методический подход графически можно изобразить, как показано на рисунке 2.



Рис. 2. Графическое представление единого методического подхода к оценке риска

При выполнении производственных операций на сервисном предприятии может потенциально реализовываться целый комплекс рисков, поэтому необходимо использовать рациональный комплекс методов анализа. В этой связи следует целенаправленно стремиться к оптимизации оценочного комплекса, которую можно реализовать, по мнению автора, используя так называемое условие «дополнительности» [2]. Суть условия состоит в том, что каждый дополнительно включаемый метод должен способствовать повышению качества прогноза, что отражает блок-схема рисунка 3.

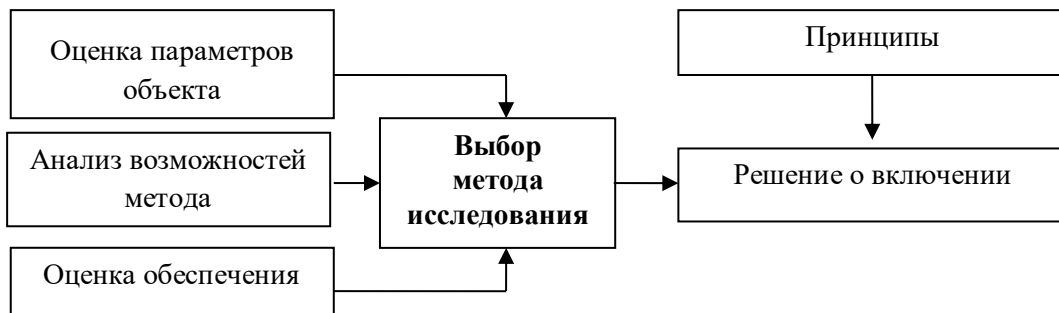


Рис. 3. Алгоритм комплексирования методов оценки рисков

Исходя из результатов детального анализа различных методик, предлагается методика оценки профессиональных рисков, основанная на решении обеспечения безопасности труда персонала, базирующегося на риск-ориентированном подходе [6]. Магистральное направление состоит в идентификации ПР и выделении среди них приоритетных для данной производственной операции наименований. Данный подход позволяет существенно сократить временные и финансовые затраты на производство аналитических работ (рис. 4).

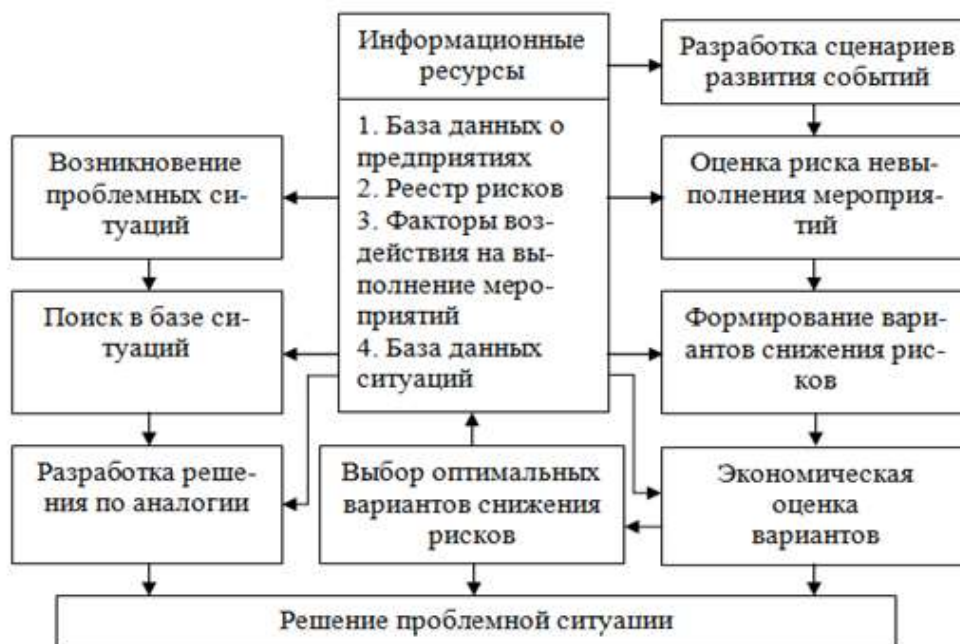


Рис. 4. Управление рисками на основе использования ситуационного анализа

Детальный статистический анализ убедительно показывает, что безопасность труда работников определяется непосредственно в соответствии применяемых методик потенциальным техногенным рискам.

Перечисленные факторы, требуют проведение постоянного комплексного контроля всех элементов рабочей зоны. При этом приоритетными методами оценки должны стать инструментальные методы, позволяющие объективно определить количественные величины тех или иных ВОПФ, чтобы оценить потенциальный уровень их воздействия.

Для повышения надежности и достоверности информации о состоянии рабочей зоны на предприятии автором предлагается включить модельные работы и математические методы. Таким образом, рациональный комплекс методов контроля рабочей зоны должен включить методы, изображенные на рисунке 5.

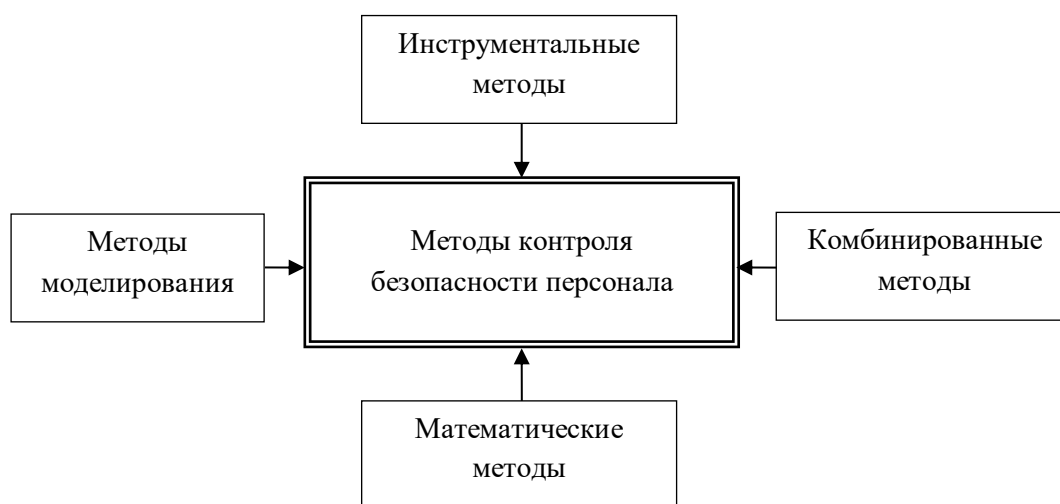


Рис. 5. Рациональный комплекс методов контроля рабочей зоны

Изображенная на блок-схеме совокупность методов, как следует из результатов работы, комплексно и детально обеспечит необходимую достоверность контроля.

Список литературы

1. Моделирование рисков ситуации в экономике и бизнесе : учебное пособие / А.М. Дубров, Б.А. Лагоша, Е.Ю. Хрусталеv ; под ред. Б.А. Лагоши. – Москва : Финансы и статистика, 2000. – 176 с. – ISBN 5-279-02068-0. – URL: <https://djvu.online/file/fDFdVKNHRc2Aj> (дата обращения: 28.09.2024). – Текст : электронный.

2. Молев, М.Д. Формирование безопасной среды жизнедеятельности населения в индустриальных регионах: монография / М.Д. Молев – Шахты : ИСОиП (филиал) ДГТУ в г. Шахты, 2020. – 96 с. – ISBN 978-5-907186-50-7. – Текст : непосредственный.

3. Молев, М.Д. Управление рисками, системный анализ и моделирование / М.Д. Молев. – Шахты : ИСОиП (филиал) ДГТУ в г. Шахты, 2018. – 126 с. – ISBN 978-5-986786-82-1. – Текст : непосредственный.

4. Анфилатов, В.С. Системный анализ в управлении : учебное пособие / В.С. Анфилатов, А.А. Емельянов, А.А. Кукушкин ; под ред. А.А. Емельянова. – Москва : Финансы и статистика, 2009. – 368 с. – ISBN 978-5-279-02435-3. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/5308> (дата обращения: 10.10.2024).

5. Силич, В.А. Теория систем и системный анализ : учебное пособие / В.А. Силич, М.П. Силич ; ред. А.А. Цыганковой. – Томск : Томский политехнический университет, 2011. – 276 с. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=208568> (дата обращения: 12.10. 2024). – Текст : электронный.

6. 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 691.32

К.Н. Якубов¹, В.А. Дмитриенко²

¹Студент

²Канд. техн. наук, доцент

Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты

ОЦЕНКА ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ ПРОЧНОСТИ БЕТОНА МЕТОДОМ УДАРНОГО ИМПУЛЬСА

ASSESSMENT OF THE ERROR OF MEASUREMENT OF CONCRETE STRENGTH BY IMPACT PULSE METHOD

***Аннотация.** В статье приведены результаты определения прочности тяжелого бетона в различные сроки твердения методом ударного импульса. При проведении испытаний отмечено значительное отклонение единичных результатов замеров от среднего значения прочности в пределах одной выборки. Повышения объективности измерений можно добиться путем статистической оценки погрешности при увеличении числа замеров до получения требуемой точности результатов.*

***Ключевые слова:** тяжелый бетон, прочность, метод ударного импульса, погрешность, статистическая оценка.*

***Summary.** The article presents the results of determining the strength of heavy concrete at different hardening times using the impact pulse method. During the tests, a significant deviation of individual measurement results from the average strength value within one sample was noted. The objectivity of measurements can be increased by statistically assessing the error with an increase in the number of measurements until the required accuracy of the results is obtained.*

***Keywords:** heavy concrete, strength, impact pulse method, error, statistical assessment.*

В современном строительстве качество и долговечность бетонных конструкций напрямую зависят от точности оценки их прочностных характеристик. Учитывая современные темпы производства строительно-монтажных работ даже на отдельных объектах, можно отметить, что должный контроль возможен только при постоянном мониторинге прочности бетона.

В соответствии с требованием ГОСТ определение прочности бетона на сжатие производится путем разрушения образцов-кубов на испытательном гидравлическом прессе, то есть прямым методом [1]. Однако этот метод требует длительного срока выдерживания образцов в нормальных условиях, что можно осуществлять только в лабораторных условиях. В этом случае говорить об оперативном контроле качества бетонирования говорить не приходится.

В то же время разработано и используется много косвенных (неразрушающих) механических методов испытания бетона, таких как: пластической деформации; метод отрыва со скалыванием; метод отрыва дисков; ударного импульса и другие. Механические методы определения прочности бетона без разрушения изделия наиболее широко распространены на практике [2, 3].

В этих методах используются различные приборы, основанные на принципе заглубления в бетон бойка (шарика) при ударе с определенной силой и получения значения пластической деформации, усилия вырыва анкера из бетонной конструкции, а также на принципе отскока от поверхности бетона и получения упругой деформации. Несмотря на достаточно широкое применение указанных методов контроля прочности им присущи и серьезные недостатки. Разброс показаний зачастую бывает весьма значительным.

Одним из наиболее простых, распространенных и эффективных методов неразрушающего контроля прочности бетона является метод ударного импульса, который основан на измерении параметров акустического импульса, возникающего на выходе склерометра при соударении бойка о поверхность контролируемого материала.

По результатам многолетнего опыта применения этого метода при испытаниях бетонов отмечен существенный недостаток – большой разброс значений прочности материала даже на относительно небольших участках конструкций. В определенной степени этот недостаток может компенсироваться большим числом измерений, однако полностью исключить ошибки не предоставляется возможным.

Для определения прочности бетона методом ударного импульса использовался склерометр ИПС-МГ4.01, и с его помощью был выполнен ряд исследований на образцах тяжелого бетона, целью которых являлась – оценка точности определения прочностных характеристик бетона. Измеритель прочности строительных материалов ИПС МГ 4.01 представлен на рисунке 1. Принцип работы измерителя основан на ударно-импульсном методе изме-

рений прочности, а именно, на корреляционной зависимости параметров ударного импульса от упругопластических свойств контролируемого материала.

При ударном взаимодействии с поверхностью контролируемого материала преобразователь вырабатывает электрический импульсный сигнал, пропорциональный ускорению индентора, который регистрируется электронным блоком. Электронный блок, в соответствии с установленной градуировочной характеристикой, преобразует параметры ударного импульса (ускорение и время) в прочность. Результаты измерений выводятся на дисплей измерителя.



Рис. 1. Измеритель прочности бетона ИПС-МГ4.01

Измерения проводят на участке размером не менее 100 см^2 , при толщине изделия (конструкции) не менее 50 мм. Расстояние от края конструкции до границы участка измерений должна быть не менее 50 мм. Расстояние между двумя соседними отпечатками (место нанесения удара) должно быть не менее 15 мм.

Программное обеспечение прибора предусматривает расчет среднего значения после выполнения 15 измерений прочности материала. Однако анализ результатов испытаний образцов изготовленных из одного состава бетона и хранившихся в лабораторных условиях показывает значительные отклонения средних показателей прочности. В этом случае возникает вопрос о достоверности исследований. Простое увеличение числа замеров при большом числе испытываемых конструкций приводит к значительному росту затрат труда на проведение исследований.

Повышение объективности исследований при сокращении числа измерений на каждой конструкции, является важнейшей задачей. Она может быть решена при статистической обработке результатов измерений, которая заключается в следующем: задается определенная точность измерений; проводится несколько измерений; с использованием методов статистики рассчитывается точность полученных результатов, если она не превышает

заданной, то измерения прекращают; если же требуемая точность не достигнута, то измерения продолжают пока результат не будет соответствовать заданному.

В качестве характеристики точности оценки и ширины доверительного интервала использован относительный показатель точности [4], определяемый по формуле (1):

$$E = \Delta x / \bar{x}. \quad (1)$$

Числовое значение показателей Δx и E определяется расчетным путем с использованием результатов измерений и в соответствии с правилами прикладной статистики. Эти правила рекомендуют определять следующие статистические оценки.

Оценку для генеральной средней – выборочную среднюю \bar{x} , вычисляют как среднее арифметическое по формуле (2):

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i. \quad (2)$$

Выборочное среднеквадратическое отклонение ζ_n , определяется по формуле (3):

$$\zeta_n = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}. \quad (3)$$

Формулу (3) для удобства вычисления целесообразно представить в следующем виде:

$$\zeta_n \sqrt{\frac{(\sum_{i=1}^n x_i^2 - \bar{x}^2 \cdot n)}{(n-1)}} = \sqrt{\frac{1}{n-1} (\sum_{i=1}^n x_i^2 - \bar{x}^2 \cdot n)} \quad (4)$$

Используя указанные оценки, можно определить нижнюю $\bar{x} - \Delta x$ и верхнюю $\bar{x} + \Delta x$ границу двустороннего интервала при данной доверительной вероятности ϑ_g .

Значение абсолютной погрешности (отклонения) определяется по формуле (5):

$$\Delta x = t'_q \cdot \zeta_n, \quad (5)$$

где t'_q – вероятный коэффициент, представляющий собой табулированную функцию:

$$t'_q = t_q \frac{(v)}{\sqrt{n}}. \quad (6)$$

Значение t'_q при сравнительно малом числе измерений определяется на основании распределения Стьюдента в зависимости от доверительной вероятности ϑ_g и числа измерений (числа степеней свободы $v=n-1$). Коэффициент t'_q введен в расчет для того, чтобы учесть то, что при малом числе опытов – n вероятность появления значений отклонений \bar{x} от истинного значения измеряемого параметра больше, чем при большем. В нашем случае принимаем $t'_q = 0,823$.

Для определения прочности бетона склерометром ИПС-МГ4.01 были проведены испытания на 17 образцах тяжелого бетона возрастом 14, 21, 29 и 36 дней. По каждой грани каждого образца кроме верхней производили по 3 удара. После 15 ударов на дисплей прибора выводилось значение средней прочности образца. Всего выполнено 68 замеров, из них в 21 был большой разброс результатов, и они исключены из расчетов.

Полученные в результате испытаний каждого образца выборки данных были внесены в расчетную таблицу, в которой рассчитаны абсолютная ошибка, квадрат абсолютных отклонений, дисперсия, среднеквадратичное отклонение и показатель точности измерений. Анализ показал, что из 47 результатов расчетов оценки точности измерений минимальная ошибка составила 25,6 %, а максимальная 80,6 %. По основной массе измерений точность замеров находилась в пределах от 40 до 65 %, то есть значительно превышала принятую погрешность 25 %.

Поскольку все образцы были отформованы одновременно и из одного состава, то было решено провести оценку погрешности измерений средней прочности на всех 17 образцах по каждому сроку твердения. В качестве примера в таблице 1 приведен расчет погрешности определения прочности бетона 10 образцов при сроке твердения 14 дней. Семь измерений исключены прибором из выборки из-за большого разброса данных.

Таблица 1

Результаты расчета погрешности измерений прочности бетона методом ударного импульса при сроке твердения 14 суток

Номер измерения	Средняя прочность бетона, МПа	Средняя прочность бетона, МПа	Абсолютное отклонение, МПа	Критерий	Абсолютная ошибка, %	Квадрат абсолютных отклонений	Дисперсия	Среднеквадратичное отклонение, %	Коэффициент вариации, %	Показатель точности, %
1	21,60	28,89	7,29	15,28	25,24	53,16	17,25	4,15	14,38	19,26
2	32,4	28,89	-3,51		-12,15	12,31				
3	27,8	28,89	1,09		3,78	1,19				
4	27,8	28,89	1,09		3,78	1,19				
5	28,2	28,89	0,69		2,39	0,48				
6	35	28,89	-6,11		-21,14	37,32				
7	35,1	28,89	-6,21		-21,49	38,55				
8	28,3	28,89	0,59		2,05	0,35				
9	23,61	28,89	5,28		18,28	27,89				
10	29,1	28,89	-0,21		-0,72	0,04				

В результате расчета ошибка измерений составила 19,26 % при коэффициенте вариации 14,38 %. Таким образом, для получения удовлетворительного показателя точности потребовалось произвести 255 замеров.

При оценке прочности образцов через 21, 28 и 40 суток твердения погрешность составила соответственно 21,73, 18,79 и 24,75 %. По результатам расчетов составлена таблица 2 и построен график скорости набора прочности бетоном в различные сроки твердения (рис. 2), согласно которому скорость гидратации с высокой степенью достоверности аппроксимируется логарифмической зависимостью набора прочности от времени твердения. Это соответствует общепринятым положениям гидратации цементных бетонов.

Таблица 2

Результаты оценки скорости набора прочности тяжелым бетоном

14	21,6	32,4	27,8	27,8	28,2	35	35,1	28,3	23,6	29,1				28,89
21	31,8	33,7	32,2	33,5	22,4	26,8	22	38,1	28,4	29,3	35,2	42		31,28
28	24,1	34,7	35,1	36,6	29,1	24,6	25,1	32,6	38,6	35,6	36,9	36,6		32,46
40	38,8	32,5	36	32	31,1	25,7	23,7	28,3	44	30,4	34,4	39,8	48,3	34,23

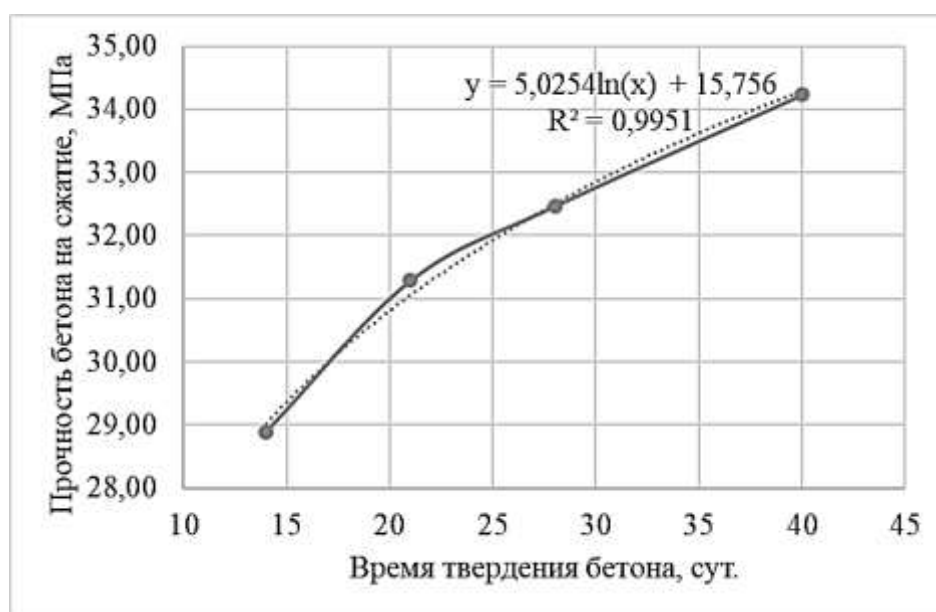


Рис. 2. График набора прочности бетоном

Проведенные исследования показывают, что для предварительной оценки состояния конструктивных элементов зданий и сооружений, использование неразрушающего механического метода определения прочности бетона, в сочетании со статистической оценкой погрешности измерений, обеспечивает высокую степень достоверности испытаний.

Список литературы

1. ГОСТ 10180-2012. Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам: межгосударственный стандарт: издание официальное: принят Межгосударственной научно-технической комиссией по стандартизации, техническому нормированию и оценке соответствия в строительстве (приложение Д к протоколу от 4 июня 2012 г. № 40): дата введения 2013-07-01. – Текст : электронный // Техэксперт : [сайт]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200100908> (дата обращения: 10.10.2024).

2. ГОСТ 22690-2015 Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля: межгосударственный стандарт: издание официальное: принят Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 18 июня 2015 г. № 47): дата введения 2016-04-01. – Текст : электронный // Техэксперт : [сайт]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200124396> (дата обращения: 12.01.2022).

3. Васильев, А.А. Оценка прочности бетона и ее прогнозирование для бетонных и железобетонных конструкций / А.А. Васильев. – Текст : электронный // Вестник ГГТУ им. П.О. Сухого, 2005. – № 4(23). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-prochnosti-betona-i-ee-prognozirovaniye-dlya-betonnyh-i-zhelezobetonnyh-konstruktsiy> (дата обращения: 21.02.2022).

4. Львовский, Е.Н. Статистические методы построения эмпирических формул : учебное пособие для вузов / Е.Н. Львовский. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Высшая школа, 1988. – 239 с. – ISBN 5-06-001264-6. – Текст : непосредственный.

[В начало к содержанию](#)

УДК 504.03

И.А. Занина¹, В.А. Кравченко², Н.В. Старцева²

¹Канд. техн. наук, доцент

²Студент

Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СВАЛОЧНОГО ФИЛЬТРАТА ПОЛИГОНА ТКО НА ВОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ В ГОРОДЕ ШАХТЫ

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF LANDFILL FILTRATE OF THE MSW LANDFILL ON WATER BODIES IN THE CITY OF SHAKHTY

Аннотация. Негативное воздействие свалок твердых коммунальных отходов на окружающую среду связано с выбросами вредных веществ в атмосферу, сбросом токсичных веществ в водные объекты. Образование и накопление больших объемов отходов, которые прямо или косвенно влияют на все природные системы. Размещение

полигонов ТКО должно быть согласовано с генеральным планом или проектом застройки города и его пригородной зоны. В рамках данного исследования будут рассмотрены основные механизмы, через которые фильтраты и сточные воды, образующиеся в процессе хранения отходов, могут попадать в реку, оценены последствия этого воздействия, а также предложены необходимые меры для минимизации риска загрязнения водных ресурсов.

Ключевые слова: твердые коммунальные отходы (ТКО), полигон, исследование, рекультивация, технология, мусор, окружающая среда.

Summary. *The negative impact of municipal solid waste landfills on the environment is associated with the release of harmful substances into the atmosphere, the discharge of toxic substances into water bodies. The formation and accumulation of large amounts of waste that directly or indirectly affect all natural systems. The placement of MSW landfills must be coordinated with the master plan or project for the development of the city and its suburban area. Within the framework of this study, the main mechanisms through which filtrates and wastewater generated during waste storage can enter the river will be considered, the consequences of this impact will be assessed, and the necessary measures to minimize the risk of water pollution will be proposed.*

Keywords: *solid municipal waste (MSW), landfill, research, reclamation, technology, garbage, environment.*

Проблема воздействия полигонов твердых коммунальных отходов (ТКО) на окружающую среду становится все более актуальной в контексте ускоряющегося увеличения объемов бытовых отходов при недостаточной инфраструктуре для их обработки. Особенно значительной является угроза загрязнения водных ресурсов, которые могут быть подвержены серьезному негативному воздействию в результате функционирования полигонов. Данная статья посвящена анализу одного из таких объектов, расположенного в непосредственной близости к реке. Существует настоятельная угроза проникновения загрязняющих веществ в водоем, что может оказать существенное негативное влияние на экосистему реки и здоровье населения, использующего ее воду. В рамках данного исследования будут рассмотрены основные механизмы, через которые фильтраты и сточные воды, образующиеся в процессе хранения отходов, могут попадать в реку, оценены последствия этого воздействия, а также предложены необходимые меры для минимизации риска загрязнения водных ресурсов.

Полигон твердых коммунальных отходов (ТКО) в г. Шахты находится в непосредственной близости от реки Семибалочной, которая протекает всего в 30 м от полигона. Река Семибалочная расположена в южных окрестностях города Шахты; она течет, огибая окраины населенных пунктов Октябрьский и Красина, и впадает в реку Грушевку южнее поселка Каменоломни. Следует отметить, что река Грушевка является притоком бассейна Дона, что подчеркивает угрозу отравления основного водозабора питьевой воды Ростовской области отходами крупного полигона ТКО «Экостройдон». Согласно экологическим нормам, расширение полигона в сторону водоемов вызывает опасения из-за возможного загрязнения окру-

жающей среды. В частности, на риски для водоемов, включая реку Дон, которая является единственным источником питьевой воды для Ростовской области.

Участок обладает естественным уклоном к водоемам, что увеличивает вероятность проникновения загрязняющих веществ в водные ресурсы. В противоречие к рекомендациям, изложенным в методических указаниях, изданных главным санитарным врачом Российской Федерации (раздел 7.2.4), согласно которым полигоны следует располагать: ниже мест водозаборов хозяйственно-питьевого водоснабжения по течению рек, ниже участков массового нереста и нагула рыбы, а также за пределами зон водосборной площади открытых водоемов хозяйственно-питьевого водопользования, полигон «Экостройдон» расположен выше уровня водоема. При этом река протекает у подножия полигона, что способствует естественному стечению ливневых вод с полигона в реку вместе с свалочным фильтратом. Это взаимодействие наносит вред не только гидробионтам, но и населению, использующему воду из данного водоема в хозяйственных и бытовых целях.

В рамках данного исследования был проведен лабораторный анализ проб воды, взятых из реки Семибалочная. В процессе исследования были выявлены определенные закономерности, подтверждающие гипотезу о проникновении опасного фильтрата в водный объект (табл. 1).

Таблица 1

Содержание веществ в пробе воды из реки Семибалочная

Показатели	Содержание вещества (мг/дм ³)	ПДК (мг/дм ³)
Ph	7,5	6–9
Железо	0,2	0,3
Сульфаты	576	500
Нефтепродукты	1,1	0,3
Свинец	0,25	0,03
Цветность	150°	30°

В соответствии с данными, представленными в таблице 1, содержание свинца, сульфатов и нефтепродуктов в исследуемой пробе превосходит предельно допустимую концентрацию для водных объектов источник ПДК. Согласно результатам исследования, концентрация свинца в водоемах превышает норму в восемь раз. Свинец встречается в оболочках электрических кабелей, свинцовых листах, используемых в строительной отрасли, а также в лакокрасочных материалах. В процессе переработки электроники или сжигания отходов свинец может высвобождаться, что приводит к загрязнению воздушной, почвенной и водной среды, что имеет серьезные последствия для здоровья человека и экосистем.

Соединения свинца являются высокотоксичными для всех биологических организмов и способны нарушать функционирование различных систем в организме человека. Особенно опасным является воздействие свинца на детей, так как отравление свинцом может вызывать умственное отставание, анемию, повышение артериального давления и заболевание почек. Кроме того, свинец обладает тератогенным и эмбриотоксическим действием, а также способен накапливаться в организме. Он может угнетать иммунную систему и вызывать повреждение печени и энцефалопатии. Более того, соединения свинца выступают в роли активных ингибиторов обменных процессов, что приводит к дальнейшим нарушениям в организме.

Сульфаты в воде образуются различными путями, в частности, в результате окисления сульфидов серы, которые служат сырьем для извлечения соответствующих металлов и серной кислоты. Эти сульфиды находят широкое применение в полупроводниковых материалах, органической химии, медицине, производстве красок и сельском хозяйстве. С увеличением концентрации сульфатов также связано стекание дождевых вод, приводящее к растворению серосодержащих минеральных кристаллов, таких как гипс, ангидрит и алунит.

В нашем исследовании концентрация сульфатов в водном объекте превышена на 76 мг.

Серная кислота относится ко второму классу опасности и оказывает отрицательное влияние на здоровье человека, в то время как сульфатные соли представляют меньшую угрозу, так как обычно содержатся в незначительных концентрациях. Тем не менее, даже в таких условиях они могут ухудшать органолептические характеристики воды, изменяя ее вкус, цвет и запах. При попадании в организм накопленные соединения могут вызывать различные проблемы, такие как раздражение пищевода и желудочно-кишечного тракта, расстройства кишечника, раздражение слизистых оболочек и аллергические реакции, проявляющиеся зудом и воспалениями.

В ходе данной работы был проведен патентный поиск устройств и способов фильтрации загрязненных вод:

1. RU2494976C2 «Устройство и способ для обработки сточных вод». Автор БОЙЛ Рэндалл Дж. (рис. 1).

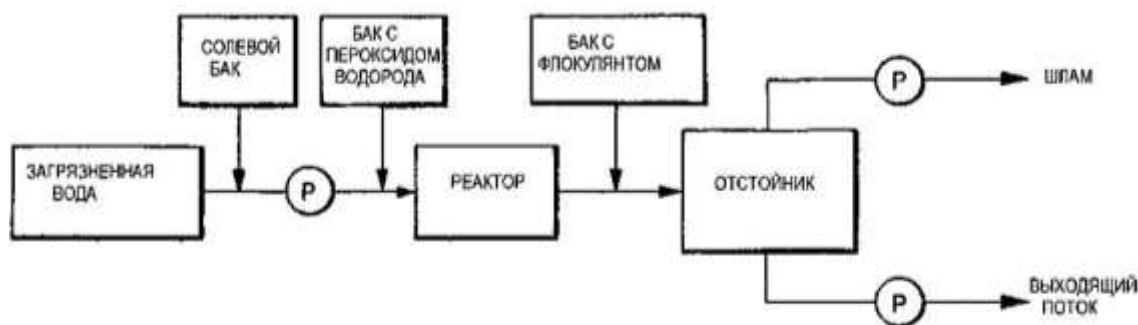


Рис. 1. Схема устройства для обработки сточных вод

Изобретение относится к способу и устройству для обработки загрязненной воды с использованием электролизера. Описываемое устройство включает в себя электрокоагуляционный реактор и отстойник, предназначенный для приема потока, который выходит из реактора. Реактор оснащен реакционным резервуаром, в который входят впускной и выпускной каналы, расходный анод, вращающийся катод и нерасходный анод. Путь течения воды организован таким образом, что она последовательно проходит через первую зону обработки, затем вторую зону обработки и, наконец, выходит через выпускной канал.

В отстойнике осуществляется разделение потока, выходящего из реактора, на очищенную воду и загрязненный шлам. Основной технической результат заключается в повышении эффективности очистки воды.

Однако, одним из недостатков метода, изложенного в патенте № 2494976, является необходимость использования отстойников, что может негативно сказаться на качестве очистки. В дополнение к этому, данный метод показывает низкую эффективность в очистке воды от разнообразных растворенных, эмульгированных и экстрагированных загрязнителей, включая токсичные сложные неорганические и органические вещества, а также соли тяжелых металлов при критических концентрациях.

2. WO2018194534 «Способ очистки фильтратов полигонов твердых коммунальных отходов» (рис. 2).

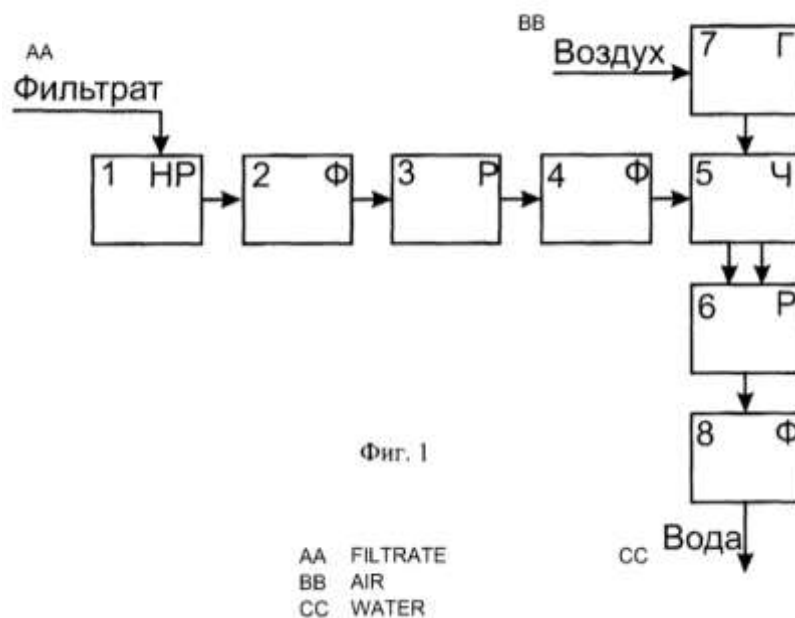


Рис. 2. Схема устройства очистки фильтрата полигонов ТКО

Способ очистки фильтратов полигонов твердых бытовых отходов включает последовательное выполнение этапов предварительной очистки фильтратов, этапов обработки фильтратов реагентами, последующего от-

стаивания, фильтрации и слива полученного раствора в канализацию или в поверхностный водоем. После предварительной очистки фильтраты подвергают ультратонкой фильтрации. После прохождения первой ультратонкой фильтрации фильтраты подвергают химической очистке. В качестве реагента используют гашеную известь. После отстаивания осветленный фильтрат под напором пропускают через второй фильтр ультратонкой фильтрации.

К недостаткам метода можно отнести длительность его этапов, что значительно увеличивает общую стоимость процесса и в некоторых случаях становится неприемлемым, например, из-за испарения и распространения вредных веществ на большие расстояния под действием ветра.

3. RU2755988C1 «Способ очистки сточных вод».

Изобретение предназначено для систем очистки в различных отраслях, включая металлургическую, горную, целлюлозно-бумажную, пищевую, химическую и сельскохозяйственную. Оно эффективно очищает промышленные и канализационные стоки, дренажные и сточные воды, а также фильтраты полигонов твердых отходов. Основным технический результат заключается в повышении качества очистки воды от различных загрязнителей, включая токсичные вещества и соли тяжелых металлов, при критических уровнях концентрации.

Для очистки воды используются такие методы, как полиэлектродная седиментация, коагуляция, обработка фильтратов композитными стальными электродами и расходоуемыми алюминиевыми электродами. Данное изобретение способствует снижению энергетических и эксплуатационных затрат, а также уменьшению экологической нагрузки. Оно предлагает экономически выгодную и экологически безопасную технологию для всесезонного обезвреживания фильтратов твердых коммунальных отходов (ТКО).

Процесс очистки включает несколько этапов: полиэлектродную седиментацию, ультрафильтрацию, обработку воды акустическими полями высоких частот и электромагнитным полем, а также использование высоконасыщенных ионных фаз и фильтрацию через борную керамику и диоксид титана. Заявляемое изобретение обеспечивает комплексную очистку смешанных сложных стоков, обладающих широким спектром загрязнений, включая их сверх критические концентрации, без применения химических реагентов, что позволяет достигать качества воды, подходящего для рыбохозяйственных нужд. Кроме того, процесс гарантирует полное обеззараживание и ликвидацию образующегося седимента в проточном режиме.

Минимизация энергетических затрат достигается за счет использования оборудования с низким коэффициентом энергопотребления. В описании данного патента также представлены результаты лабораторных испытаний метода очистки. В контексте нашего исследования мы акцентируем внимание на тех элементах, которые превышают предельно допустимые концентрации (ПДК). Содержание веществ в пробе воды из реки Семибалочная показано в таблице 2.

Содержание веществ в пробе воды из реки Семибалочная

Элемент	Исходная проба	После очистки данным способом
Свинец, мг/л	3,08	0,014
Цветность, градус	571,9	34
Сульфаты, мг/л	290	31,1

Таким образом, самым эффективным методом очистки вод от свалочного фильтрата является патент № RU2755988C1 «Способ очистки сточных вод».

В заключение, воздействие полигонов твердых коммунальных отходов на окружающую среду, в частности на водные ресурсы, представляет собой серьезную экологическую проблему, требующую внимания и действий. Анализ конкретного объекта, расположенного вблизи реки, демонстрирует явную угрозу загрязнения водоемов, что может негативно сказаться как на экосистеме, так и на здоровье населения. Исследование основных механизмов загрязнения, оценка последствий и предложение мер по минимизации рисков являются необходимыми шагами для защиты водных ресурсов и обеспечения устойчивого управления отходами.

Список литературы

1. МУ 2.1.7.1185-03. Сбор, транспортирование, захоронение асбестосодержащих отходов: издание официальное: утверждены Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации Г.Г. Онищенко 23 января 2003 г.: дата введения : 2003-04-01. – Текст : электронный // Библиотека нормативной документации : [сайт]. – URL: <https://ohranatruda.ru/upload/iblock/475/4294815235.pdf> (дата обращения: 20.02.2024)..

2. Васильченко, А.В. Рекультивация нарушенных земель : учебное пособие / А.В. Васильченко. – Текст : непосредственный // Оренбургский государственный университет. – Оренбург : ОГУ, 2017. – Ч. 1. – 230 с. – ISBN 978-5-7410-1816-3.

3. Дружакина, О.П. Проектирование полигонов твердых бытовых отходов / О.П. Дружакина. – Ижевск : Изд-во «Удмуртский университет», 2016. – 28 с. – Текст : непосредственный.

[В начало к содержанию](#)

УДК 504.5.06

Н.И. Стуженко¹, А.А. Торопова²

¹Канд. техн. наук, доцент

²Студент

Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты

АНАЛИЗ ВОЗДЕЙСТВИЯ МИКРОПЛАСТИКА НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА

ANALYSIS OF THE IMPACT OF MICROPLASTICS ON HUMAN HEALTH

***Аннотация.** Актуальность изучения воздействия микропластика на организм человека обусловлена его повсеместным распространением и недостаточной изученностью его долгосрочного влияния на здоровье. Современные исследования подтверждают, что микропластик может попадать в организм человека через дыхательную систему, пищеварительный тракт и кожу.*

***Ключевые слова:** микропластик, пластик, окружающая среда, водная среда, исследования, пища, вода.*

***Summary.** The relevance of studying the impact of microplastics on the human body is due to its widespread distribution and insufficient knowledge of its long-term impact on health. Modern research confirms that microplastics can enter the human body through the respiratory system, digestive tract and skin.*

***Keywords:** microplastic, plastic, environment, aquatic environment, research, food, water.*

Микропластик – пластиковые фрагменты, длина которых составляет не более 5 мм. Микропластик, размеры которого составляют от 100 нм до 5 мм опасен для окружающей среды [1].

Микропластик подразделяют на несколько категории: первичный и вторичный. Первичный микропластик – это частицы пластика, получаемые промышленным способом. Вторичный микропластик образуется при распаде пластиковых предметов на микрочастицы.

Производители, которые занимаются созданием косметикой и иными средствами для ухода средств должны убирать из состава изготавливаемых изделий критически вредные для природы компоненты. При добавлении к биологическому разложению, устойчивость во внешней окружающей микропластика в выпускаемый товар должны учитываться такие факторы, как: способность среде и насколько токсичен тот или иной компонент.

Эти микрочастицы принято использовать в качестве матрицы для обеспечения активных веществ, для создания защитного тонкого слоя, в виде очищающих элементов для получения отшелушивающего действия, для регулирования вязкости.

Великое множество микропластиковых частиц находится в большинстве несмываемых и смываемых средствах декоративной и уходовой косметике, таких как: спрей для тела, шампуни для волос, средство для душа, именуемое гелем для душа, губные помады, краски для волос, кремы для бритья, солнцезащитные средства, румяна, косметические изделия для детей, макияжные тени для глаз [2].

На основе данных, взятых из списка, выданным ООН (Организацией Объединенных Наций), в 2015 г., составляющие, считаемые микропластиковыми фрагментами, представлены в таблице 1.

Таблица 1

Составляющие, считаемые микропластиковыми фрагментами

Наименование	Функциональность
1. Нейлоновый полимер (Нейлон-12)	Регулирует вязкость: увеличивает объем; устойчив к истиранию
2. Кристаллизующийся полимер полибутилентерефталат	Образует защитный тонкий слой, названный пленкой; контролирует вязкость; обладает высокой прочностью; наделен хорошей атмосферостойкостью
3. Полипентаэритилтерефталат	Пленкообразователь
4. Термопластичный полимер этилена (полиэтилен)	Пленкообразователь; контролирует вязкость; используется в изготовлении упаковок для продуктов питания и бытовых товаров; применяется для создания медицинских инструментов; является соединяющим компонентом для пудры
5. Политетрафторэтилен, фторопласт	Улучшает скольжение; соединяющий компонент для кондиционера, используемого для кожи
6. Акрилатный полимер	Связывающий компонент для фиксатора, применяемого для волос; образует тонкий слой (пленку)
7. Этилен	Контролирует вязкость; применяется для синтеза этиленпропиленовой резины

Так как всеми этими продуктами пользуются ежедневно большая часть населения Российской Федерации, то включенный в них в виде крохотных компонентов пластик становится источником опасного и серьезного загрязнения таких морских просторов, как моря и океаны, тем самым оказывая пагубное влияние на окружающий мир в целом [3].

Микропластиковые частицы встречаются на каждом шагу в окружающем нас мире. Ученые нашли его как в морской, так и в пресной воде, а также в различных продуктах питания и в воздухе. На основании их научных наблюдений, отметим, что микропластиковые фрагменты также присутствуют в очищенной трубопроводной и упакованной в бутылки воде.

В водную среду микропластиковые частицы попадают двумя путями: из канализационных вод, а также из отходов низкого качества и атмосферных осадков, что представляет собой реальную угрозу для гидрофау-

ны. Научные эксперименты ученых доказали, что в водах рек и океанов Российской Федерации присутствуют микрочастицы. Проведя дополнительные исследования, они обнаружили значительное количество микропластика в пищеварительном тракте ельца, которого выловили в реке Томи, находящуюся в Сибири [2].

Содержание микропластика в живых организмах водной среды представлено в таблице 2.

Таблица 2

Содержание микропластика в живых организмах водной среды

Наименование моря	Наименование организма	Концентрация, гр/особь
1. Баренцево море	Мидии	0,0–24,44
2. Чукотское море	Морская звезда	0,04–1,67
3. Чукотское море	Актиния	0,2–1,7
4. Чукотское море	Краб-стригун	0,0–0,6

Содержание микропластика влияет на обмен веществ в водных организмах [4].

В человеческий организм микрочастицы пластика проникают через пищеварительную систему: с пищей или водой; дыхательную систему; через кожу: контакт с водой при водных процедурах или с косметическими средствами. Пути проникновения микропластика в человеческий организм представлены на рисунке 1.

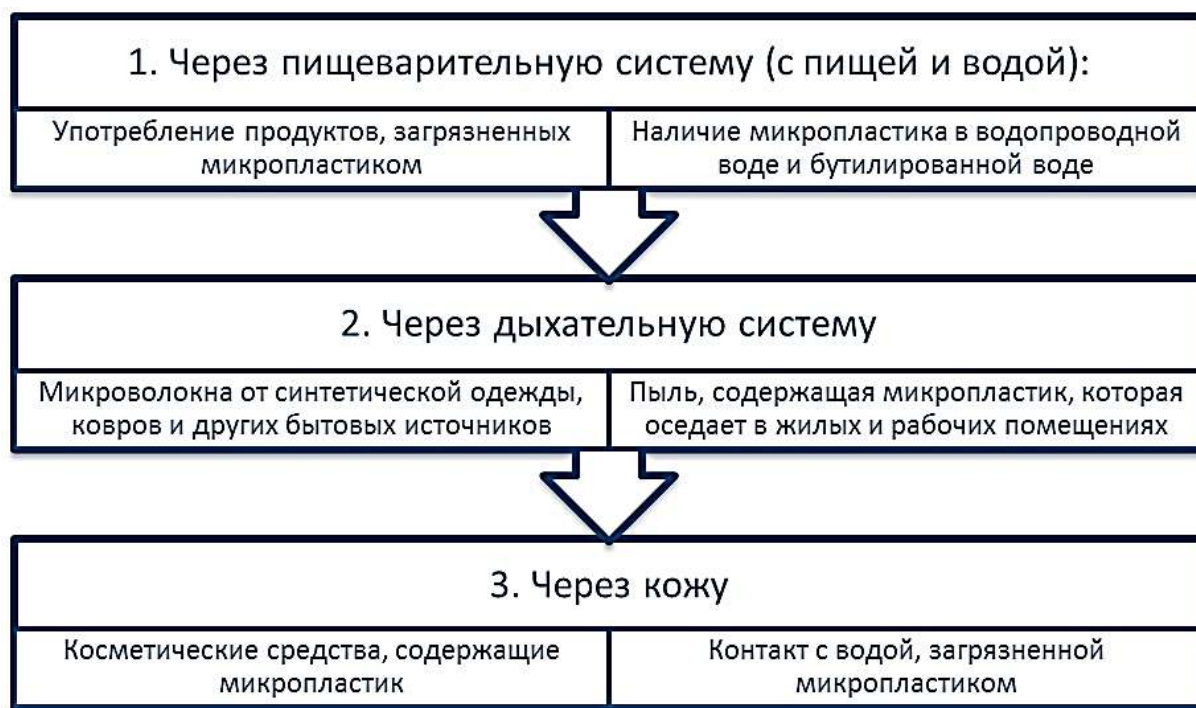


Рис. 1. Пути поступления микропластика в человеческий организм

Огромное количество микропластика находится в таких типах продуктах питания, как: мидии, рыба промысловых видов, а также вода, сахар и соль. На основании исследований ученых было доказано, что люди, которые употребляют воду, запакованную в бутылках, дополнительно проглатывают 90000 частиц в год, в отличие от тех, кто употребляют воду из под крана, они проглатывают около 4000 частиц.

До сих пор воздействие микропластика на человеческий организм не изучено. В силу этого можно строить лишь предположение о его воздействии. Сам пластик является материалом, который состоит из множества вредных веществ, потому и микропластик негативно воздействует на человеческий организм. Попадание микропластика в человеческий организм может вызвать широкий ряд различных заболеваний, начиная от гормональных нарушений до онкологии.

Химические вещества из пластика могут влиять на рецепторы гормонов, тем самым нарушается работа организма в целом. Отсюда следует, что бисфенол А и фталаты могут негативно функционировать с андрогенами и эстрогенами, что может вызывать преждевременные роды и проблемы с фертильностью.

Перфторалкильные вещества, бисфенол А и фталаты действуют на работу щитовидной железы, это приводит к нарушению обмена веществ и иным проблемам.

Ряд исследований подчеркивает, что пластик, соответственно и его микрочастицы оказывают влияние на человеческий организм. Влияние бисфенолов может увеличивать гиперактивность и агрессию у девочек, у мальчиков – агрессию, депрессивность и тревожность.

Прямо и косвенно отравляющие вещества, имеющиеся в частицах пластика, действуют на почки, печень и пищеварительную систему. К примеру, формальдегидные смолы или меламин, негативно влияют на почки, оказывая токсичное воздействие. Данный компонент применяют для производства некоторой мебели и посуды [5].

Микропластиковые фрагменты стали одним из основных вопросов современного мира. Команда ученых из Франции, Португалии и Канады представила следующие методы решения вопроса микропластиковых фрагментов и пластикового загрязнения:

1. Контроль за производством. К примеру, применять альтернативные, биоразлагаемые или переработанные сырье и материалы.
2. Сокращение потребления пластика.
3. Экодизайн. Например, одноразовую упаковку заменить на много-разовую.

Учитывая растущее использование пластиковых материалов и отсутствие эффективных мер по их утилизации, исследование влияния микропластика на организм человека становится не только научной, но и социальной задачей. Понимание механизмов воздействия микропластика на

здоровье может стать основой для разработки экологической политики, повышения качества жизни и предотвращения глобальных экологических рисков [6].

Список литературы

1. Кудояров, Э.Р. Проблема распространения микропластика в природной и антропогенной среде / Кудояров Э.Р. – Текст : электронный // Эпоха наука. – 2024. – № 38. – С. 373–377. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problema-rasprostraneniya-mikroplastika-v-prirodnoy-i-antropogennoy-srede/viewer> (дата обращения: 20.11.2024).

2. Ганичев, П.А. О влиянии частиц микропластика в питьевой воде на здоровье населения. Обзор / Ганичев П.А. – Текст : электронный // Коммунальная гигиена. – 2021 – № 29. – С. 40–43. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-vliyanii-chastits-mikroplastika-v-pitievoy-vode-na-zdorovie-naseleniya-obzor/viewer> (дата обращения: 20.11.2024).

3. Саванина, Я.В. Загрязнение водной среды микропластиком: воздействие на биологические объекты, очистка / Я.В. Саванина. – Текст : электронный // Информационные технологии в науке. – 2019. – № 2. – С. 54–58. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/zagryaznenie-vodnoy-sredy-mikroplastikom-vozdeystvie-na-biologicheskie-obekty-ochistka/viewer> (дата обращения: 20.11.2024).

4. Колончин, К.В. Исследования содержания микропластика в воде и промысловых рыбах: от научного поиска к масштабному мониторингу / К.В. Колончин. – Текст : электронный // Контроль и охрана состояния водной среды и биоресурсов. – 2023. – С. 162–173. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovaniya-soderzhaniya-mikroplastika-v-vode-i-promyslovyh-rybah-ot-nauchnogo-poiska-k-masshtabnomu-monitoringu/viewer> (дата обращения: 20.11.2024).

5. Трушина, Э.Н. Влияние микро- и нанопластиков – контаминантов пищевой продукции на иммунную систему / Э.Н. Трушина. – Текст : электронный // Вопросы питания. – 2023. – № 5. – С. 6–15. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-mikroi-nanoplastikov-kontaminantov-pischevoy-produktsii-na-immunnuyu-sistemu/viewer> (дата обращения: 20.11.2024).

6. Администрация Сусуманского муниципального округа Магаданской области : официальный сайт – Магадан. – URL: <https://susumanskiy-rayon.ru/govinfo/maditsinskie-organizatsii/media/2021/3/30/borba-s-zagryazneniem-plastikovyimi-materialami-plastikovoe-zagryaznenie-planetyi-est-li-zhizn-bez/?ysclid=m5tug2va63480235715> (дата обращения: 08.12.2024). – Текст : электронный.

[В начало к содержанию](#)

УДК 621.362

М.А. Лемешко¹, И.Д. Бессонов²

¹Канд. техн. наук, доцент

²Студент

Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ СОЛНЕЧНЫХ ПАНЕЛЕЙ ПУТЕМ ИХ ОХЛАЖДЕНИЯ

IMPROVING THE ENERGY EFFICIENCY OF SOLAR PANELS BY COOLING THEM

Аннотация. Статья посвящена анализу возможностей охладить солнечную панель различными методами и в частности методом принудительного конвективного теплообмена. Приведены условия рационального использования средств охлаждения солнечной панели и описание метода изучения эффективности охлаждения тыльной поверхности солнечной панели вентиляторами.

Ключевые слова: охлаждение солнечной панели, увеличение эффективности, методы охлаждения.

Summary. The article is devoted to the analysis of the possibilities of cooling a solar panel by various methods, and in particular by the method of forced convective heat transfer. The conditions for the rational use of solar panel cooling facilities and a description of a method for studying the effectiveness of cooling the rear surface of a solar panel by fans are given.

Keywords: solar panel cooling, efficiency increase, cooling methods.

Введение. Альтернативные источники энергии все в большей степени используются в развитых странах, постепенно замещая традиционные источники энергии, основанные на сжигании углеводородов. Известны и очевидны достоинства этого замещения. В последнее десятилетие особенно интенсивно развивается направление гелиоэнергетики по двум направлениям: разработка и использование солнечных коллекторов, в которых солнечная энергия преобразуется в тепло и генерация электроэнергии, основанная на использовании фотоэлектрических преобразователей в виде солнечных панелей, батарей, станций.

В настоящее время малоизученным является вопрос по использованию солнечных панелей в различных условиях эксплуатации для обеспечения их максимального коэффициента полезного действия (КПД), в частности, не в полной мере изучено явление снижения эффективности фотоэлектрических преобразователей с увеличением температуры окружающего воздуха и температуры самой поверхности этих преобразователей [1].

Обоснование исследований. Нами исследуются особенности работы солнечных панелей в условиях высоких температур и акцентом этих исследований является изучение методов охлаждения солнечных панелей, обоснование целесообразности этого охлаждения. Для этого поставлены

следующие цель и задачи исследований на данном этапе. Целью работы является исследование вопроса целесообразности охлаждения солнечных панелей и обоснование вариантов охлаждения поверхностей солнечной панели для организации последующих теоретических и экспериментальных исследований, анализа различных методов охлаждения солнечной панели.

Задачи исследований:

- изучить особенности снижения эффективности солнечной панели с различной структурой фотоэлементов при ее нагревании;
- изучить целесообразность охлаждения солнечной панели методом конвективного охлаждения с тыльной поверхности панели;
- изучить методы усиления естественного охлаждения панели;
- изучить методы охлаждения водой передней поверхности солнечной панели;
- изучить методы охлаждения водой солнечной панели с тыльной стороны с циркуляцией воды, в контуре которого использовать теплоотвод в теплообменнике;
- изучить охлаждение солнечной панели методом испарительного охлаждения;
- изучить охлаждение с использованием холодильного цикла, а также с использованием относительно низкой температуры рабочего тела путем использования тепла грунта, на некоторой глубине.

Результаты. Проведен патентный анализ известных решений в направлении исследований эффективности солнечных панелей. В частности, установлены варианты решения аналогичных задач, решаемых нашими исследованиями. Например, известна разработка по охлаждению поверхности солнечной панели с использованием водяных форсунок на лицевой стороне солнечной панели (рис. 1).



Рис. 1. Охлаждение солнечных панелей из водяных форсунок

Известна система охлаждения солнечных панелей, установленная на крыше высотного здания с отводом тепла от поверхности панели для домашних нужд [2].

Анализ условий работы солнечной панели, влияющих на температуру поверхностей солнечной панели, выявил следующие факторы, формирующие температуру солнечной панели: тепло, выделяемое при фотоэлектрическом преобразовании, тепло окружающего воздуха, связанное с температурой окружающего воздуха, мощность теплового излучения солнца, скорость воздуха, обдувающая солнечную панель, ориентация плоскости панели к вектору лучей солнца, к направлению ветра для солнечных станций большой площади влияет на работу каждой батареи тепловыделения близлежащих батарей.

При относительно низких температурах окружающего воздуха, когда температура поверхности солнечной панели не превышает 30–40 °С, ее КПД падает незначительно. Можно это падение определить:

1. Превышение фактической температуры над паспортным значением равно: $\Delta t = (30 \dots 40) - 25 = (5 \dots 15)$, °С.

2. Значение фактической мощности при коэффициенте температуры ($\beta = 0,45$), для кристаллической основы солнечной панели, определим по выражению:

$$P_{\phi} = P_{25} \left(1 - \frac{\beta \cdot \Delta t}{100} \right),$$

где P_{ϕ} – фактическая мощность;

P_{25} – мощность панели по паспортным данным.

$$\begin{aligned} P_{\phi} &= 100 \left(1 - \frac{0,45 \cdot (5 \dots 15)}{100} \right) = \\ &= 100[1 - (0,0255 \dots 0,0675)] = 97 - 93 \text{ Вт.} \end{aligned}$$

При этом вентиляторы не будут работать непрерывно, а включаться только тогда, когда значительно повысится температура самой панели, когда эффективность охлаждения будет выше затрат на работу вентиляторов. На рисунке 2 приведены зависимости, поясняющие условие использования вентиляторов.

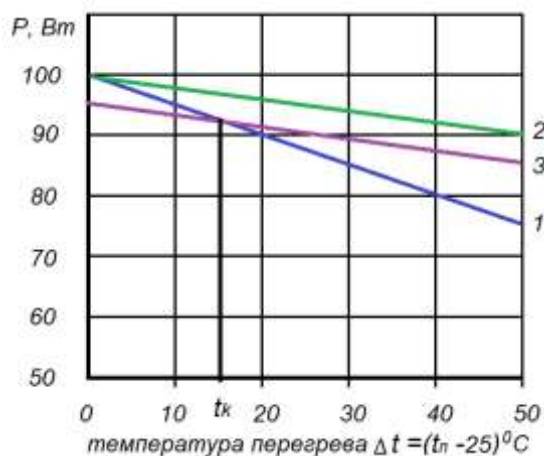


Рис. 2. Оптимальное условие включения вентиляторов

Зависимость 1 соответствует падению мощности солнечной панели при нагревании ее поверхности до 75 °С, график 2 – соответствует увеличению мощности панели при ее охлаждении вентиляторами, график 3 соответствует графику 2 с учетом затрат мощности на питание вентиляторов.

Точка t_k на графике соответствует температуре панели, при которой потери генерируемой энергии (линия 1) больше чем затраты на вентилятор (линия 3). Нами исследуется процесс охлаждения солнечной панели воздухом, продуваемым снизу солнечной панели (с тыльной стороны). На рисунке 3 приведена упрощенная схема солнечной панели с направляющим кожухом. Солнечная панель 1 с кожухом 2 образует воздушный тоннель 3, по которому вентиляторы 5 продувают воздух 4.

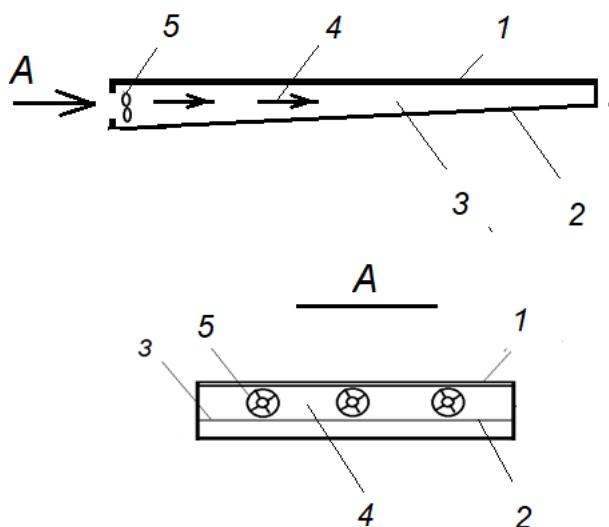


Рис. 3. Схема солнечной панели с кожухом и вентиляторами:

1 – солнечная панель; 2 – воздушный кожух; 3 – воздушный тоннель;
4 – поток воздуха; 5 – вентиляторы

Приведенная схема обеспечивает возможность изучать отвод тепла от тыльной поверхности солнечной панели при различной мощности воздушного потока.

Список литературы

1. Асанов, М.М. Снижение влияния нагрева поверхности фотоэлемента на эффективность его работы / М.М Асанов, Э.А. Бекиров, С.Н. Воскресенская. – Текст : непосредственный // Строительство и технологическая безопасность, 2014. – № 51. – С. 92–96.

2. Севела, П. Гибридный солнечный коллектор / П. Севела, Б. Олесен. – Текст : электронный // Sustainable building technologies, 2013. – URL: http://zvt.abok.ru/articles/106/Gibridnii_solnechnii_kollektor (дата обращения: 22 февраля 2025).

[В начало к содержанию](#)

УДК 621.362

М.А. Лемешко¹, И.Д. Бессонов², О.В. Димитров²

¹Канд. техн. наук, доцент

²Студент

Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты

УЧЕБНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ СТЕНД ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ СОЛНЕЧНЫХ ПАНЕЛЕЙ

EDUCATIONAL AND RESEARCH STAND FOR STUDYING SOLAR PANELS

***Аннотация.** В статье приведены результаты разработки специализированного учебно-исследовательского стенда для изучения солнечных панелей. Приведена конструкция стенда и приведено его описание. Показано, что стенд можно использовать как при изучении солнечных панелей, так и при исследовании режимов их работы при различных модернизациях их конструкции и режимов работы.*

***Ключевые слова:** солнечная энергетика, исследовательский стенд, солнечная панель.*

***Summary.** The article presents the results of the development of a specialized educational and research stand for studying solar panels. The design of the stand and its description are given. It is shown that the stand can be used both in the study of solar panels and in the study of their operating modes with various upgrades to their design and operating modes.*

***Keywords:** solar energy, research stand, solar panel.*

Совершенствование солнечных панелей включает этап исследования типовых, модернизируемых и вновь разрабатываемых панелей, совершенствование схем их использования. Безусловно, важной задачей развития солнечной энергетики является изучение современных достижений в солнечной энергетике в учебных заведениях, обеспечение учебного процесса возможностью выполнять изучение и исследование современных солнечных преобразователей энергии [1]. Поэтому нами разработан и изготовлен учебно-исследовательский стенд для изучения солнечных панелей.

Обоснование исследований. Целью научно-исследовательской и проектно-конструкторской работы является разработка и изготовление специализированного лабораторного-исследовательского стенда для исследования солнечных панелей в лабораторных условиях и на полигонах.

Решаемые задачи:

- разработать компоновку элементов стенда, удобных для исследований и учебного процесса;
- разработать корпус стенда, в котором допускается исследовать солнечные панели различного типа;
- разработать схему электрических соединений стенда;

- обеспечить возможность исследования различных режимов работы и характеристик солнечной панели;
- обеспечить возможность исследования различных методов охлаждения солнечной панели.

Результаты. На рисунке 1 приведена схема электрических соединений элементов стенда, совокупность которых позволяет исследовать, совершенствовать и изучать работу солнечных панелей.

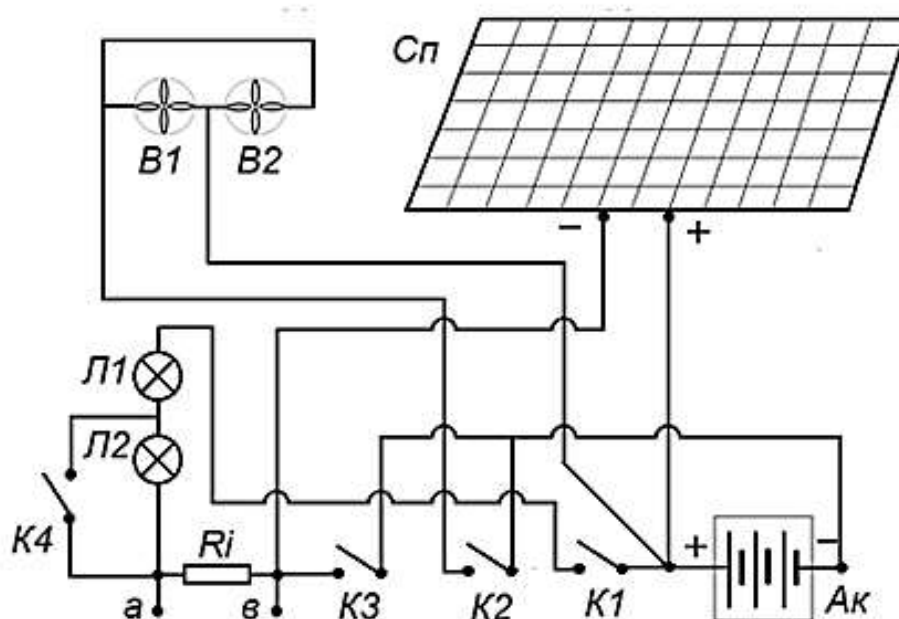


Рис. 1. Схема электрических соединений элементов стенда

Конструктивной и схемотехнической особенностями разработанного стенда является то, что стенд снабжен малогабаритными вентиляторами ($B1$, $B2$), двумя электронными цифровыми измерителями температуры, аккумулятором для зарядки солнечной панели ($Ак$), при этом аппаратура управления выполнена в виде набора тумблеров ($K1$, $K2$, $K3$), нагрузочных элементов в виде электроламп ($Л1$, $Л2$) и коммутационных клемм (a , $в$) для подключения цифрового амперметра и вольтметра. Для исследования варианта охлаждения солнечной панели вентиляторами, опора солнечной панели выполнена в виде П-образного воздушного тоннеля. Такое выполнение конструкции позволяет охлаждать тыльную поверхность солнечной панели потоком воздуха от вентиляторов.

Выполнив патентный анализ по теме «солнечные панели», мы обнаружили, что запатентовано несколько подобных стендов, в частности стенд для исследования солнечных коллекторов и стенды для исследования фотоэлектрических преобразователей. Однако все эти стенды не совершенны и не позволяют создавать условия для изучения современных солнечных

панелей с теми характеристиками, которые являются важными. Была оформлена заявка на полезную модель и получен патент на полезную модель № 231151 «Лабораторно-исследовательский стенда для изучения солнечных панелей» [2].

На рисунке 2 приведен стенд с солнечной панелью и используемая аппаратура для исследования солнечной панели в полевых условиях. В том числе тепловизор, измерительная аппаратура, цифровые датчики температуры.



Рис. 2. Стенд и аппаратура измерений

При исследовании характеристик солнечной панели, в частности вольтамперной характеристики, используют 3 рабочих точки: холостой ход, нагрузки 50 % и нагрузка 100 % по паспортным данным. Далее по полученным результатам строятся вольтамперные характеристики для различных условий освещенности солнечной панели. По приборам стенда фиксируется температура передней и задней поверхностей солнечной панели; показания тепловизора передней и задней поверхности, скорость обдуваемого воздуха, интенсивность освещения. При исследовании задачи по охлаждению тыльной поверхности солнечной панели воздушным потоком варьируется мощность воздушного потока, включается 1, 2 или 3 вентилятора типа кулер, по результатам измерений определяется эффективность охлаждения солнечной батареи воздушным потоком. Все измеряемые показатели фиксируются в журнале исследований с последующей их

обработкой. Данный исследовательский стенд является стационарно-переносным, его можно использовать как в лабораторных, так и в полевых условиях. В разработанном стенде предусмотрена возможность от солнечной батареи заряжать накопительный аккумулятор и исследовать процесс зарядки при различной мощности солнечного потока. Стенд применим как в условиях лаборатории (используются лампы освещения, близкие по спектру к спектру солнца, заменяющие солнечный источник), так и в полевых условиях.

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, Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты, 13–17 мая 2024 года. – Шахты : Донской государственный технический университет, 2024. – С. 146–151. – URL: <https://vk.com/s/v1/doc/k9Uep4Ray9uZkCuIyYvC3xYJ4WbCsa9xrkp0FmelGwslquCdqck> (дата обращения: 20.11.2024).

2. Патент № 231151 Российская Федерация, », МПК G02В 27/20 (2006.01). Лабораторно-исследовательский стенд для изучения солнечных панелей : № 2024116549: заявл: 14.06.2024 : опубл.: 13.01.2025: Бюл. № 2 / М.А. Лемешко, В.А. Дмитриенко, И.Д. Бессонов : заявитель ДГТУ. – Текст : непосредственный.

[В начало к содержанию](#)

УДК 621.362

М.А. Лемешко¹, О.В. Димитров²

¹Канд. техн. наук, доцент

²Студент

Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты

НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СОЛНЕЧНОЙ ПАНЕЛИ «DELTA SV 100-12P»

SOME RESULTS OF THE SOLAR PANEL «DELTA SV 100-12P» STUDY

Аннотация. Приведены некоторые результаты экспериментальных исследований солнечной панели, на специализированном исследовательском стенде. Приведены результаты исследований. В частности, установлено, что при относительно низких температурах окружающего воздуха лицевая поверхность солнечной панели нагревается меньше, чем ее тыльная сторона.

Ключевые слова: солнечная панель, исследование, результаты.

Summary. Some results of experimental studies of a solar panel at a specialized research stand are presented. The research results are presented. In particular, it was found that at relatively low ambient temperatures, the front surface of the solar panel heats up less than its back side.

Keywords: solar panel, research, results.

Введение. Актуальность исследований в области гелиоэнергетики, очевидна. Общеизвестны тенденции использования энергии солнца и энергии ветра в качестве альтернативных источников неисчерпаемой энергии. В мире постоянно ведутся многоплановые исследования по реализации программ, связанных с использованием солнечных панелей, солнечных батарей. Нами также решаются задачи гелиоэнергетики, связанные с увеличением энергетической эффективности солнечных панелей, выполняются экспериментальные исследования малоизученных вопросов, связанных с улучшением показателей работы солнечной панели при относительно высоких температурах окружающего воздуха [1].

Обоснование исследований. Для этого сформулированы цель и задачи исследований. Цель: исследовать эксплуатационные показатели солнечной панели «DELTA SV 100-12P» в различных условиях эксплуатации.

Были запланированы следующие задачи:

- измерить показатели работы солнечной панели в различных температурных условиях,
- экспериментально установить эффективность охлаждения солнечной панели,
- исследовать характеристики и режимы работы солнечной панели в различных условиях эксплуатации,
- определить поверхность солнечной панели с максимальным количеством выделяемого тепла.

В процессе достижения цели решались конструкторские задачи и задачи по оптимизации средств и методов исследований. В частности, создан исследовательский стенд, который неоднократно нами совершенствовался.

Результаты. Использовать энергию солнца необходимо с учетом ряда обстоятельств, в том числе, периодичность и переменчивость солнечной энергии в течение дня. Поэтому нами запланированы исследования в различные периоды времени года и времени суток. В данных материалах представим некоторые предварительные результаты, которые показывают на целесообразность продолжения исследований в выбранном направлении и позволили выявить некоторые малоизученные явления. На рисунке 1, по среднестатистическим данным, приведены сведения о изменении освещенности поверхности земли на незатененном участке в различное время дня и месяца года.

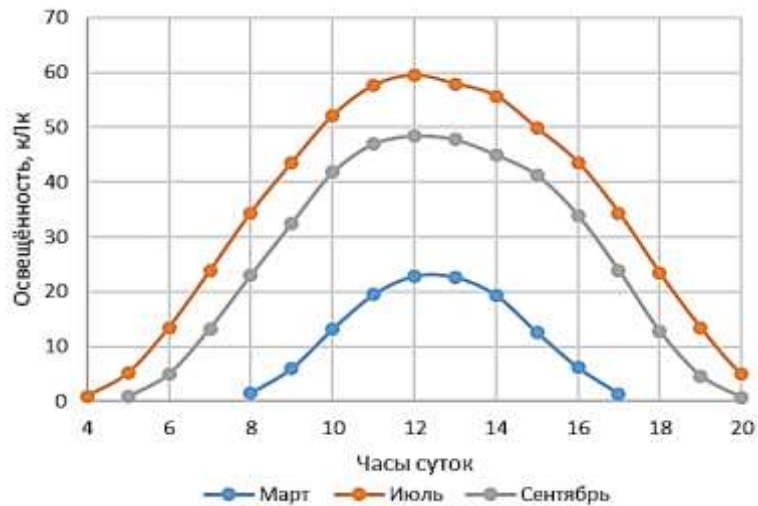


Рис. 1. Изменчивость освещенности в течение суток

Одной из важнейших задач исследований является выявление поверхности солнечной панели, от которой в большей степени необходимо отводить тепло. Для этого необходимы сведения об устройстве солнечной панели. Конструкция типовой солнечной панели приведена на рисунке 2.

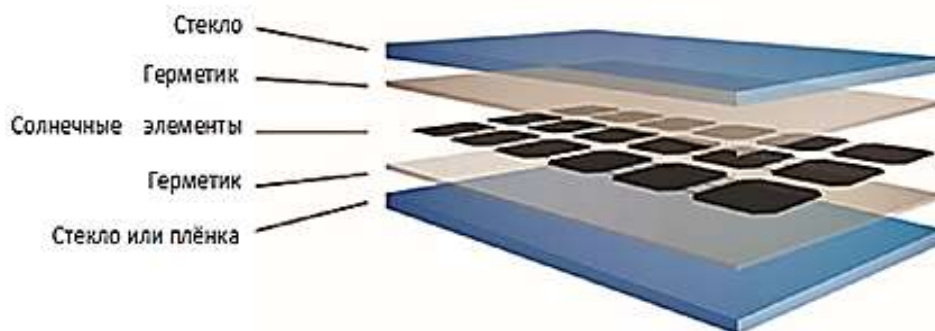


Рис. 2. Устройство солнечной панели

Как видно, конструктивно нет существенных отличий между устройством лицевой и тыльной поверхностей солнечной панели, при этом есть основание полагать, что температура лицевой поверхности солнечной панели будет выше чем температура тыльной ее поверхности.

Для исследований задач по охлаждению солнечной панели был разработан и изготовлен лабораторно-исследовательский стенд [2]. При исследованиях дополнительно использовались следующие измерительные приборы: люксметр, анемометр, тепловизор «Testo 355», вольтамперметр. В исследованиях использована солнечная панель «DELTA SV 100-12P», с номинальной мощностью 100 Вт, и выходным напряжением (паспортные данные) – 12 В. Далее приведены некоторые предварительные результаты

исследования солнечной панели в режиме холостого хода (без нагрузки). В таблице 1 показано, что в условиях измерений, угол наклона панели к горизонту, не влиял на вырабатываемое напряжение, но в значительной мере влиял на температуру стенок панели. Измерения выполнялись при температуре окружающего воздуха 5 °С, после прогрева панели в течение 5 мин, при освещенности – 10000 Лк.

Таблица 1

Исследование изменения угла наклона солнечной панели

Угол наклона	Температура передней стенки	Температура задней стенки	Напряжение
0°	15 °С	17 °С	19В
30°	21 °С	23 °С	19В
45°	25 °С	28 °С	19В

Выполнено также исследование показателей солнечной панели в зависимости от степени освещенности ее поверхности, при температуре окружающего воздуха 3 °С. В таблице 2 приведены некоторые результаты измерений.

Таблица 2

Влияние уровня освещенности

Уровень освещенности	Температура передней стенки	Температура задней стенки	Напряжение
На солнце (~ 10000 лк)	15 °С	16 °С	21В
Полутень (~6100 лк)	5 °С	5 °С	21В
Тень (~5300 лк)	3 °С	3 °С	21В

Выполнено исследование влияния затененности на работу солнечной панели при работе солнечной панели без нагрузки, на «холостом ходе». Как видно, освещенность в условиях экспериментов не влияет на напряжение солнечной панели. Измерение выполнялось в полдень при большой степени рассеянного света.

Проведены исследования влияния на показатели солнечной панели температуры окружающего воздуха. В таблице 3 приведены результаты измерений температур поверхности солнечной панели и напряжение генерации.

Таблица 3

Влияние температуры окружающего воздуха

Температура воздушного потока	Влажность	Температура передней стенки	Температура задней стенки	Напряжение
9 °С	42 %	26 °С	28 °С	21В
23 °С	33 %	37 °С	43 °С	21В

Как видно, по данным таблицы 3, температура воздуха не влияет на генерацию электроэнергии (в холостом режиме), но влияет на температуру поверхностей солнечной панели. В исследованиях использовался тепловизор «Testo 355», позволяющий измерять температуру и изучать тепловые поля исследуемых поверхностей. На рисунке 3 приведен пример использования тепловизора для изучения теплового поля солнечной панели. Термограммы получены для лицевой и тыльной поверхности солнечной панели.

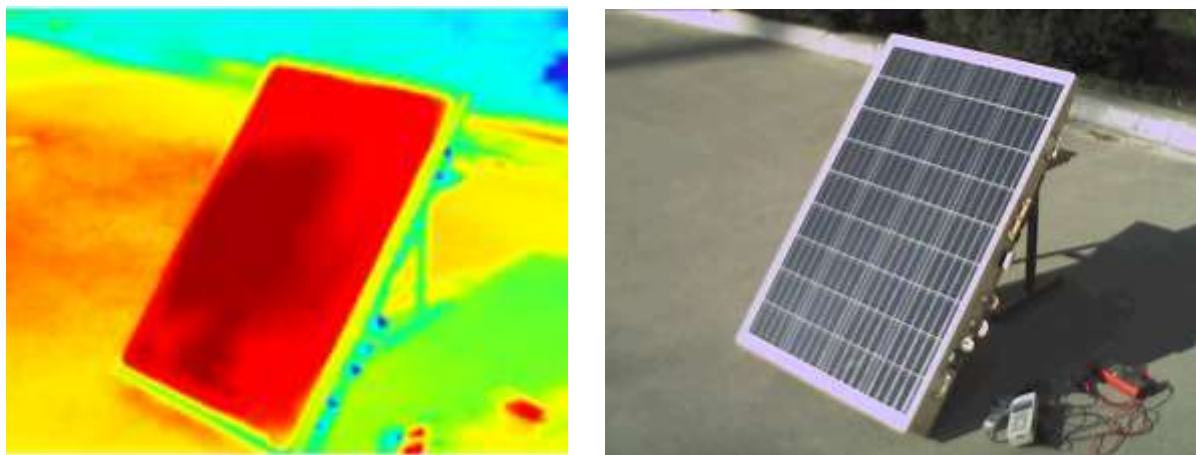


Рис. 3. Тепловое поле работающей солнечной панели

Для всех применяемых условий эксперимента, температура тыльной поверхности была выше температуры лицевой стороны солнечной панели. По-видимому, для охлаждения солнечной панели, целесообразнее охладить не лицевую поверхность солнечной панели, а тыльную (заднюю) стенку панели.

Выводы:

1. Экспериментальными исследованиями солнечной панели установлено, что температура лицевой стороны солнечной панели ниже температуры тыльной стороны этой панели.
2. Для режима работы без нагрузки, угол наклона плоскости панели к вектору солнечных лучей не влияет на генерируемое напряжение солнечной панели.

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, Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты, 13–17 мая

2024 года. – Шахты : Донской государственный технический университет, 2024. – С. 146–151. – URL: <https://vk.com/s/v1/doc/k9Uep4Ray9uZkCuIyYvC3xYJ4WbCsa9xpkn0FmelGwslquCdqck> (дата обращения: 20.11.2024).

2. Патент № 231151 Российская Федерация, », МПК G02В 27/20 (2006.01). Лабораторно-исследовательский стенд для изучения солнечных панелей : № 2024116549: заявл: 14.06.2024 : опубл.: 13.01.2025: Бюл. № 2 / М.А. Лемешко, В.А. Дмитриенко, И.Д. Бессонов : заявитель ДГТУ. – Текст : непосредственный

[В начало к содержанию](#)