

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВО «ДОНБАССКАЯ НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ
СТРОИТЕЛЬСТВА И АРХИТЕКТУРЫ»



Сборник научных трудов

**Х Республиканской конференции
молодых ученых, аспирантов, студентов «Научно-технические достижения
студентов, аспирантов, молодых ученых
строительно-архитектурной отрасли» (19 апреля 2024 г.)**

Том 1: Фундаментальные науки

Макеевка, 2024

Сборник научных трудов X Республиканской конференции молодых ученых, аспирантов, студентов «Научно-технические достижения студентов, аспирантов, молодых ученых строительной-архитектурной отрасли» (19 апреля 2024 г.): В 3-х т. Т. 1: Фундаментальные науки. – Макеевка: ФГБОУ ВО «ДонНАСА», 2024. – 500 с.

Сборник содержит 71 научную работу участников X Республиканской конференции молодых ученых, аспирантов, студентов «Научно-технические достижения студентов, аспирантов, молодых ученых строительной-архитектурной отрасли» (19 апреля 2024 г.).

УДК 5(063)
ББК 2я43

Печатается по решению Ученого совета ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», протокол №11 от 03.06.2024 г.

Сборник подготовлен по материалам X Республиканской конференции молодых ученых, аспирантов, студентов «Научно-технические достижения студентов, аспирантов, молодых ученых строительной-архитектурной отрасли» (19 апреля 2024 г.).

Редакционная коллегия:

- Зайченко Н.М. – ректор академии, д.т.н., профессор;
Мущанов В.Ф. – проректор по научной работе, д.т.н., профессор;
Ковалев И.Н. – и.о. заведующего кафедрой высшей математики, к.ф.-м.н., доцент;
Фролова С.А. – заведующая кафедрой физики и прикладной химии; к.х.н., доцент;
Сельская И.В. – заведующая кафедрой автоматизации и электроснабжения в строительстве, к.х.н., доцент;
Улитин Г.М. – профессор кафедры высшей математики им. В.В. Пака ФГБОУ ВО «Донецкий национальный технический университет», д.т.н., профессор;
Шажко Я.В. – заместитель директора по научной работе ФГБНУ «Институт физики горных процессов», к.т.н.

ОГЛАВЛЕНИЕ

СЕКЦИЯ «МАТЕМАТИКА»	9
Пилипенко И.С., Волчков В.В. УСИЛЕНИЕ ТЕОРЕМЫ ДЗЯДЫКА О РАВЕНСТВЕ ТРЁХ ПЛОЩАДЕЙ	9
Тимофеева К.В., Волчков В.В. О ФУНКЦИЯХ С НУЛЕВЫМИ ИНТЕГРАЛАМИ ПО ТРЕУГОЛЬНИКАМ.....	16
Соболев Д.Р., Налбандян Ю.С. ЭЛЛИПТИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В ГЕОМЕТРИИ.....	22
Шевченко Б.А., Копылова М.А., Чепига А.А., Локтионов И.К. МЕТОДИКА РАСЧЕТА ТРАЕКТОРИЙ ПОЛЕТА БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ПРИ РАЗВОРОТЕ.....	28
Подгорный В.В., Лискина Е.Ю. ВЛИЯНИЕ СТОИМОСТИ ПОТРЕБИТЕЛЬСКОЙ КОРЗИНЫ НА ОБЩИЙ КОЭФФИЦИЕНТ РОЖДАЕМОСТИ РЕГИОНОВ ЦЕНТРАЛЬНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА	37
Меркуленко В.А., Глухов В.А. УПРОЩЕННЫЙ АЛГОРИТМ ДЕЛОНЕ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ТРИАНГУЛЯЦИИ.	43
Безродный Д.А., Руссиян С.А. ФУНКЦИЯ ПОЛЕЗНОСТИ. ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА	49
Пашкова Ю.Е., Руссиян С.А. МЕЖОТРАСЛЕВОЙ БАЛАНС В ЭКОНОМИКЕ.....	56
Луценко В.Р., Ковалёв И.Н. ПРИМЕНЕНИЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ В ЭКОНОМИКЕ	63
Чепурко А.Д., Чудина Е.Ю. ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПОЛОЖЕНИЯ ТОЧКИ НА ПЛАНЕ.....	70
Федосеева Я.Р., Осипова Л.В. ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ СТАТИСТИКИ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДЕМОГРАФИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ ГОРОДА МАКЕЕВКА	75

Чуев В.В., Осипова Л.В. ВЕРОЯТНОСТЬ В РАСЧЕТАХ ОСНОВНЫХ ВЕЛИЧИН НАДЕЖНОСТИ.....	82
Янков Г.П., Галибина Н.А. ТРЕУГОЛЬНИК РЁЛО И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ.....	88
Проничева О.В., Осипова Л.В. ЗАДАЧИ ПО ОПТИМИЗАЦИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ.....	95
Володченко А.В., Осипова Л.В. ДИФФЕРЕНЦИРОВАНИЕ В МАТЕМАТИЧЕСКОМ МОДЕЛИРОВАНИИ СЛОЖНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ.....	102
Инсебаева А.М., Спиридонова Е.В. ТЕХНОЛОГИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В СФЕРЕ СТРОИТЕЛЬСТВА.....	109
Высочин К.Ю., Осипова Л.В. УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ И МОДЕЛЕЙ ДЛЯ АНАЛИЗА И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ТЕНДЕНЦИЙ В СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ.....	118
Слабухин И.Д., Галибина Н.А. МАТЕМАТИКА И 3D- МОДЕЛИРОВАНИЕ.....	125
Магеррамова К.Д., Жмыхова Т.В. ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПРИ ОЦЕНКЕ СТОИМОСТИ ОБЪЕКТОВ НЕДВИЖИМОСТИ.	131
Сельский В.П., Осипова Л.В. ФРАКТАЛЫ В МАТЕМАТИКЕ, СТРОИТЕЛЬСТВЕ, АРХИТЕКТУРЕ.....	140
Бобрик А.В., Сапронов Д.А. ПОСТРОЕНИЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ ЭПИДЕМИЙ И ИХ РЕШЕНИЯ.....	147
Белополец А.П., Галибина Н.А. ЛЮДМИЛА ВСЕВОЛОДОВНА КЕЛДЫШ – ВЕЛИКАЯ ЖЕНЩИНА-МАТЕМАТИК.....	151
СЕКЦИЯ «ФИЗИКА И ПРИКЛАДНАЯ ХИМИЯ».....	156
Кудюкин А.И. РЕЗУЛЬТАТЫ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА ПОВЕРХНОСТИ ЭЛЕКТРОДОВ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ПЛАЗМЕННЫХ ПОТОКОВ.....	156

Кулида Д.А., Степанюк К.И. Тестов Д.С., Гашимова В.Р., Моржухин А.М., Моржухина С.В. ГИДРОФИЛИЗАЦИЯ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТЕПЛОАККУМУЛИРУЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ.....	162
Рышкевич Д.В., Малашенко В.В. ОСОБЕННОСТИ ДИНАМИКИ КРАЕВЫХ ДИСЛОКАЦИЙ В ОБЛУЧЁННЫХ МЕТАЛЛАХ	170
Черников А.А., Малашенко Т.И. ДИНАМИЧЕСКОЕ ТОРМОЖЕНИЕ ДИСЛОКАЦИЙ В МЕТАЛЛАХ И СПЛАВАХ	176
Буранов Р.В., Шумилов А.Д., Ивахненко Н.Н. ПРИМЕНЕНИЕ ФИЗИКИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ.....	180
Буранов Р.В., Шкарупин Е.А., Ивахненко Н.Н. ТЕХНИКА И ФИЗИКА.....	186
Чепурко А.Д., Глухова Ж.Л. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОЛНЕЧНЫХ ПАНЕЛЕЙ В БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТАХ.....	193
Шевченко Д.Я., Соболев О.В. КОНДУКТОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ УДЕЛЬНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОВОДИМОСТИ И ОБЩЕЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ ПРИРОДНЫХ ВОД.....	198
Поветкина А.А., Самойлова Е.Э. РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО УЛУЧШЕНИЮ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АЗОВСКОГО МОРЯ.....	206
Ходарева М.В., Самойлова Е.Э. ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ДОНБАССА.....	212
Федорченко А.С., Соболев О.В. СХОДСТВО И РАЗЛИЧИЕ МОТОЦИКЛОВ «УРАЛ» И «ДНЕПР».....	221
Шарака Д.И., Соболев О.В. ПОДВЕСКИ НА ВНЕДОРОЖНИКАХ И ПИКАПАХ	227
Жарук В.И., Самойлова Е.Э. РОЛЬ АЗОТА В ПИТАНИИ РАСТЕНИЙ.....	235
Авраменко М.М., Соболев О.В. РАЗВИТИЕ ВЕНТИЛЯЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ.....	249

Валуев Н.Р., Самойлова Е.Э. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СЖИГАНИЯ ТКО	258
Янушевская В.Р., Покинтелица Е.А. ДЖУЛИУС РОБЕРТ ОППЕНГЕЙМЕР – «РАЗРУШИТЕЛЬ МИРОВ».....	266
Шабаль В.О., Соболев О.В. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЯДЕРНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ НА ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВАХ.....	273
Моисейчик О.С., Самойлова Е.Э. КАНАЛИЗАЦИОННЫЕ ОЧИСТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ (КОС)	284
Беляев В.Н., Покинтелица Е.А. ЛАЗЕРНЫЕ СИСТЕМЫ В КОСМОСЕ.....	292
Задорожный И.С., Соболев О.В. УСЛОВИЯ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ МИКРООРГАНИЗМОВ ПИТЬЕВЫХ И СТОЧНЫХ ВОД	301
Балакай М.А., Лошакова В.М. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ.....	310
Балакай М.А., Покинтелица Е.А. ПЛАЗМА КАК ЧЕТВЕРТОЕ АГРЕГАТНОЕ СОСТОЯНИЕ ВЕЩЕСТВА	316
Васькевич Ю.А., Самойлова Е.Э. ОБРАЩЕНИЕ С ПРОМЫШЛЕННЫМИ ОТХОДАМИ В ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ.....	321
Гринь О.А., Покинтелица Е.А. АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ.....	326
Рябков А.А., Самойлова Е.Э. СОРТИРОВКА ОТХОДОВ.....	334
Морозюк В.А., Покинтелица Е.А. МЕДИЦИНСКАЯ ТЕПЛОВИЗИОННАЯ ДИАГНОСТИКА.....	339
Осташко Б.И., Самойлова Е.Э. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПОЛИГОНОВ ТВЕРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ В ДНР	345
Пирожкова А.А., Покинтелица Е.А. ОПТИЧЕСКИЕ ИЛЛЮЗИИ	354
Туркова Е.А., Покинтелица Е.А. ПОЛЕТЫ СОБАК В КОСМОС.....	360

Рябков В.А., Самойлова Е.Э. ВАЖНОСТЬ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ОБРАЩЕНИИ С ОТХОДАМИ ОПАВШЕЙ ЛИСТВЫ	366
Поддубный А.О., Самойлова Е.Э. ПЕРЕРАБОТКА ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ ОТ ЖИВОТНОВОДЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА С ЦЕЛЬЮ ПОЛУЧЕНИЯ БИОГАЗА	371
Черноволова А.А., Самойлова Е.Э. ПОВЫШЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПОЛИГОНА ТВЁРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ.....	384
Липовая Д.А., Соболев О.В. АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ВЕНТИЛЯЦИИ НА КАЧЕСТВО ВОЗДУХА И ЗДОРОВЬЕ ЛЮДЕЙ В ЗДАНИЯХ.....	394
Беляев В.Н., Лошакова В.М. УГЛЕБЕТОН.....	402
Комков Е.Э., Самойлова Е.Э. ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ОБРАБОТКИ БЫТОВЫХ СТОЧНЫХ ВОД.....	407
Меркуленко В.А., Лошакова В.М. ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ ВОДЫ	413
Кондратьева С.А., Самойлова Е.Э. ЧАЙНЫЙ ГРИБ И ЕГО ХИМИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ	418
СЕКЦИЯ «МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ»	424
Анчукова С.Н., Фортунова Н.А. АНТИКОРРОЗИОННАЯ ЗАЩИТА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ТРУБНЫХ СТАЛЕЙ	424
Михайлова А.П., Пустовалова Е.Е., Пахомова Л.В. КОМПОЗИЦИОННЫЕ И НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ В КРАНОСТРОЕНИИ.....	430
Тарасевич В.А., Фролова С.А. АНАЛИЗ ПОРШНЕВОЙ ГРУППЫ	436
Балычев И.Н., Фролова С.А. СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ТОПЛИВНОЙ ЭКОНОМИЧНОСТИ АВТОМОБИЛЕЙ	446
Дунайцев И.Н., Фролова С.А. ТРАНСМИССИЯ И ХОДОВАЯ ЧАСТЬ АВТОМОБИЛЯ.....	453

Костровский М.О., Фролова С.А. ПРОИЗВОДСТВО КОЛЕСНЫХ ДИСКОВ.....	457
Кораблёва В.С., Покинтелица Е.А. АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЙ СВАРКИ ДЕТАЛЕЙ ИЗ РАЗНОРОДНЫХ СПЛАВОВ.....	465
СЕКЦИЯ «АВТОМАТИЗАЦИЯ И ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ»	470
Слюсаренко М.А., Веревкина Л.С. ДИСТАНЦИОННЫЙ ТЕПЛОВИЗИОННЫЙ КОНТРОЛЬ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ	470
Цветков В.В., Саушкин М.Н. ИНТЕГРАЦИЯ ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ЛОКАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ В СИСТЕМУ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ГИДРОАГРЕГАТОМ И ЕДИНЫЙ ВЕРХНИЙ УРОВЕНЬ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ.....	476
Зайцев А.А., Зайцева И.Н. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАТЧИКОВ-КОНЦЕВИКОВ В АВТОМАТИЗАЦИИ СТАНКОВ	481
Катасонов Н.М., Речкалова В.А., Пахомова Л.В. ХАРАКТЕРНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТОВ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ	488
Радзевило К.А., Сельская И.В., Даценко В.М. АВТОМАТИЗАЦИЯ И МЕХАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА	495

УДК 517.54

Пилипенко И.С.,

студ. группы М1-Б, ФГБОУ ВО «ДонГУ»

Научный руководитель: д-р. физ.-мат. наук, профессор

Волчков В.В.,

профессор кафедры математического анализа и

дифференциальных уравнений ФГБОУ ВО «ДонГУ»

УСИЛЕНИЕ ТЕОРЕМЫ ДЗЯДЫКА О РАВЕНСТВЕ ТРЁХ ПЛОЩАДЕЙ

Аннотация. Получено усиление теоремы В. К. Дзядыка о геометрическом описании аналитических функций.

Ключевые слова: аналитические функции, теорема В. К. Дзядыка, множество Помпейю, функции с нулевыми интегралами.

Вступление. Всяду в работе u, v – действительные функции, которые заданы в области Ω на плоскости комплексных чисел. Согласно теореме В.К. Дзядыка о геометрическом описании аналитических функций, если $u(x, y)$ и $v(x, y)$ непрерывны вместе со своими частными производными в Ω , то для того чтобы функция $f(x + iy) = u + iv$ была аналитической или сопряженная к аналитической в области Ω , необходимо и достаточно, чтобы все поверхности графиков трёх функций $u, v, \sqrt{u^2 + v^2}$, расположенные над любым компактным подмножеством Ω , имели одинаковую площадь [1]. Теорема Дзядыка получила уточнение и последующее развитие в работах некоторых авторов [2–4]. В частности, было показано [2], что в формулировке её условий вместо функции $\sqrt{u^2 + v^2}$ можно взять произвольную гладкую функцию $\varphi(u, v)$, для которой выполняются следующие условия

$$\left(\frac{\partial\varphi}{\partial u}\right)^2 + \left(\frac{\partial\varphi}{\partial v}\right)^2 = 1, \quad \frac{\partial\varphi}{\partial u} \cdot \frac{\partial\varphi}{\partial v} \neq 0. \quad (1)$$

Примером такой функции может быть $\varphi = \alpha u + \beta v$, где α, β – действительные ненулевые константы такие, что $\alpha^2 + \beta^2 = 1$. Для отдельных φ теорема Дзядыка допускает усиление, если требовать лишь существование u_x', u_y', v_x', v_y' везде в области вместо их непрерывности [3].

Для всякой функции $f \in C^1(\Omega)$ и компактного множества $A \subset \Omega$ символом $S(f, A)$ обозначим площадь поверхности графика f , расположенной над A . Обозначим также

$$f_1 = u, \quad f_2 = v, \quad f_3 = \varphi(u, v),$$

где $\varphi \in C^1(\mathbb{R}^2)$ – заданная функция с условием (1). В монографии [4, часть 5, гл. 4] рассмотрена следующая проблема.

Проблема 1. Определим \mathbf{A} как некоторую совокупность компактных подмножеств Ω и $u, v \in C^1(\Omega)$. Пусть

$$S(f_1, A) = S(f_2, A) = S(f_3, A) \quad \text{для любого } A \in \mathbf{A}. \quad (2)$$

Каким условиям должна удовлетворять \mathbf{A} , чтобы можно было утверждать, что хотя бы одна из функций $u + iv, u - iv$ аналитическая в Ω ?

Через символ \mathcal{D}_Ω обозначим множество пар функций u, v в Ω , таких что хотя бы одна из функций $u + iv, u - iv$ аналитическая в Ω . В работе [4, часть 5, гл. 4] были получены положительные результаты, связанные с проблемой 1. Доказано, что если $u, v \in C^1(\Omega)$, то из (2) следует, что $u, v \in \mathcal{D}_\Omega$ в том случае, когда $\mathbf{A} = \{\lambda A\}$, где A – фиксированное множество Помпейю в Ω , а λ – любой элемент группы евклидовых движений комплексной плоскости, для которого $\lambda A \subset \Omega$. В связи с этим возникает вопрос, будут ли такие же результаты и для семейства Помпейю? Определение множеств Помпейю, семейства Помпейю и их основные свойства см. в работах [4, часть 4], [5, гл. 19], [6, часть 2], [7].

В данной работе рассмотрен случай, когда \mathbf{A} является совокупностью всех замкнутых единичных квадратов и всех замкнутых единичных полукругов,

лежащих в открытом круге (открытый круг обозначим как $B_R = \{z \in \mathbf{C} : |z| < R\}$).

Приведённая ниже теорема 1 – главный итог статьи.

Теорема 1. Пусть $R > \frac{\sqrt{65}}{8}$, u, v – вещественнозначные функции класса $C^1(B_R)$. Тогда для того, чтобы одна из функций $u + iv$, $u - iv$ была аналитическая в B_R , необходимо и достаточно, чтобы:

1) площади поверхностей графиков функций $u, v, \sqrt{u^2 + v^2}$, расположенных над любым замкнутым единичным квадратом $K \subset B_R$ были равны,

2) площади поверхностей графиков функций $u, v, \sqrt{u^2 + v^2}$, расположенных над любым замкнутым единичным полукругом $D \subset B_R$ были равны.

Основная часть. Вспомогательные утверждения. Под M будем понимать группу евклидовых движений плоскости комплексных чисел \mathbf{C} . Совокупность движений из M , которые оставляют компактное множество $A \subset \mathbf{C}$ внутри B , обозначим соответственно $\text{Mot}(A, B) = \{\lambda \in M : \lambda A \subset B\}$, $B(r, R) = \{z \in \mathbf{C} : r < |z| < R\}$.

Пусть $\mathfrak{F}(A, B)$ – класс локально интегрируемых в B функций, удовлетворяющие равенству $\int_{\lambda A} f(z) dz = 0$ для всех $\lambda \in \text{Mot}(\bar{A}, B)$. Прибавляя непрерывную дифференцируемость, получим соответствующий функциональный класс $\mathfrak{F}^k(A, B) = \mathfrak{F}(A, B) \cap C^k(B)$, где k – натуральное число, $\mathfrak{F}^\infty(A, B) = \mathfrak{F}(A, B) \cap C^\infty(B)$.

Всюду в дальнейшем точка $(x, y) \in \mathbb{R}^2$ отождествляется с комплексным числом $z = x + iy$. $K = \{(x, y) \in \mathbb{R}^2 : |x| \leq \frac{1}{2}, |y| \leq \frac{1}{2}\}$, $D = \{(x, y) \in \mathbb{R}^2 : x^2 + y^2 \leq 1, x \geq 0\}$.

В следующих леммах 1-6 рассмотрим только формулировки (их доказательства можно найти [4], [7]).

Лемма 1. Пусть ∂ – частная (в том числе и смешанная) производная любого порядка функции $f \in \mathfrak{F}^\infty(A, B)$. Тогда $\partial f \in \mathfrak{F}^\infty(A, B)$.

Лемма 2. Если f непрерывна в B_R и $\forall \lambda \text{ Mot}(K, B_R) = \{\lambda \in M : \lambda K \subset B_R\}$

$\int_{\lambda K} f dx dy = 0$, то смешанная разность от f по вершинам любого единичного

замкнутого квадрата K из B_R равна 0.

Лемма 3. Пусть $f \in C^k(B_R)$. Все производные от f k -го порядка равны нулю тогда и только тогда, когда f – многочлен степени не выше $k-1$.

Лемма 4. Предположим, что $f(x, y) = \sum_{q=1}^n \sum_{j=1}^m a_{qj} x^q y^j$. Пусть также

$\int_{\lambda A} f(x, y) dx dy = 0 \quad \forall \lambda \text{ Mot}(A, B) = \{\lambda \in M : \lambda A \subset B\}$, где A – компакт в \mathbb{R}^2 ненулевой

меры, B – некоторое открытое множество. Тогда $f \equiv 0$.

Лемма 5. Пусть $\delta > 0$ и функция $f \in C\left(B\left(\frac{\sqrt{2}}{2} - \delta, \frac{\sqrt{2}}{2} + \delta\right)\right)$. Пусть также

смешанная разность от f по вершинам любого единичного замкнутого квадрата, все вершины которого лежат в $B\left(\frac{\sqrt{2}}{2} - \delta, \frac{\sqrt{2}}{2} + \delta\right)$, равны 0.

Тогда

$$f(x, y) = b_0 x^2 + b_0 y^2 + b_1 x + b_2 y + b_3, \quad (4)$$

где b_0, b_1, b_2, b_3 – фиксированные константы.

Лемма 6. Пусть $R > \frac{\sqrt{65}}{8}$ и $f \in L_{loc}(B_R)$. Пусть также $\forall D \subset B_R$ и $\forall K \subset B_R$

$$\int_D f(x, y) dx dy = \int_K f(x, y) dx dy = 0. \text{ Тогда } f = 0.$$

Данный результат следует из лемм 1-5.

Доказательство теоремы 1.

Из самой теоремы В.К. Дзядыка [1] вытекает выполнение необходимости.

Чтобы обосновать достаточность, введём

$$f_1 = \left(1 + \left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial u}{\partial y}\right)^2\right)^{1/2}; \quad f_2 = \left(1 + \left(\frac{\partial v}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial v}{\partial y}\right)^2\right)^{1/2},$$

$$f_3 = \left(1 + \left(\frac{\partial}{\partial x} \sqrt{u^2 + v^2}\right)^2 + \left(\frac{\partial}{\partial y} \sqrt{u^2 + v^2}\right)^2\right)^{1/2}.$$

Из условия имеем

$$\int_{\lambda K} f_1 dx dy = \int_{\lambda K} f_2 dx dy = \int_{\lambda K} f_3 dx dy \quad \text{и} \quad \int_{\lambda D} f_1 dx dy = \int_{\lambda D} f_2 dx dy = \int_{\lambda D} f_3 dx dy$$

для любых $\lambda \in M : \lambda K \subset B_R, \lambda D \subset B_R$. Исследуем разности

$$\int_{\lambda K} f_1 dx dy - \int_{\lambda K} f_2 dx dy = \int_{\lambda K} (f_1 - f_2) dx dy = 0 \quad \text{и} \quad \int_{\lambda D} f_1 dx dy - \int_{\lambda D} f_2 dx dy = \int_{\lambda D} (f_1 - f_2) dx dy = 0.$$

По лемме 7 $f_1 - f_2 = 0$. Тогда $f_1 = f_2$. Аналогично установим равенства между другими функциями $f_1 = f_2 = f_3$. Отсюда следует равенство указанных в теореме 1 площадей, расположенных над любым измеримым подмножеством B_R

В силу теоремы В.К. Дзядыка [1] получаем, что одна из функций $u + iv, u - iv$ аналитическая в B_R .

Выводы. В работе были рассмотрены функции с нулевыми интегралами по всем замкнутым единичным квадратам и всем замкнутым единичным полукругам, лежащие в открытом круге. Установлено усиление известной теоремы В. К. Дзядыка [1] о геометрическом описании аналитических функций. Полученные результаты могут быть использованы в дальнейшем развитии теоретической части вопроса.

Литература

1. Дзядык, В. К. Геометрическое определение аналитических функций / В.К. Дзядык // УМК. – 1960. – Т. 15. – Вып. 1(91). – С. 191–194. – Текст: непосредственный.
2. Goodman, A. On the criterium of analytical function / A. Goodman // Amer. Math. Monthly. – 1964. – V. 71. – P. 265–267. – Текст: непосредственный.
3. Трохимчук, Ю. Ю. Об одном критерии аналитичности функции / Ю. Ю. Трохимчук // Укр. мат. журн. – 2007. – Т.59, № 10. – С. 1410–1418. – Текст: непосредственный.
4. Volchkov, V. V. Integral Geometry and Convolution Equations / V. V. Volchkov. – Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2003. – 454 p. – Текст: непосредственный.

5. Volchkov, V. V. Harmonic Analysis of Mean Periodic Functions on Symmetric Spaces and the Heisenberg Group / V. V. Volchkov., Vit. V. Volchkov. – London: Springer-Verlag, 2009. – 671 p. – Текст: непосредственный.

6. Volchkov, V. V. Offbeat Integral Geometry on Symmetric Spaces / V. V. Volchkov., Vit. V. Volchkov. – Basel: Birkhäuser, 2013. – 592 p. – Текст: непосредственный.

7. Волчков В. В. Экстремальные задачи, связанные с множествами Помпейю / В. В. Волчков, И. С. Пилипенко // Вестник Донецкого национального университета. Сер. А: Естественные науки. – 2022. – № 2 – С. 13-20. – Текст: непосредственный.

Пилипенко Ирина Сергеевна, студентка группы М1-Б, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донецкий государственный университет», 283001, г. Донецк, ул. Университетская, 24.

e-mail: irinasergeevnapilipenko@yandex.ru

Научный руководитель:

Волчков Валерий Владимирович, доктор физ.-мат. наук, профессор кафедры математического анализа и дифференциальных уравнений, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донецкий государственный университет», 283001, г. Донецк, ул. Университетская, 24.

e-mail: valeriyvolchkov@gmail.com

STRENGTHENING OF DZIADYK'S THEOREM ON THE EQUALITY OF THREE AREAS

Annotation. A strengthening of V. K. Dziadyk's theorem on the geometric description of analytical functions is obtained.

Keywords: analytical functions, V. K. Dziadyk's theorem, the Pompey set, functions with zero integrals.

Pilipenko Irina Sergeevna, student of the M1-B group, Donetsk State University, 283001, Donetsk, University str., 24.

e-mail: irinasergeevnapilipenko@yandex.ru

Scientific supervisor:

Volchkov Valeriy Vladimirovich, Ph.D., Professor; Professor of the Department of Mathematical Analysis and Differential Equations, Donetsk State University, 283001, Donetsk, University str., 24.

e-mail: valeriyvolchkov@gmail.com





УДК 517.5

Тимофеева К.В.,

аспирант, ФГБОУ ВО «ДонГУ»

Научный руководитель: д-р. ф.-м. наук, профессор

Волчков В.В.,

профессор кафедры математического анализа и дифференциальных уравнений ФГБОУ ВО «ДонГУ»

О ФУНКЦИЯХ С НУЛЕВЫМИ ИНТЕГРАЛАМИ ПО ТРЕУГОЛЬНИКАМ

Аннотация. Получено решение локального варианта проблемы Помпейю для квазианалитических функций с нулевыми интегралами по правильным треугольникам, содержащимся в открытом круге.

Ключевые слова: проблема Помпейю, свойство Помпейю, локальный вариант проблемы Помпейю, квазианалитические функции.

Введение. Данная работа посвящена исследованию проблемы Помпейю и связанным с ней вопросам для функций, удовлетворяющих условию квазианалитичности в открытом круге, которые имеют нулевые интегралы по всем замкнутым правильным треугольникам, лежащим в данном круге.

Классическая проблема Помпейю изучалась с первой половины XX столетия. Она состоит в описании класса компактных множеств A , для которых любая локально суммируемая функция, заданная на всем пространстве \mathbb{R}^n и имеющая нулевые интегралы по всем множествам, которые конгруэнтны A , равна нулю почти всюду. При выполнении перечисленных условий множество A называется множеством Помпейю или множеством со свойством Помпейю. С результатами по данной проблеме можно ознакомиться подробнее (см., например, [1]-[4] и содержащуюся в этих книгах библиографию).

Постановка задачи. В работе рассмотрен локальный вариант проблемы Помпейю в евклидовой плоскости \mathbb{R}^2 , а именно, когда функция f задана на открытом круге $B_R = \{x = (x_1, x_2) : \sqrt{x_1^2 + x_2^2} < R\}$. При этом в работе были рассмотрены функции, которые дополнительно удовлетворяют условию квазианалитичности в круге. В связи с этим поставлена следующая задача.

Задача. Исследовать функцию f в открытом круге B_R , имеющую нулевые интегралы по всем замкнутым правильным треугольникам со стороной длины 1, которые содержатся в B_R , и удовлетворяющую условию квазианалитичности.

Результаты.

Пусть $\mu = \{M_q\}_{q=0}^{\infty}$ – последовательность положительных чисел. Будем говорить, что функция f принадлежит классу $C^\mu(B_R)$, если $f \in C^\infty(B_R)$ и выполняется следующее неравенство:

$$\sup_{x \in B_R} |\partial^\alpha f(x)| \leq M_{|\alpha|}, \quad (1)$$

где ∂^α – оператор частного дифференцирования порядка $\alpha = (\alpha_1, \alpha_2)$, $|\alpha| = \alpha_1 + \alpha_2$.

В случае, когда дополнительно выполнено следующее условие:

$$\sum_{j=1}^{\infty} \frac{1}{\inf_{q \geq j} M_q^{1/q}} = +\infty, \quad (2)$$

функция f называется квазианалитической в круге B_R .

Основным результатом работы является следующая теорема.

Теорема 1. Пусть $f \in C^\mu(B_R)$, $R > \frac{1}{\sqrt{3}}$. Пусть также для функции f

выполняется следующее условие:

$$\int_T f(x) dx = 0 \quad (3)$$

для любого замкнутого правильного треугольника $T \subset B_R$ со стороной длины 1. Тогда, если выполняется (2), то $f = 0$ в B_R .

Прежде чем перейти к доказательству теоремы 1, сформулируем утверждение в виде леммы 1, полученное В.В. Волчковым в работе [5].

Пусть M – группа евклидовых движений комплексной плоскости \mathbb{C} , $B_r = \{z \in \mathbb{C} : |z| < r\}$ и $T^* \subseteq B_r$ – фиксированный правильный треугольник со стороной длины a . Обозначим $A_{a,r}$ – множество комплекснозначных функций $f \in C^\infty(B_r)$, для которых

$$\int_{\sigma T^*} f \, dx = 0 \quad \forall \sigma \in M : \sigma T^* \subseteq B_r.$$

Также будут использоваться следующие дифференциальные операторы:

$$D_1 = \frac{\partial}{\partial x_2}, \quad D_2 = \frac{\partial}{\partial x_1} - \frac{1}{\sqrt{3}} \frac{\partial}{\partial x_2}, \quad D_3 = \frac{\partial}{\partial x_1} + \frac{1}{\sqrt{3}} \frac{\partial}{\partial x_2}, \quad D = D_1 D_2 D_3,$$

$$\frac{\partial}{\partial z} = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial}{\partial x_1} - i \frac{\partial}{\partial x_2} \right), \quad \frac{\partial}{\partial \bar{z}} = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial}{\partial x_1} + i \frac{\partial}{\partial x_2} \right).$$

Лемма 1. Пусть $f \in A_{a,r}$. Тогда при $-r < z_1 < \sqrt{r^2 - a^2/4} - a\sqrt{3}/2$, $z_2 = z_1 + ae^{i\pi/6}$, $z_3 = \bar{z}_2$ выполняется равенство

$$\frac{2}{\sqrt{3}} (D_1 f)(z_1) + (D_2 f)(z_2) - (D_3 f)(z_3) = 0.$$

Доказательство основного результата.

Пусть $K_{r,R} = \{r < \sqrt{x_1^2 + x_2^2} < R\}$, $K_{r,R} \subset B_R$ – кольцо, для которого $\frac{1}{\sqrt{3}} < R < 1$ и $r = \sqrt{1 + R^2} - \sqrt{3}R$. Данное кольцо образовано вершинами всех треугольников $T \subset B_R$. Из леммы 1 следует (см. [1], часть 4, лемма 3.6), что, поскольку функция $f \in C^\mu(B_R)$ имеет нулевые интегралы по указанным треугольникам, то она может быть представлена в виде многочлена некоторой степени k в кольце $K_{r,R}$. Отсюда любая производная функции f порядка $(k+1)$ равняется нулю в кольце $K_{r,R}$.

В работе [5] было доказано следующее утверждение. Если $f \in A_{a,r}$, то все частные производные от f также принадлежат $A_{a,r}$. Данное утверждение выполняется для функций $f \in C^\infty(B_r)$. Докажем аналогичное утверждение для $f \in C^\mu(B_R)$. Рассмотрим функцию вида $g(x) = \partial^\beta f(x)$. Покажем, что $g \in C^\mu(B_R)$. Нетрудно заметить, что неравенство (1) будет выполняться для функции $g(x)$:

$$\sup_{x \in B_R} |\partial^\alpha g(x)| = \sup_{x \in B_R} |\partial^\alpha (\partial^\beta f(x))| = \sup_{x \in B_R} |\partial^{\alpha+\beta} f(x)| \leq M_{|\alpha+\beta|}.$$

Условие (2) также будет выполняться (см. [6], лемма 4). Таким образом, функция $g(x)$ является квазианалитической в круге B_R , имеет нулевые интегралы по правильным треугольникам, лежащим в B_R , а также равна нулю в кольце $K_{r,R}$. Отсюда следует (см. [6]), что $g = 0$ в B_R .

Так как исходная функция f равна многочлену некоторой степени k в кольце $K_{r,R}$, и из равенства нулю производных функции f в кольце следует равенство нулю производных в круге B_R , получаем, что функция f равна многочлену степени k во всём круге B_R . В силу того, что любая производная функции f имеет также нулевые интегралы по всем треугольникам $T \subset B_R$, получаем, что $f = 0$ в B_R .

По поводу других результатов, связанных с теоремой 1, см. [1], [7].

Выводы. В данной работе была рассмотрена локальная проблема Помпейю для множества правильных треугольников со стороной длины 1, содержащихся в открытом круге радиуса R . Решена задача, когда функция из класса квазианалитических функций, имеющая нулевые интегралы по всем замкнутым правильным треугольникам, будет равна нулю в данном круге радиуса R . Полученные результаты носят теоретический характер. Они могут быть использованы в комплексном анализе при изучении условий аналитичности функций.

Литература

1. Volchkov, V.V. Integral geometry and convolution equations / V.V. Volchkov // Dordrecht: Kluwer, 2003. – 454 p. – Текст: непосредственный.
2. Pompeiu, D. Sur certains systems d'equation lineaires et sur une propriete integrale de fonctions de plusieurs variables / D. Pompeiu // C. R. Accd. Sci. Paris, 1929. – V. 188. – Pp. 1138–1139. – Текст: непосредственный.
3. Zalzman, L. A bibliographic survey of Pompeiu problem. Approximation dy solutions of partial differential equations / L. Zalzman // Kluwer Academic Publishers, 1992. – P. 185 –194. – Текст: непосредственный.
4. Волчков, В.В. Экстремальные задачи о множествах Помпейю / В.В. Волчков // Матем. сб., 1998. – Т. 189, номер 7. – С. 3-22. – Текст: непосредственный.
5. Волчков, В.В. Об одной экстремальной задаче, связанной с теоремой Мореры / В. В. Волчков. – Матем. заметки, 1996. – Т. 60, № 6. – С. 804–809. – Текст: непосредственный.
6. Волчков, В.В. Локальная теорема о двух радиусах для квазианалитических классов функций / В.В. Волчков // Матем. заметки, 80:4, 2006. – С. 490–500. – Текст: непосредственный.
7. Волчков, В. В. Квазианалитичность и локальное свойство Помпейю / В.В. Волчков, К.В. Тимофеева // Вестник Донецкого национального университета. Серия А: Естественные науки, 2023. – № 2. – С. 21-26. – Текст: непосредственный.

Тимофеева Карина Витальевна, аспирант кафедры математического анализа и дифференциальных уравнений, ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет», 283001, г. Донецк, ул. Университетская, 24.

e-mail: timofeeva_karina00@mail.ru

Научный руководитель:

Волчков Валерий Владимирович., д. ф.-м. н., профессор, профессор кафедры математического анализа и дифференциальных уравнений ФГБОУ ВО

«Донецкий государственный университет», 283001, г. Донецк,
ул. Университетская, 24.

e-mail: valeriyvolchkov@gmail.com

ON FUNCTIONS WITH ZERO INTEGRALS OVER TRIANGLES

Annotation. A solution is obtained for a local version of the Pompeiu problem for quasi-analytic functions with zero integrals over regular triangles contained in an open disk.

Keywords: Pompeiu problem, Pompeiu property, local version of the Pompeiu problem, quasi-analytical functions.

Timofeeva Karina Vitalievna, graduate student, Donetsk State University, 283001, Donetsk, Universitetskaya str., 24.

e-mail: timofeeva_karina00@mail.ru

Scientific supervisor:

Volchkov Valeriy Vladimirovich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Professor of the Department of Mathematical Analysis and Differential Equations, Donetsk State University, 283001, Donetsk, Universitetskaya str., 24.

e-mail: valeriyvolchkov@gmail.com





УДК 514.74

Соболев Д.Р.,

студ. группы ПМИ-ФММММ 1,

ИММиКН имени И.И. Воровича, ЮФУ

Научный руководитель: к.ф.-м.н., доцент

Налбандян Ю.С.,

доцент кафедры математического анализа и геометрии

ИММиКН имени И.И. Воровича, ЮФУ

ЭЛЛИПТИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В ГЕОМЕТРИИ

Аннотация. Рассматриваются приложения теории эллиптических функций и интегралов к исследованию особенностей воздушного шара из специального синтетического полиэфирного волокна.

Ключевые слова: эллиптические функции, майларовый воздушный шар.

Введение. Формирование основных результатов теории эллиптических функций можно отнести к XVII-XIX вв. Оно тесно связано с именами выдающихся математиков и исследователей из разных стран. В частности, Якоб Бернулли в 1691 году разобрал задачу сравнения дуг одной кривой друг с другом без выражения их через дуги эллипса и гиперболы. Это событие стало одним из ключевых при формировании теории эллиптических функций и интегралов. Сегодня она находит широкое применение в криптографии – для создания криптографических методов и систем, в астрономии – для описания эллиптических орбит, а также в инженерии, механике, оптике и др. Кроме того, она является одним из наиболее эффективных инструментов для описания геометрических объектов. Примером может служить воздушный шар из майлара

(майлар – торговая марка плёнки, отличающейся особенной прочностью и изготовленной на основе синтетического полиэфирного волокна).

Постановка задачи. Ознакомиться с теорией эллиптических функций. Разобраться с тем, как эллиптические функции и эллиптические интегралы «работают» в геометрии. Перевести на русский язык статью [3], восстановить пропущенные расчёты и подготовить рекомендации по использованию её результатов в учебном процессе (в рамках курса математического анализа или спецкурсов).

Результаты. В процессе работы были разобраны классические определения, связанные с эллиптическими функциями и интегралами (в основном, по изданию [1]), а также подход к ним, продемонстрированный в публикации [3].

Двоякопериодической функцией f называют такую функцию, для которой существуют комплексные числа ω_1 и ω_2 , что для любых целых чисел m и n выполняется равенство: $f(z + m\omega_1 + n\omega_2) = f(z)$. Далее будем рассматривать мероморфные двоякопериодические функции. Отметим, что у мероморфной аналитической функции нет в конечной области \mathbb{C} особых точек, отличных от полюсов. Таким образом, мероморфная двоякопериодическая функция называется эллиптической функцией. В свою очередь эллиптический интеграл – интеграл от алгебраической функции первого рода $\int_{z_0}^{z_1} R(z, w) dz$, где $R(z, w)$ – рациональная функция от двух переменных, связанных уравнением

$$w^2 = f(z) \equiv a_0 z^4 + a_1 z^3 + a_2 z^2 + a_3 z + a_4,$$

где $f(z)$ – многочлен 3-й или 4-й степени без кратных корней.

Функцией Якоби $sn(u, k)$ называют функцию, обратную к интегралу:

$$u = \int_0^{sn(u,k)} \frac{dt}{\sqrt{1-t^2}\sqrt{1-k^2t^2}}$$

В более общем смысле рассматриваются эллиптические интегралы первого рода, имеющие вид

$$F(z, k) = \int_0^z \frac{dt}{\sqrt{1-t^2}\sqrt{1-k^2t^2}},$$

а также эллиптические интегралы второго рода

$$E(z, k) = \int_0^z \frac{\sqrt{1-k^2t^2}}{\sqrt{1-t^2}} dt.$$

Если положить $z = 1$ в $F(z, k)$ и $E(z, k)$, то получим полные эллиптические интегралы первого и второго рода, обозначаемые $K(k)$ и $E(k)$ соответственно.

Наконец, эллиптический интеграл третьего рода с параметром n имеет вид:

$$\Pi(z, n, k) = \int_0^z \frac{dt}{(1-nt^2)\sqrt{1-t^2}\sqrt{1-k^2t^2}}.$$

Вторая функция Якоби $cn(u, k)$ может быть определена при помощи тождества:

$$sn^2(u, k) + cn^2(u, k) = 1.$$

И, наконец, третья $dn(u, k)$ имеет вид

$$dn^2(u, k) + k^2 sn^2(u, k) = 1.$$

Одним из ярких примеров применения эллиптической теории является майларовый воздушный шар. Он представляет собой два круглых диска, сшиваемых друг с другом по краям. После этого получившийся шар накачивают воздухом или гелием. Математическая модель данного объекта строится следующим образом: когда диск надувается, радиус, деформируясь, сводится к кривой $z = z(x)$, находящейся в первом квадранте плоскости XZ . Кривая проходит от самой высокой точки оси z до точки пересечения с осью x . При вращении вокруг оси z кривая образует верхнюю половину воздушного шара. В свою очередь нижнюю половину можно получить, отразив верхнюю через плоскость XY . Положим r – радиус надутого шара. Из свойств материала вытекает, что майлар обладает растяжением не по максимуму. Таким образом, длина кривой $z = z(x)$ от $x = 0$ до $x = r$ равна внутреннему радиусу a . Имеем

$$\int_0^r \sqrt{1 + z'(x)^2} dx = a.$$

Этим определяется форма воздушного шара. В отличие от сферы, заключающей в себе максимальный объём для заданной площади поверхности, он максимизирует объём для заданной дуги образующей. Можно сказать, что он напоминает слегка сплюснутую сферу.

Поверхность вращения S , моделирующая шар, может быть параметризована следующим образом:

$$x[u, v] = (x(u, v), y(u, v), z(u, v)), \text{ где } u \in \left[-K\left(\frac{1}{\sqrt{2}}\right), K\left(\frac{1}{\sqrt{2}}\right)\right] \text{ и } v \in [0, 2\pi],$$

т.е.

$$x(u, v) = r \operatorname{cn}\left(u, \frac{1}{\sqrt{2}}\right) \cos v, \quad y(u, v) = r \operatorname{cn}\left(u, \frac{1}{\sqrt{2}}\right) \sin v,$$

$$z(u, v) = r\sqrt{2} \left[E\left(\operatorname{sn}\left(u, \frac{1}{\sqrt{2}}\right), \frac{1}{\sqrt{2}}\right) - \frac{1}{2} F\left(\operatorname{sn}\left(u, \frac{1}{\sqrt{2}}\right), \frac{1}{\sqrt{2}}\right) \right].$$

Благодаря данной параметризации можно установить соотношение между радиусом r надутого шара и радиусом a – сдутого.

$$\begin{aligned} \int_0^K \sqrt{x'(u)^2 + z'(u)^2} du &= \int_0^K r \sqrt{\operatorname{sn}^2(u) \operatorname{dn}^2(u) + \frac{1}{2} \operatorname{cn}^4(u)} du \\ &= \int_0^K r \sqrt{\operatorname{sn}^2(u) \left(1 - \frac{1}{2} \operatorname{sn}^2(u)\right) + \frac{1}{2} (1 - \operatorname{sn}^2(u))^2} du \\ &= r \int_0^K \sqrt{\operatorname{sn}^2(u) - \frac{1}{2} \operatorname{sn}^4(u) + \frac{1}{2} - \operatorname{sn}^2(u) + \frac{1}{2} \operatorname{sn}^4(u)} du = \frac{r}{\sqrt{2}} \int_0^K du \\ &= \frac{r}{\sqrt{2}} K\left(\frac{1}{\sqrt{2}}\right) = a. \end{aligned}$$

Таким образом, установлено: $a \approx 1.3110r$.

Для вычисления толщины шара τ необходимо взять $2z\left(\frac{\pi}{2}\right)$:

$$\tau = 2z\left(\frac{\pi}{2}\right) = 2\sqrt{2} \left[E\left(\frac{1}{\sqrt{2}}\right) - \frac{1}{2} K\left(\frac{1}{\sqrt{2}}\right) \right] r.$$

В свою очередь, объём можно получить следующим образом:

$$V = \pi\sqrt{2}r^3 \int_0^K cn^4\left(u, \frac{1}{\sqrt{2}}\right) du = \frac{\pi\sqrt{2}}{3} K\left(\frac{1}{\sqrt{2}}\right) r^3.$$

Выводы. Статья И.М. Младенова, помимо её научной ценности, оказалась полезной с методической точки зрения. Во-первых, использованная техника достаточно быстро может быть адаптирована к описанию других геометрических объектов. Во-вторых, рост внимания к теории эллиптических функций и интегралов и к использованию соответствующих методов при решении различных задач в области инженерии, механики и физики заставляет задуматься о необходимости включения их в учебную программу. Возможно – в виде спецкурса или модуля в одной из имеющихся учебных дисциплин. А на первом этапе было бы полезно включить раздел, посвященный эллиптическим интегралам, в модули, посвященные интегрированию.

Литература

1. Прасолов, В.В. Эллиптические функции и алгебраические уравнения / В.В. Прасолов, Ю.П. Соловьев. – М.: Факториал, 1997. – 288 с. – Текст: непосредственный.
2. Соломенцев Е.Д. Эллиптическая функция / Математическая энциклопедия. – Т.5. – М.: Советская энциклопедия, 1985. – 1052 с. – Текст: непосредственный.
3. Mladenov I. M. New Geometrical Applications of the Elliptic Integrals: The Mylar Balloon // J. of Nonlinear Math. Phys., 2004. – V. 11, p. 55-65. – DOI:10.2991/jnmp.2004.11.s1.7. – URL: https://www.researchgate.net/publication/228396510_New_Geometrical_Applications_of_the_Elliptic_Integrals_The_Mylar_Balloon (дата обращения: 08.04.2024). – Текст: электронный.

Соболев Дмитрий Романович, студент группы ПМИ-ФММММ 1, Институт математики, механики и компьютерных наук имени И.И. Воровича, ЮФУ, 344090, г. Ростов-на-Дону, ул. Мильчакова, 8А.

e-mail: dsobolev@sfedu.ru.

Научный руководитель:

Налбандян Юлия Сергеевна, к.ф.-м.н., доцент, доцент кафедры математического анализа и геометрии, Институт математики, механики и компьютерных наук имени И.И. Воровича, ЮФУ, 344090, г. Ростов-на-Дону, ул. Мильчакова, 8А.

e-mail: ysnalbandyan@sfedu.ru.

ELLIPTIC FUNCTIONS AND THEIR GEOMETRICAL APPLICATION

Annotation. Applications of the theory of elliptic functions and integrals to study features of the balloon made of special synthetic polyester fiber are considered.

Keywords: elliptic functions, the Mylar balloon.

Sobolev Dmitrii Romanovich, student of the AMI-FMМММ 1 group, Institute of Mathematics, Mechanics, and Computer Science named after I.I. Vorovich SFedU, 344090, Rostov-on-Don, Milchakova str., 8A.

e-mail: dsobolev@sfedu.ru.

Scientific supervisor:

Nalbandyan Yuliya Sergeevna, Ph.D., Associate Professor; Associate Professor of the Department of Mathematical Analysis and Geometry, Institute of Mathematics, Mechanics, and Computer Science named after I.I. Vorovich SFedU, 344090, Rostov-on-Don, Milchakova str., 8A.

e-mail: ysnalbandyan@sfedu.ru.





УДК 004.023

Шевченко Б.А.,

студ. группы ЭАПУ-20, ФГБОУ ВО «ДонНТУ»

Копылова М.А.,

студ. группы СМЗ-61, МГТУ им. Н.Э. Баумана

Научный руководитель:

Чепига А.А.,

аспирант ПАО «НПО «Алмаз» им. академика А.А. Расплетина»

Локтионов И.К.,

ст. преподаватель кафедры высшей математики им. В.В. Пака,

ФГБОУ ВО «ДонНТУ»

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ТРАЕКТОРИЙ ПОЛЕТА БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ПРИ РАЗВОРОТЕ

Аннотация. В статье приведен алгоритм решения задачи построения траектории полета беспилотных летательных аппаратов для наблюдения за статическими целями. Алгоритм обеспечивает близкий к минимальному путь и учитывает ограничение на минимальный радиус поворота.

Ключевые слова: БПЛА, траектория движения, радиус разворота.

Введение. Развитие беспилотных летательных аппаратов началось еще в начале 1970-х годов. Американские и израильские разработчики начали экспериментировать с БПЛА маленьких габаритов, более медленными и дешевыми. Эти беспилотные летательные аппараты напоминали крупногабаритные самолеты, приводимые в движение тепловыми двигателями мотоциклов или снегоходов. Их наиболее важной особенностью было то, что в них использовались камеры нового поколения, меньшего размера, с возможностью съемки, что позволяло передавать изображения пилоту-

оператору в режиме реального времени. Потребность в технологиях для поддержки молодого рынка беспилотных летательных аппаратов привела НАСА к реализации ключевой программы в 1990 году.

Как правило, система беспилотного летательного аппарата состоит из активного элемента (самого транспортного средства) и станции управления. Система управления может управляться либо с помощью устройства ручного пилотирования (которое обеспечивает рабочий диапазон на уровне визуального диапазона), либо с помощью модуля автопилотирования с интеграцией системы GPS и, соответственно, средств отслеживания маршрутов полета [8]. Благодаря тому, что использование этих беспилотных летательных аппаратов сопряжено с низким уровнем риска, низкой стоимостью и возможностью широкого применения в различных областях, эти устройства обладают беспрецедентными преимуществами. Среди основных преимуществ беспилотных летательных аппаратов можно перечислить следующие:

- возможность их использования в ситуациях повышенного риска и в труднодоступных районах;
- возможность получения временных и пространственных данных высокого разрешения;
- возможность автономного и стабилизированного полета;
- охват интересующих областей в режиме реального времени;
- возможность предоставлять высококачественные данные, высокоточные фотографии и другие потоки данных (химические и ядерные измерения и т.д.);
- низкие эксплуатационные расходы (лишь малая часть эксплуатационных расходов при традиционном планировании с участием человека-пилота).

Одной из важнейших задач при управлении БПЛА является расчет траектории движения. В данной статье предлагается методика расчета для частного случая – расстояния, пройденного БПЛА во время разворота, при помощи классических подходов из аналитической геометрии.

Постановка задачи. Имеются: $A(x_a; y_a)$ – начальная точка движения БПЛА, $B(x_b; y_b)$ – точка начала разворота, $C(x_c; y_c)$ – конечная точка движения,

радиус разворота БПЛА R с центром в точке O и касательные к окружности AB и CD в точках касания B и D . Величина R известна. Необходимо найти координаты точки D и длину дуги BD , учитывая, что $ABDC$ – траектория движения БПЛА (рис. 1).

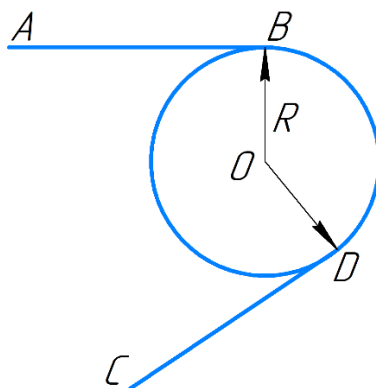


Рисунок 1. Траектория $ABDC$

Так как AB – касательная, OB – радиус, то $AB \perp OB$.

Отложим от точки $B(x_b; y_b)$ расстояние R в – направлении вектора $\overline{N_{AB}}(A; B)$ – нормаль прямой AB , или $\overline{N_{AB}}(-A; -B)$ – частный случай нормали.

Из формул

$$\frac{x - x_a}{x_b - x_a} = \frac{y - y_a}{y_b - y_a}, \quad (1)$$

$$Ax + By + C = 0 \quad (2)$$

Получаем:

$$\begin{aligned} A &= y_b - y_a, \\ B &= x_a - x_b, \end{aligned} \quad (3)$$

$$t = \frac{R}{|\overline{N_{AB}}|} = \frac{R}{\sqrt{A^2 + B^2}}, \quad (4)$$

где t – отношение радиуса к длине вектора нормали $\overline{N_{AB}}$.

Находим координаты точки O , возможны 2 случая (рис. 2).

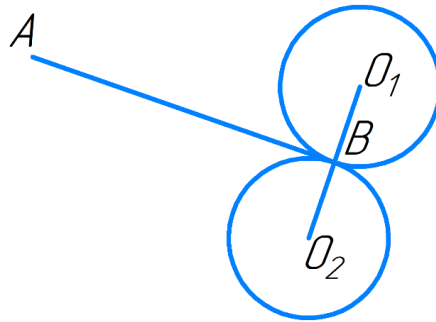


Рис. 2. Два случая расположения точки O

$$\begin{aligned}
 x_{o_1} &= x_b + A \cdot t, \\
 x_{o_2} &= x_b - A \cdot t, \\
 y_{o_1} &= y_b + B \cdot t, \\
 y_{o_2} &= y_b - B \cdot t.
 \end{aligned}
 \tag{5}$$

Из двух решений O_1 и O_2 выбираем ту точку, при которой CO будет меньший

$$\begin{aligned}
 CO_1 &= \sqrt{(x_c - x_{o_1})^2 + (y_c - y_{o_1})^2}, \\
 CO_2 &= \sqrt{(x_c - x_{o_2})^2 + (y_c - y_{o_2})^2}.
 \end{aligned}
 \tag{6}$$

Из точки C можно провести 2 касательных. Через точки касания D_1 и D_2 проведём прямую.

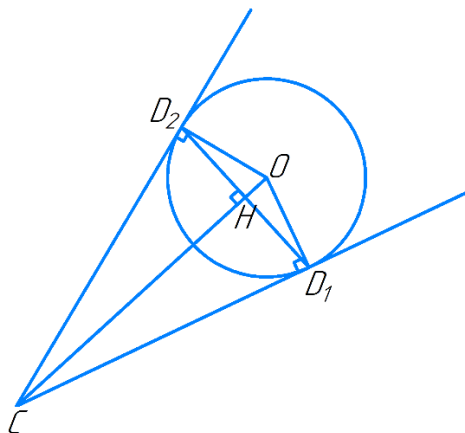


Рисунок 3. Нахождение координат точки D

D_1D_2 перпендикулярен CO и пересекает её в точке H .

$\triangle CD_1D_2$ – равнобедренный ($CD_1 = CD_2$);

CO и CH совпадают, CH – биссектриса и высота $\Rightarrow \triangle CD_1O = \triangle CD_2O$.

$\angle CD_2O = \angle D_2HO = 90^\circ$; $\angle COD_2$ ($\angle HOD_2$) – общий

$\Rightarrow \triangle CD_2O \sim \triangle D_2HO$.

Из подобия треугольников:

$$\frac{CD_2}{D_2H} = \frac{CO}{D_2O} = \frac{OD_2}{OH}; \quad (7)$$

$$OH = \frac{OD_2 \cdot D_2O}{CO} = \frac{R^2}{CO}.$$

Отложим от точки O расстояние OH в направлении вектора $\overrightarrow{OC}\{x_c - x_o; y_c - y_o\}$.

Длина CO была найдена (см. формулы (6)).

Введём отношение t_1 :

$$t_1 = \frac{OH}{CO} = \frac{R^2}{CO^2}. \quad (8)$$

Найдём координаты точки H :

$$\begin{aligned} x_h &= x_o + t_1 \cdot (x_c - x_o), \\ y_h &= y_o + t_1 \cdot (y_c - y_o). \end{aligned} \quad (9)$$

Запишем формулы площади для $\triangle OD_1C$:

$$S = \frac{1}{2} D_1O \cdot D_1C = \frac{1}{2} CO \cdot D_1H, \quad (10)$$

$$\Rightarrow DH = \frac{D_1O \cdot D_1C}{CO}.$$

По теореме Пифагора:

$$D_1C^2 + OD_1^2 = CO^2, \quad (11)$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow D_1C &= \sqrt{CO^2 - OD_1^2} \Rightarrow DH = D_1O \sqrt{\frac{CO^2 - OD_1^2}{CO^2}} = R \sqrt{1 - \frac{R^2}{CO^2}} = \\ &= R \sqrt{1 - t_1}. \end{aligned}$$

Отложим DH от точки H в направлении $\overrightarrow{N_{oc}}(A_{oc}; B_{oc})$ или противоположном:

$$\begin{aligned} A_{oc} &= y_o - y_c, \\ B_{oc} &= x_c - x_o. \end{aligned} \quad (12)$$

Найдём отношение длин DH и нормали $\overrightarrow{N_{oc}}$:

$$t_2 = \frac{DH}{\sqrt{A_{oc}^2 + B_{oc}^2}}. \quad (13)$$

Найдём координаты точки D :

$$\begin{aligned} x_{d_1} &= x_h + A \cdot t_2, \\ x_{d_2} &= x_h - A \cdot t_2, \\ y_{d_1} &= y_h + B \cdot t_2, \\ y_{d_2} &= y_h - B \cdot t_2. \end{aligned} \quad (14)$$

Выбор точки D изображен на рис. 4.

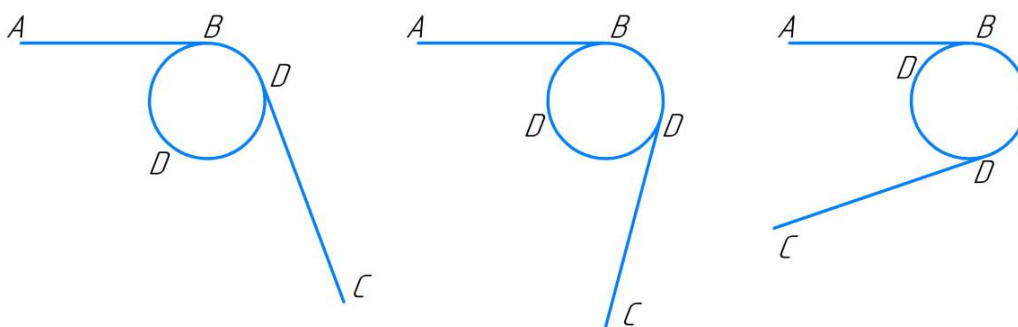


Рисунок 4. Выбор касательной CD

На рис. 4 видно, что если угол $\angle ABC > 90^\circ$, то выбираем BD – меньший.

Если $\angle ABC = 90^\circ$, то $BD_1 = BD_2$ – нужен другой критерий.

Если $\angle ABC < 90^\circ$, то BD – больший.

Для оценки угла $\angle ABC$ можно использовать теорему Пифагора.

Если $AC^2 > AB^2 + BC^2$ – угол тупой, если $AC^2 < AB^2 + BC^2$ – угол острый.

Если $\angle ABC = 90^\circ$, то выбираем точку D так, чтобы расстояние AD было больше.

Найдём длину дуги BD . Две точки делят окружность на две дуги. Так как дуга – траектория, то она будет большей только если $\angle ABC$ – острый и расстояние от точки C до AB меньше $2R$.

Найдём угол $\varphi(\angle BOD)$ из $\triangle BOD$. Учитывая, что $OB = DO = R$, запишем теорему косинусов:

$$BD^2 = BO^2 + DO^2 - 2 \cdot BO \cdot DO \cdot \cos \varphi; \quad (15)$$

$$\Rightarrow BD^2 = 2R^2 - 2R^2 \cos \varphi \Rightarrow \cos \varphi = 1 - \frac{BD^2}{2R^2}.$$

Проверив ограничения функции $a \cos(x)$ находим угол φ (в радианах):

$$\varphi = a \cos\left(1 - \frac{BD^2}{2R^2}\right). \quad (16)$$

Найдём расстояние от точки C до AB по формуле:

$$L_1 = \frac{|A_{AB} \cdot x_c + B_{AB} \cdot y_c - A_{AB} \cdot x_a - B_{AB} \cdot y_a|}{\sqrt{A_{AB}^2 + B_{AB}^2}}. \quad (17)$$

Если $L_1 < 2R$ и $\angle ABC$ – острый, то

$$BD = (2\pi - \varphi) \cdot R. \quad (18)$$

Иначе

$$BD = \varphi \cdot R. \quad (19)$$

Выводы. Разработанная методика расчета траектории движения БПЛА при развороте позволила обеспечить близкий к минимальному путь с учетом ограничения на минимальный радиус поворота.

Литература

1. Helsgaun K. An Effective Implementation of the Lin-Kernighan Traveling Salesman Heuristic // European Journal of Operational Research. 2000. № 121. P. 106–130. – Текст: непосредственный.

2. LKH Version 2.0.7 (November 2012). – URL: <http://www.akira.ruc.dk/~keld/research/LKH> (date of access: 01.04.2017). – Текст: электронный.

3. Isaacs J.T., Hespanha J.P. Dubins Traveling Salesman Problem with Neighborhoods: A Graph-Based Approach. // Algorithms. 2013. – Vol. 6. – Pp. 84–99. – Текст: непосредственный.

Шевченко Богдан Андреевич, студент группы ЭАПУ-20, Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования «Донецкий национальный технический университет», 83001, г. Донецк, ул. Артема, 58.

e-mail: 783bsh@gmail.com

Копылова Мария Алексеевна, студентка группы СМЗ-61, Российский национальный исследовательский университет «Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана», 105005, г. Москва, Бауманская 2-я улица, 5-1.

e-mail: mashka.kopylova@gmail.com

Научный руководитель:

Чепига Андрей Александрович, аспирант ПАО «НПО «Алмаз» им. академика А.А. Расплетина», Ленинградский проспект, д. 80, корп. 16, г. Москва, 125190, Россия.

e-mail: andreychepiga@yandex.ru

Локтионов Игорь Константинович, ст. преподаватель кафедры высшей математики им. В.В. Пака, Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования «Донецкий национальный технический университет», 83001, г. Донецк, ул. Артема, 58.

e-mail: lok_ig@mail.ru

THE METHOD OF CALCULATING THE FLIGHT PATHS OF UNMANNED AERIAL VEHICLES DURING A U-TURN

Annotation. The article presents an algorithm for solving the problem of constructing the flight path of unmanned aerial vehicles for monitoring static targets. The algorithm provides a path close to the minimum and takes into account the restriction on the minimum turning radius.

Keywords: UAV, trajectory, turning radius.

Shevchenko Bogdan Andreevich, student of the EAPU-20 group, Donetsk National Technical University, 83001, Donetsk, Artem str., 58.

e-mail: 783bsh@gmail.com

Kopylova Maria Alekseevna, student of the SMZ-61 group, Russian National Research University "Bauman Moscow State Technical University", 5-1 Baumanskaya 2nd Street, Moscow, 105005.

e-mail: mashka.kopylova@gmail.com

Scientific supervisor:

Chepiga Andrey Alexandrovich, Postgraduate student of PJSC NPO Almaz named after Academician A.A. Raspletin, Leningradsky Prospekt, 80, building 16, Moscow, 125190, Russia.

e-mail: andreychepiga@yandex.ru

Loktionov Igor Konstantinovich, Ph.D., Associate Professor, V.V. Pak Department of Higher Mathematics, Donetsk National Technical University, 83001, Donetsk, Artem str., 58.

e-mail: lok_ig@mail.ru





УДК 51-77

Подгорный В.В.,

студ. группы 3001, ФГБОУ ВО «РГУ имени С.А. Есенина»

Научный руководитель: канд. физ.-мат. наук, доцент

Лискина Е.Ю.,

заведующий кафедрой математики

ФГБОУ ВО «РГУ имени С.А. Есенина»

**ВЛИЯНИЕ СТОИМОСТИ ПОТРЕБИТЕЛЬСКОЙ КОРЗИНЫ
НА ОБЩИЙ КОЭФФИЦИЕНТ РОЖДАЕМОСТИ РЕГИОНОВ
ЦЕНТРАЛЬНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА**

Аннотация. Методом анализа панельных данных, исследовано влияние потребительской корзины, ориентированной на бедные слои населения, на общий коэффициент рождаемости.

Ключевые слова: анализ панельных данных, потребительская корзина, регионы Центрального федерального округа, общий коэффициент рождаемости.

Введение. Оценка влияния стоимости потребительской корзины на общий коэффициент рождаемости является актуальной задачей, так как может позволить выработать меры по повышению рождаемости.

Постановка задачи и данные. Данная статья исследует взаимосвязь между общим коэффициентом рождаемости и потребительской корзиной [1, приложение 4] в регионах Центрального федерального округа (ЦФО) на промежутке 2004–2020 гг. Задача настоящего исследования – выявить региональные различия во влиянии стоимости потребительской корзины на общий коэффициент рождаемости. Источники данных: Единая межведомственная информационно-статистическая система [2] и Федеральная

служба государственной статистики [3]. Для вычислений использовались табличный процессор MS Excel на уровне значимости 0,05.

Методология и вычисления. На первом этапе был проведен отбор факторов. В качестве объясненной переменной Y выступает общий коэффициент рождаемости. В качестве независимых регрессоров X_i – товары и услуги потребительской корзины. Предполагалось, что потребительская корзина рассчитана на наиболее бедные слои населения, поэтому к товарам и услугам с достаточным количеством данных предъявлены следующие требования:

- 1) данные по товару есть на всем промежутке времени;
- 2) среди товаров, имеющих альтернативы, мы выбираем товар с наименьшей ценой, остальные альтернативы исключаем;
- 3) если товар не покупается ежедневно (или еженедельно) и его можно получить бесплатно (по благотворительности), то данный товар исключаем;
- 3) если услуга не является жизненно необходимой, то услугу исключаем.

Таким образом, получили набор факторов, представленный в таблице 1.

Таблица 1. Потребительская корзина наиболее бедного населения

Фактор	Обозначение	Фактор	Обозначение
Куры охлажденные и мороженые, кг	X_1	Картофель, кг	X_{11}
Сахар-песок, кг	X_2	Капуста белокочанная свежая, кг	X_{12}
Соль поваренная пищевая, кг	X_3	Лук репчатый, кг	X_{13}
Чай черный байховый, кг	X_4	Морковь, кг	X_{14}
Хлеб из ржаной муки и из смеси муки ржаной и пшеничной, кг	X_5	Яблоки, кг	X_{15}
Яйца куриные, 10 шт.	X_6	Мыло хозяйственное, 200 г	X_{16}
Рис шлифованный, кг	X_7	Спички, коробок	X_{17}
Пшено, кг	X_8	Ацетилсалициловая кислота (Аспирин отечественный), 500 мг, 10 таблеток	X_{18}
Вермишель, кг	X_9	Метамизол натрия (Анальгин отечественный), 500 мг, 10 таблеток	X_{19}
Макаронные изделия из пшеничной муки высшего сорта, кг	X_{10}	Плата за жилье в домах государственного и муниципального жилищных фондов, м2 общей площади	X_{20}
		Корвалол, 25 мл	X_{21}

Для исключения эндогенности объясненная переменная Y входит в модель с лагом в год. После спецификации получили, что целесообразно использовать следующее уравнение для модели сквозной регрессии (OR-модели):

$$Y_{i(t+1)} = \sum_{j=1}^{21} a_{i,j} X_{i(t),j} + \varepsilon_{i(t)}, \quad t = \overline{2004; 2020}. \quad (1)$$

Далее на основании корреляционной матрицы, коэффициентов VIF и значимости коэффициентов уравнения регрессии из уравнения (1) были исключены статистически незначимые факторы, уравнение (1) приняло вид

$$Y_{i(t+1)} = \sum_{j \in \{2,4,5,6,7,10,11,12,14,15,16,19,21\}} a_{i,j} X_{i(t),j} + \varepsilon_{i(t)}, \quad t = \overline{2004; 2020}. \quad (2)$$

Вместе с уравнением (2) для выявления региональных различий исследовалось уравнение с индивидуальными эффектами

$$Y_{i(t+1)} = \sum_{j \in \{2,4,5,6,7,10,11,12,14,15,16,19,21\}} a_{i,j} X_{i(t),j} + u_i + \varepsilon_{i(t)}, \quad t = \overline{2004; 2020}, \quad (3)$$

где u_i – индивидуальный эффект i -го региона. Выбор наилучшего уравнения осуществлялся между пятью стандартными моделями: сквозной регрессии (OR), несвязанных регрессий (UR), с постоянными индивидуальными эффектами (FE), со случайными индивидуальными эффектами (RE). Их характеристики приведены в таблице 2.

Сравнение моделей проводилось с помощью стандартных тестов: F -теста Вальда и LM -теста Бройша – Пагана. Результаты проверок гипотез о сравнении моделей приведены в таблице 3, из которой следует, что модели можно разместить в порядке убывания предпочтительности: FE, UR, RE, OR. Следовательно, наилучшей моделью является FE-модель – уравнение, учитывающее как однородное влияние цен потребительской корзины, так и индивидуальные эффекты регионов, обусловленные как неучтенными факторами, так и региональными особенностями. Вычисления показали, что для FE-модели выполнены условия Гаусса – Маркова.

Таблица 2. Статистические характеристики регрессионных моделей

Характеристика	Модель			
	OR-модель	UR-модель	FE-модель	RE-модель
R^2	0,973	0,984..0,999	0,876	0,973
Остаточная сумма квадратов RSS	893,358	133,334	108,289	893,181
F -статистика	853,254	–	79,554	852,001
Вероятность F -статистики	$7,92 \cdot 10^{-234}$	–	$1,836 \cdot 10^{-90}$	$9,71 \cdot 10^{-234}$
Средняя ошибка аппроксимации, %	13,9	–	11,5	14,5
Статистика Дарбина-Уотсона	1,093	–	1,054	1,093
Статистика Харке – Бера	3,165	–	1,546	3,169

Таблица 3. Результаты тестов

Тест	Нулевая гипотеза	Наблюдаемое значение	Критическое значение	Вывод о принятии нулевой гипотезы
F -Тест Вальда	OR предпочтительнее FE	132,627	1,658	отклонена
	UR предпочтительнее FE	5,213	1,754	отклонена
	UR предпочтительнее RE	-19,174	1,754	принята
LM -Тест Бройша – Пагана	OR предпочтительнее RE	10460,649	3,841	отклонена

По результатам исследования уравнение (3) приняло следующий вид (в круглых скобках под коэффициентом указаны через точку с запятой стандартная ошибка и значение t -статистики):

$$\begin{aligned}
 Y_{i(t+1)} = & \underset{(0,008;5,648)}{0,047} X_{2(t)} - \underset{(0,001;-5,815)}{0,004} X_{4(t)} - \underset{(0,016;-1,66)}{0,026} X_{5(t)} + \underset{(0,014;5,226)}{0,071} X_{6(t)} + \\
 & + \underset{(0,01;0,94)}{0,009} X_{7(t)} + \underset{(0,008;0,5,751)}{0,044} X_{10(t)} + \underset{(0,014;2,249)}{0,033} X_{11(t)} - \underset{(0,013;-4,289)}{0,057} X_{12(t)} + \\
 & + \underset{(0,017;3,253)}{0,055} X_{14(t)} - \underset{(0,008;3,253)}{0,004} X_{15(t)} + \underset{(0,02;1,454)}{0,029} X_{16(t)} - \\
 & + \underset{(0,042;-4,426)}{0,186} X_{19(t)} - \underset{(0,035;-5,221)}{0,182} X_{21(t)} + u_i + \varepsilon_{i(t)}.
 \end{aligned}$$

Рейтинг значений индивидуальных эффектов регионов u_i представлен на рисунке 1.

Результаты. На основании проведенного исследования можно сделать вывод о том, что на общий коэффициент рождаемости оказывают значимое влияние стоимость товаров и услуг потребительской корзины. Однако, существуют и постоянные региональные эффекты, оказывающие влияние на

коэффициент рождаемости. Влияние цен на общий коэффициент рождаемости представлено в таблице 4.

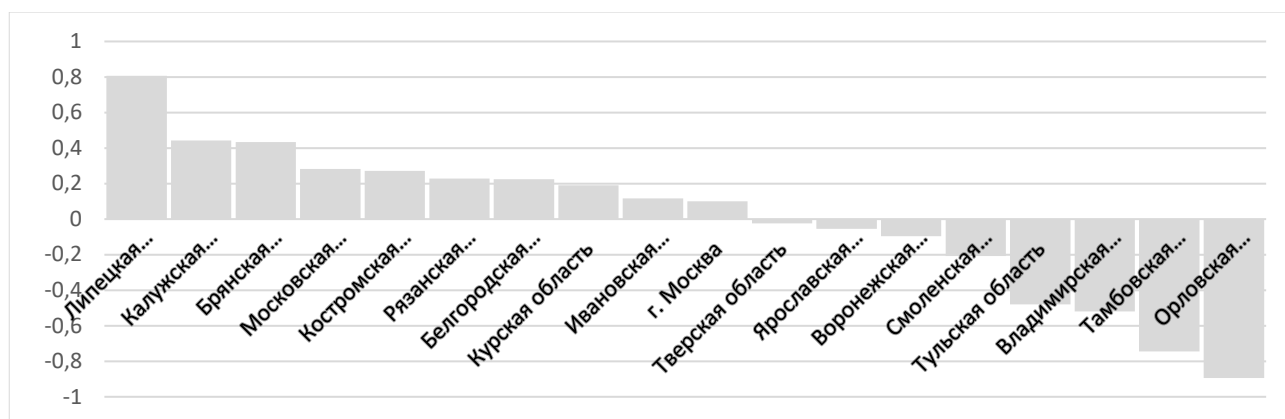


Рисунок 1. Рейтинг регионов по индивидуальным эффектам

Таблица 4. Влияние факторов на общий коэффициент рождаемости

Факторы, цена которых положительно влияет на общий коэффициент рождаемости	Факторы, цена которых отрицательно влияет на общий коэффициент рождаемости
Сахар-песок, яйца куриные, рис шлифованный, макаронные изделия из пшеничной муки высшего сорта, картофель, морковь, мыло хозяйственное.	Чай черный байховый, хлеб из ржаной муки и из смеси муки ржаной и пшеничной, капуста белокочанная свежая, яблоки, метамизол натрия (Анальгин отечественный), корвалол.

Литература

1. Об утверждении наборов потребительских товаров и услуг для наблюдения за ценами и тарифами. Приказ от 25.12.2020 № 848 (в ред. от 23.04.2021) // // Федеральная служба государственной статистики. – URL: <https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/gAscGt6Z/Приказ%20от%2025%2012%202020%20№%20848.pdf>. (дата обращения: 28.10.2023 г.). – Текст: электронный.

2. Средние потребительские цены (тарифы) на товары и услуги // Единая межведомственная информационно-статистическая система. – <https://www.fedstat.ru/indicator/31448> (дата обращения: 15.04.2024). – Текст: электронный.

3. Регионы России. Социально-экономические показатели: статистический сборник. 2004–2022 гг. // Федеральная служба государственной статистики. –

URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13204> (дата обращения: 28.10.2023). – Текст: электронный.

Подгорный Владислав Викторович, студент группы 3001, ФГБОУ ВО «Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина», 390000, г. Рязань, ул. Свободы, 46.

e-mail: podgorny339@gmail.com.

Научный руководитель:

Лискина Екатерина Юрьевна, канд. физ.-мат. наук, доцент, заведующий кафедрой математики, ФГБОУ ВО «Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина», 390000, г. Рязань, ул. Свободы, 46.

e-mail: katelis@yandex.ru.

**THE IMPACT OF THE COST OF THE CONSUMER BASKET ON
THE TOTAL FERTILITY RATE OF THE REGIONS OF THE CFD**

Annotation. By analyzing panel data, the influence of a consumer basket aimed at the poor on the overall fertility rate was studied.

Keywords: panel data analysis, consumer basket, CFD regions, total fertility rate.

Podgorny Vladislav Viktorovich, student of group 3001, Federal State Budgetary Institution of Higher Education «Ryazan State University named after S.A. Yesenin», 390000, Ryazan, Svobody str., 46.

e-mail: podgorny339@gmail.com.

Scientific supervisor:

Liskina Ekaterina Yurievna, Ph.D., Associate Professor, Head of the Department of Mathematics, Federal State Budgetary Institution of Higher Education «Ryazan State University named after S.A. Yesenin», 390000, Ryazan, Svobody str., 46.

e-mail: katelis@yandex.ru.



УДК 681.3

Меркуленко В.А.,

студ. гр. ИЗОС-8а,

ФГБОУ ВО «ДонНАСА»

Научный руководитель: канд. физ.-мат. наук, доцент

Глухов В.А.,

доцент кафедры высшей математики

ФГБОУ ВО «ДонНАСА»

УПРОЩЕННЫЙ АЛГОРИТМ ДЕЛОНЕ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ТРИАНГУЛЯЦИИ.

Аннотация. Рассмотрен упрощенный алгоритм упрощенной триангуляции.

Ключевые слова: триангуляция, координаты, визуализация, Т-точка.

Введение. Под триангуляцией понимают построение, по набору точек в некоторой области на плоскости, полного покрытия этой области треугольниками с вершинами в этих точках. Положение точек может быть совершенно произвольным, без определенной системы расположения. На практике речь может идти о порядке миллиона точек.

Постановка задачи. Эта процедура широко используется в геодезии, где каждой точке на плоскости добавляют третью координату – высоту над уровнем моря. В итоге получается моделирование поверхности земли. Используется триангуляция и в компьютерной графике, для визуализации определенных данных, результатов исследования. Например, изучается намагничивание плоской пластинки, значения магнитного поля задаются в отдельных точках. Для визуального изображения магнитного поля над точками необходимо провести триангуляцию.

Результаты. Большинство систем, которые что-либо визуализируют в компьютерной графике, используют треугольники как базовый элемент визуализации. Т.е. для получения изображения чего-либо необходимо на вход визуализации подать набор точек и треугольников, имеющих эти точки своими вершинами. А далее, в вершины треугольников можно добавить дополнительные параметры, например значение магнитного поля или значение сейсмического сигнала и на основе этих значений окрасить треугольники в определенный цвет.

В заголовке используется термин «упрощенный»: упрощенный алгоритм, также упрощенная триангуляция. В классическом определении триангуляции для результата триангуляции требуется следующее свойство. Если вокруг каждого треугольника описать окружность, то вовнутрь этой окружности не должна попасть ни одна соседняя точка, а только вершины треугольника, которые будут лежать на самой окружности. В представленном ниже алгоритме это требование может и не выполняться. Основные требования – это то, что треугольники должны полностью покрывать всю область, стороны треугольников не должны пересекаться и не должно быть так называемых Т-точек (или Т-треугольников), когда вершина одного треугольника лежит на стороне другого.

В классическом алгоритме Делоне [1], когда речь идет об огромном числе точек, вся область триангуляции делится на отдельные прямоугольники. Триангуляция проводится отдельно на каждом прямоугольнике, а затем результаты триангуляции по каждому прямоугольнику «склеиваются», следуя специальному алгоритму. В предлагаемом алгоритме область триангуляции также делится на прямоугольники, как правило, более мелкие, чем в алгоритме Делоне – создается сетка на области триангуляции. Но триангуляция проводится сразу по всей области. А прямоугольники сетки используются только для хранения попавших в них точек. Когда мы пытаемся найти новую подходящую точку, чтобы по ней построить новый треугольник, то ищем ее, прежде всего, в соседних прямоугольниках сетки, а не просматриваем всю область.

Итак, сам алгоритм триангуляции. В исходных данных – набор координат точек на плоскости. Формируется два массива: массив треугольников и массив ребер – сторон треугольников. Эти массивы состоят из индексов точек массива координат точек.

1. Ищем крайнюю левую нижнюю точку и по ней, просматривая соседние точки, находим самое левое ребро. После выполнения этой операции разумно проверить корректность выбора. Как проверяем? Проверяем ближайшие точки, подставляя их в уравнение прямой линии ребра. Значения должны быть одного знака. Полученное ребро заносим в массив ребер.

2. Из массива ребер извлекаем активное ребро. Под активным ребром понимаем ребро, которое ранее еще не использовалось в поиске подходящей точки. На первом шаге у нас в массиве ребер всего одно ребро, оно и было извлечено, как активное.

3. Для выбранного ребра находим подходящую точку. Подходящую точку ищем следующим образом. Сначала находим сегмент, который равен данному ребру, повернутому вокруг своего центра на 90 градусов. Этот сегмент назовем центральным. Для каждой свободной соседней точки, которая не привязана к конкретному ребру и лежит справа от сегмента, проводим отрезок от конца выбранного ребра до этой точки и поворачиваем этот сегмент на 90 градусов вокруг своего центра. Находим точку пересечения, если она есть, прямой проходящей через этот сегмент с прямой, проходящей через центральный сегмент. Из всех соседних точек выбираем ту, для которой точка пересечения ближайшая к началу центрального сегмента.

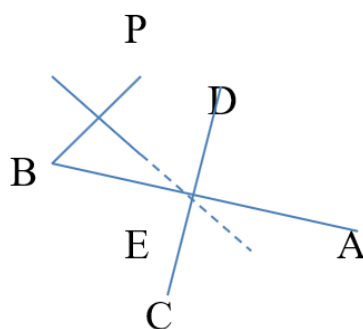


Рисунок 1. Выбор ребер

На этом рисунке (рис. 1) АВ – ребро, для которого выбираем точку, чтобы достроить до треугольника. Отрезок CD – это центральный сегмент. Точка Р – это точка, которую мы проверяем на то, можно ли по ней строить треугольник. Точка Е – это точка пересечения продолжения центрального сегмента для отрезка ВР с центральным сегментом CD. Из всех точек Р выбираем ту, для которой точка Е ближайшая к точке С.

4. Для выбранной подходящей точки ищем два ребра из массива ребер. Между ней и первой концом активного ребра и между ней и вторым концом активного ребра. Если таких ребер не находим, то пополняем ими массив ребер. Если ребро находим, то помечаем его как использованное.

5. В массив треугольников добавляем новый треугольник с вершинами равными концам активного ребра и новой точкой.

Процесс продолжаем до тех пор, пока есть активные ребра.

В качестве примера, приведем промежуточные результаты триангуляции (рис. 2) для визуализации сейсмических данных на одной из моделей с результирующим количеством треугольников приблизительно 100000. Результаты выведены в формат AutoCAD.

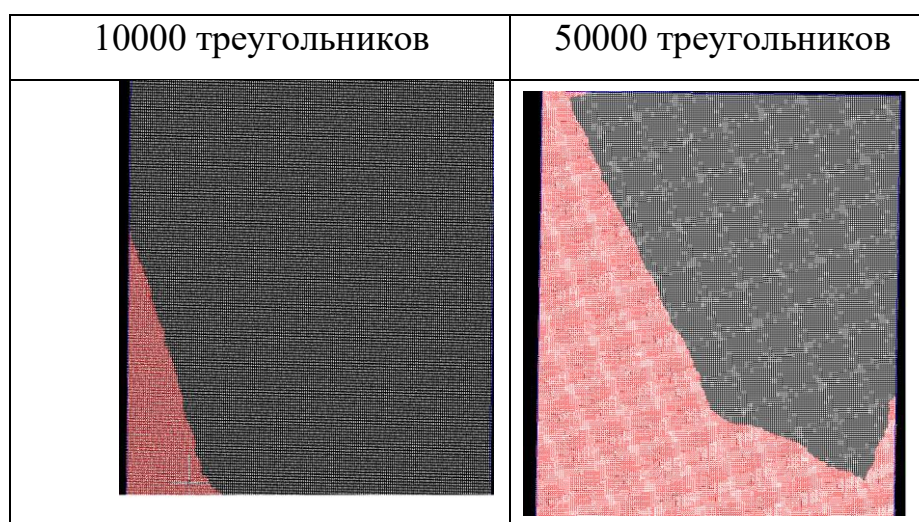


Рисунок 2. Промежуточные результаты триангуляции

Заметим, что на практике иногда целесообразно предварительно проверять правильность расположения точек. В случае, например, сейсмических данных,

которые снимаются специальными датчиками, точки, могут располагаться правильными рядами, образуя сетку. В этом случае, процесс триангуляции может быть значительно ускорен.

Вывод. Процесс триангуляции является критическим для визуализации данных поэтому исследование этого вопроса имеет важное значение.

Литература

1. Скворцов, А.В. Триангуляция Делоне и её применение. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2002. – 128 с. ISBN 5-7511-1501-5. – Текст: непосредственный.

Меркуленко Виктория Александровна, студентка группы ИЗОС-8а, Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Российская Федерация, ДНР, Макеевка, ул. Державина 2.

Научный руководитель:

Глухов Вячеслав Александрович, канд. физ.-мат. наук, доцент, доцент кафедры высшей математики, Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Российская Федерация, ДНР, Макеевка, ул. Державина 2.

e-mail: gluva2010@yandex.ru

A SIMPLIFIED DELAUNAY ALGORITHM FOR BUILDING TRIANGULATION.

Annotation. A simplified algorithm of simplified triangulation is considered.

Keywords: triangulation, coordinates, visualization, T-point

Merkulenko Viktoria Aleksandrovna, student of the IZOS-8a group, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture", Derzhavin str., 2, Makeyevka, DPR, Russian Federation.

Scientific supervisor:

Glukhov Viacheslav Aleksandrovich, PhD in Physics and Mathematics.
Associate Professor, Associate Professor of the Department of Higher Mathematics,
Federal State Budgetary Institution of Higher Education "Donbass National Academy
of Civil Engineering and Architecture", Derzhavin str., 2, Makeyevka, DPR, Russian
Federation.

e-mail: gluva2010@yandex.ru





УДК 330.4

Безродний Д.А.,

студ. группы БСс-23, ФННЗ, ФГБОУ ВО «ДонНТУ»

Научный руководитель: к.т.н., доцент

Руссиян С.А.,

доцент кафедры «Высшая математика

им. В.В. Пака», ФГБОУ ВО «ДонНТУ»

ФУНКЦИЯ ПОЛЕЗНОСТИ. ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

Аннотация. Разработана экономико-математическая модель оптимизации производства на основе функции полезности. Выполнен анализ эффективности предложенного метода на примере промышленного предприятия ПрАО «Донецксталь».

Ключевые слова: экономико-математическое моделирование, функция полезности, оптимизация производства.

Введение. Оптимизация производства играет важную роль в эффективном управлении промышленными предприятиями. Использование методов математического моделирования позволяет разрабатывать и применять эффективные стратегии оптимизации, учитывая различные факторы и ограничения производства. В данной работе рассматривается метод оптимизации производства на примере ПрАО «Донецксталь».

Постановка задачи. Целью исследования является разработка математической модели оптимизации производства на основе функции полезности и анализ эффективности предложенного метода на примере конкретного промышленного предприятия.

Результаты. Функция полезности [1] описывает степень удовлетворения от потребления определенных благ или услуг и играет важную роль в экономике

при принятии решений, позволяя формализовать цели и предпочтения производителя или потребителя.

Теория выбора предполагает, что рациональные агенты стремятся максимизировать свою полезность или удовлетворение от принимаемых решений. Функция полезности в этом контексте представляет собой математическое выражение, отражающее предпочтения и цели агента.

Функция полезности – это математическое отображение, которое сопоставляет каждой комбинации благ определенное числовое значение, отражающее степень удовлетворения или полезности.

Функцию полезности (рис. 1), в общем виде, можно представить как

$$U = F(Q_X; Q_Y; Q_Z; \dots), \quad (1)$$

где U – уровень полезности, $Q_X; Q_Y; Q_Z$ – объёмы потребляемых продуктов или услуг за определённый период времени, F – зависимость уровня полезности от количества потребляемых продуктов и услуг

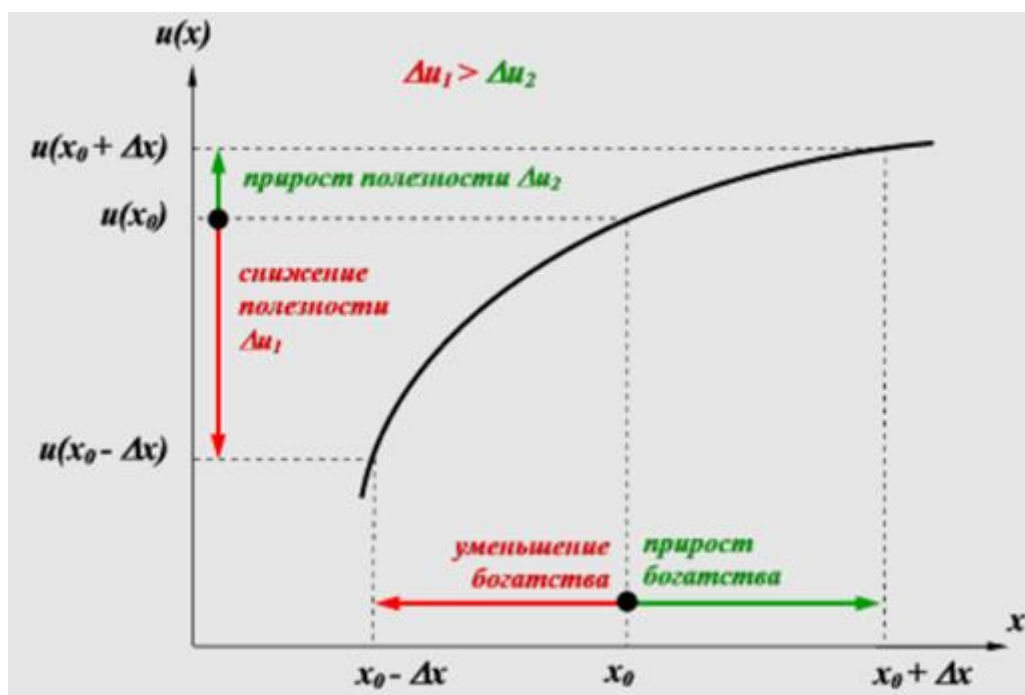


Рисунок 1. Функция полезности (потребляемые блага – ось Ox , уровень полезности – ось Oy)

Функция полезности (производства) Кобба-Дугласа является одной из основных моделей в микроэкономике, используемой для описания связи между

входами (факторами производства) и выходом (производством). Она представляет собой специальный случай производственной функции, которая описывает количество произведенного продукта и зависит от количества используемых входных ресурсов.

Функция полезности Кобба-Дугласа определена для производства товара и зависит от двух факторов – количество труда и количество капитала

$$Y = A \cdot L^{\alpha} \cdot K^{\beta} \quad (2)$$

где Y – объем производства или выход продукции; L – количество труда; K – количество капитала; A – технологический коэффициент, представляющий общую производительность и эффективность процесса производства; α и β – параметры эластичности относительно факторов L и K соответственно.

Далее, на основании представленных данных (табл. 1) построим функцию полезности Кобба-Дугласа для параметра эластичности капитала $\beta = 1 - \alpha$. Сделаем прогноз объема производства на 2024 год, если планируются увеличение основных фондов на 20% и одновременное уменьшение трудовых ресурсов на 5% относительно предыдущего года.

Таблица 1. Агрегированные основные производственные показатели за период 2017-2023 гг.

Год	Объем производства Y , млн млн. руб.	Основные фонды K , млн. руб.	Трудовые ресурсы L , тыс. человек
2017	431	650	91
2018	440	710	93
2019	462	773	94
2020	482	836	95
2021	503	888	95
2022	510	890	95
2023	531	913	96

Параметры A и α , входящие в функцию Кобба-Дугласа $Y = A \cdot K^{\alpha} \cdot L^{1-\alpha}$, найдём методом наименьших квадратов по данным таблицы 1.

Введём следующие обозначения:

$$y = \ln \frac{Y}{L}; \quad x = \ln \frac{K}{L}; \quad c = \ln A. \quad (3)$$

Учитывая (2), прологарифмируем функцию Кобба-Дугласа и запишем полученный результат в линейном виде ($y = \alpha x + c$):

$$\ln \frac{Y}{L} = \ln A + \alpha \ln \frac{K}{L}. \quad (4)$$

Коэффициенты регрессии c и α в полученной линейной зависимости находим по следующим формулам:

$$\alpha = \frac{n \sum (x_i y_i) - (\sum x_i)(\sum y_i)}{n \sum (x_i^2) - (\sum x_i)^2}; \quad c = \frac{1}{n} \sum (y_i) - \alpha \cdot \frac{1}{n} \sum (x_i). \quad (5)$$

Согласно (3-5) вычислим x_i , y_i за рассматриваемый период и составим расчетную таблицу (табл. 2).

Таблица 2. Значения x_i , y_i за период 2017-2023 гг.

Год	$y_i = \ln \frac{Y_i}{L_i}$	$x_i = \ln \frac{K_i}{L_i}$	$y_i \cdot x_i$	x_i^2
2017	1,56	1,97	3,06	3,87
2018	1,55	2,03	3,16	4,13
2019	1,59	2,11	3,35	4,44
2020	1,62	2,17	3,53	4,73
2021	1,67	2,24	3,73	5,00
2022	1,68	2,24	3,76	5,01
2023	1,71	2,25	3,85	5,07
$n=7$				
Сумма	11,38	15,01	24,44	32,24

Вычислим коэффициенты регрессии c и α , используя расчётные данные таблицы 2 по формуле (5):

$$\alpha = \frac{7 \cdot 24,44 - 11,38 \cdot 15,01}{7 \cdot 32,24 - 15,01^2} \approx 0,529, \quad c = \frac{1}{7} \cdot 11,38 - 0,529 \cdot \frac{1}{7} \cdot 15,01 \approx 0,493;$$

$$A = e^c = e^{0,493} \approx 1,637.$$

Функция полезности Кобба-Дугласа имеет вид:

$$Y \approx 1,637 \cdot K^{0,529} \cdot L^{1-0,529} = 1,637 \cdot K^{0,529} \cdot L^{0,471}.$$

СЕКЦИЯ «МАТЕМАТИКА»

Сделаем прогноз объема производства на 2024 год, предполагая, что планируются увеличение основных фондов на 20% и одновременное уменьшение трудовых ресурсов на 5% относительно предыдущего года.

Согласно планируемых изменений вычислим новые значения для количества труда (L) и количества капитала (K)

$$K = 913 \cdot 1,2 = 1095,6; L = 96 \cdot 0,95 = 91,2.$$

Следовательно, прогноз объёма производства предприятия на 2024 год будет иметь вид:

$$Y_{2024} \approx 1,801 \cdot 1095,6^{0,502} \cdot 91,2^{0,498} \approx 555,747.$$

Приведенная экономико-математическую модель (1–5) позволяет сформулировать план оптимизации производства для ПрАО «Донецксталь» [2]:

- *сбор данных и параметров*: собрать информацию о доступных ресурсах, технологиях производства, требованиях к производству и целях завода;

- *определение функции полезности*: определить функцию полезности U на основе целей и предпочтений завода;

- *формулирование экономико-математической модели*: сформулировать математическую модель оптимизации с учетом функции полезности и ограничений на использование ресурсов;

- *определение ограничений*: установить ограничения на производство, такие, как доступные ресурсы, технологические ограничения и рыночный спрос;

- *математическое моделирование оптимизации*: составить математическую модель оптимизации производства для нахождения оптимальных решений по распределению ресурсов;

- *применение методов оптимизации*: использовать методы оптимизации (например, линейное программирование) для нахождения оптимальных решений;

- *реализация и контроль*: внедрить оптимальные решения в производственные процессы и проводить регулярный контроль и анализ результатов.

Выводы. В статье рассмотрен пример использования функции полезности согласно заранее определённым целям и задачам производства при ограниченных ресурсах. Также сформулирован план оптимизации улучшения функционирования производства на предприятии ПрАО «Донецксталь» в современных условиях.

Обоснованная структура оптимизации производства позволяет проводить детальный анализ работы предприятия и выполнять среднесрочные прогнозы по достижению оптимальной производственной эффективности.

Литература

1. Христиановский, В.В. Функция полезности: теория и анализ: учеб. пособ. / В.В. Христиановский, В.П. Щербина // Донец. нац. ун-т. – Харьков: ИНЖЭК, 2006. – 120 с. – Текст: непосредственный.

2. Лысенко, М.В. Экономико-математическое моделирование оптимизации производства продукции / М.В. Лысенко, Ю.В. Лысенко, Э.Х. Таипова // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 11-8. – С. 1750-1755. – Текст: непосредственный.

Безродний Даниил Андреевич, студент группы БСс-23, ФГБОУ ВО «Донецкий национальный технический университет», 83001, г. Донецк, ул. Артема, 58.

e-mail: drakandana@gmail.com

Научный руководитель:

Руссиян Станислав Анатольевич, к.т.н., доцент, доцент кафедры «Высшая математика им. В.В. Пака», ФГБОУ ВО «Донецкий национальный технический университет», 83001, г. Донецк, ул. Артема, 58.

e-mail: st_russ@mail.ru

THE UTILITY FUNCTION. OPTIMIZATION OF PRODUCTION

Annotation. An economic and mathematical model of production optimization based on the utility function has been developed. The analysis of the effectiveness of the proposed method is carried out on the example of the industrial enterprise PrAO "Donetskstal".

Keywords: economic and mathematical modeling, utility function, production optimization.

Bezrodnii Daniil Andreevich, student of the BSs-23 group, Donetsk National Technical University, 83001, Donetsk, Artem str., 58.

e-mail: drakandana@gmail.com

Scientific supervisor:

Russijan Stanislav Anatolevich, Ph.D., Associate Professor, Associate Professor of the Department of Higher Mathematics named after V.V. Pak, Donetsk National Technical University, 83001, Donetsk, Artem str., 58.

e-mail: st_russ@mail.ru





УДК 332.14

Пашкова Ю.Е.,

студ. группы МПО-23, ИЭФ, ФГБОУ ВО «ДонНТУ»

Научный руководитель: к.т.н., доцент

Россиян С.А.,

доцент кафедры «Высшая математика

им. В.В. Пака», ФГБОУ ВО «ДонНТУ»

МЕЖОТРАСЛЕВОЙ БАЛАНС В ЭКОНОМИКЕ

Аннотация. В данной статье на базе теории межотраслевого баланса определена роль факторов производства и их рациональное использование.

Ключевые слова: цена, издержки, межотраслевой баланс, система, затраты, анализ экономических систем.

Введение. В 1898 году русский экономист В.К. Дмитриев в работе «Экономические очерки» впервые разработал систему линейных уравнений, которые связывали между собой цены товаров и издержки их производства. В 1924 году ЦСУ по поручению Совета труда и обороны впервые в истории разработало отчётный баланс народного хозяйства за 1923-24 годы и прогнозный баланс на 1924-25 годы.

В 1930-е годы Василий Леонтьев [1] применил метод анализа межотраслевых связей с привлечением аппарата линейной алгебры для исследования экономики США. Метод нахождения межотраслевого баланса (МОБ) стал известен как «затраты – выпуск». Во время Второй мировой войны, разработанная Леонтьевым матрица «затраты – выпуск» для экономики Германии служила для выбора целей ВВС США. В 1959 году ЦСУ СССР под руководством М.Р. Эйдельмана разработало первый в мире отчётный межотраслевой баланс в натуральном выражении (по 157 продуктам) и отчетный

межотраслевой баланс в стоимостном выражении (по 83 отраслям). Первые плановые межотраслевые балансы в стоимостном и натуральном выражении были построены в 1962 г. Далее модели МОБ были распространены на республики и регионы. К 1966 г. межотраслевые балансы были построены по всем союзным республикам и экономическим районам РСФСР.

В 1970-1980-х годах в СССР, на основе данных межотраслевых балансов, разрабатывались более сложные межотраслевые модели и модельные комплексы, которые использовались в прогнозных расчетах и частично входили в технологию народнохозяйственного планирования.

Постановка задачи. На базе теории межотраслевого баланса определить роль факторов производства и их рациональное использование для системы, состоящей из трех отраслей экономики – промышленность, сельское и домашнее хозяйство.

Результаты. Пусть экономическая система состоит из n отраслей, каждая из которых производит свою однородную продукцию и разные отрасли производят различные виды продукции. В процессе производства каждая отрасль нуждается в продукции других отраслей. Систему из n отраслей также будем рассматривать в течении календарного года. Обозначим:

x_i – общий объем продукции i -й отрасли (валовой выпуск);

x_{ij} – объем продукции i -й отрасли, необходимый для работы j -й отрасли (производственное потребление);

y_i – общий объем продукции i -й отрасли, предназначенный в непроизводственной сфере (конечное потребление).

Запишем эти величины в таблицу 1.

Таблица 1. Межотраслевой баланс «затраты – выпуск»

Валовой выпуск	Производственное потребление	Конечное потребление
x_1	$x_{11}, x_{12}, \dots, x_{1n}$	y_1
x_2	$x_{21}, x_{22}, \dots, x_{2n}$	y_2
...
x_n	$x_{n1}, x_{n2}, \dots, x_{nn}$	y_n

Так как валовой выпуск x_i расходуется на производственное потребление и непроизводственное, то справедливы равенства:

$$x_i = x_{i1} + x_{i2} + \dots + x_{in} + y_i, \quad i = \overline{1, n}. \quad (1)$$

Уравнения (1) называется *уравнениями межотраслевого баланса*. Все величины могут быть заданы в натуральном или в стоимостном выражении.

Впервые уравнения баланса применил В.В. Леонтьев для анализа экономики США. Леонтьев отметил важное обстоятельство: отношения $\frac{x_{ij}}{x_j}$ в течении ряда лет остаются постоянными. Это объясняется постоянством применяемой технологии.

Пусть

$$a_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_j}, \quad i, j = \overline{1, n}. \quad (2)$$

Величины (2) называются *коэффициентами прямых затрат*, они указывают затраты i -й отрасли на производство единицы продукции j -й отрасли.

Уравнения межотраслевого баланса, учитывая, что $x_{ij} = a_{ij}x_j$, ($i, j = \overline{1, n}$), принимают вид:

$$x_i = a_{i1}x_{i1} + a_{i2}x_{i2} + \dots + a_{in}x_{in} + y_i, \quad i = \overline{1, n}. \quad (3)$$

Введя обозначения

$$X = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \dots \\ x_n \end{pmatrix}, \quad A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{pmatrix}, \quad Y = \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \dots \\ y_n \end{pmatrix}, \quad (4)$$

получим матричную запись уравнений межотраслевого баланса:

$$(E - A)X = Y, \quad (5)$$

где X – вектор валового выпуска, матрица A – прямых затрат, Y – вектор конечного потребления.

Основной задачей межотраслевого баланса является определение такого вектора валового выпуска X , который при известной матрице прямых затрат A обеспечивает заданный вектор конечного потребления.

Если существует обратная к матрице $(E - A)$, то

$$X = (E - A)^{-1} Y. \quad (6)$$

Матрица $S = (E - A)^{-1}$ называется *матрицей полных затрат*. Для определения экономического смысла элементов матрицы $S = (s_{ij})$ вектор конечного выпуска целесообразно задать единичными векторами

$$Y_1 = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ \dots \\ 0 \end{pmatrix}, Y_2 = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ \dots \\ 0 \end{pmatrix}, \dots, Y_n = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ \dots \\ 1 \end{pmatrix}. \quad (7)$$

Тогда соответствующие векторы валового выпуска равны

$$X_1 = \begin{pmatrix} s_{11} \\ s_{21} \\ \dots \\ s_{n1} \end{pmatrix}, X_2 = \begin{pmatrix} s_{12} \\ s_{22} \\ \dots \\ s_{n2} \end{pmatrix}, \dots, X_n = \begin{pmatrix} s_{1n} \\ s_{2n} \\ \dots \\ s_{nn} \end{pmatrix}. \quad (8)$$

Из (8) следует, что элемент s_{ij} матрицы S есть величина валового выпуска i -й отрасли, необходимого для обеспечения выпуска единицы продукта j -й отрасли y_j , $j = \overline{1, n}$.

В соответствии с экономическим смыслом, значения x_i должны быть неотрицательными при неотрицательных значениях $y_i \geq 0$ и $a_{ij} \geq 0$, ($i, j = \overline{1, n}$). При этом матрица $A \geq 0$ называется *продуктивной*, если для любого вектора $Y \geq 0$ существует решение $X \geq 0$ уравнения $(E - A)X = Y$.

Критерий продуктивности матрицы A . Если максимум сумм элементов столбцов матрицы A не превосходит единицы, причём хотя бы для одного из столбцов сумма элементов строго меньше единицы, то матрица A продуктивна.

Рассмотрим экономическую систему, состоящую из трех отраслей – промышленности, сельского хозяйства и домашнего хозяйства [2]. При производстве товаров и услуг в каждой отрасли используются ресурсы, производимые как в данной отрасли, так и в других отраслях системы. Следовательно, каждая отрасль системы является одновременно

СЕКЦИЯ «МАТЕМАТИКА»

производителем и потребителем. В качестве единицы измерения объемов продукции и услуг выберем их стоимость.

Определение потоков продукции и услуг между отраслями системы в течении календарного года приведены в таблице 2.

Таблица 2. Потоки продукции и услуг между отраслями системы в течении календарного года

	Промышленность	Сельское хозяйство	Домашнее хозяйство	Общее потребление
Промышленность	200	150	150	500
Сельское хозяйство	200	100	100	400
Домашнее хозяйство	100	150	100	350
Общее потребление	500	400	350	–

Приведенная таблица называется *таблицей межотраслевого баланса*. Числа, расположенные по строкам, задают распределение общего выпуска продукции каждой отрасли. Из таблицы 2 следует, что, например, промышленность производит продукцию и услуги на 500 денежных единиц, из них 200 используется для собственных потребностей отрасли и по 150 единиц в сельском хозяйстве и в домашнем хозяйстве. В столбцах указана стоимость продукции и услуг, потребляемых каждой отраслью.

Промышленность кроме «своих» продукции и услуг на 200 денежных единиц потребляет на 200 единиц продукцию и услуги, произведенные в сельском хозяйстве, и на 100 – в домашнем хозяйстве.

Найдём межотраслевой баланс для системы из двух отраслей – промышленности и сельского хозяйства. Необходимо вычислить валовой выпуск каждой отрасли на следующий год, если конечное потребление промышленности увеличится на 10%, а сельского хозяйства – на 25%.

Из таблицы 2 имеем:

$$X = \begin{pmatrix} x_1 = 500 \\ x_2 = 400 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} x_{11} = 200 & x_{12} = 150 \\ x_{21} = 200 & x_{22} = 100 \end{pmatrix}, Y = \begin{pmatrix} y_1 = 150 \\ y_2 = 100 \end{pmatrix}.$$

Вычислим коэффициенты прямых затрат из формулы (2):

$$A = \begin{pmatrix} 0,4 & 0,375 \\ 0,4 & 0,25 \end{pmatrix}.$$

Матрица A удовлетворяет условию продуктивности:

$$\max\{0,4 + 0,4; 0,375 + 0,25\} = \max\{0,8; 0,625\} = 0,8 < 1.$$

Для нового вектора конечного выпуска $Y = \begin{pmatrix} 165 \\ 125 \end{pmatrix}$ по формуле

$X = (E - A)^{-1} Y$ вычислим валовой выпуск:

$$X = \begin{pmatrix} 0,6 & -0,375 \\ -0,4 & 0,75 \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} 165 \\ 125 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2,5 & 1,25 \\ 1,333 & 2 \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} 165 \\ 125 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 568,75 \\ 476 \end{pmatrix}.$$

Из приведенных расчётов следует, что для достижения межотраслевого баланса при заданном увеличении конечного потребления, валовой выпуск продукции для промышленности должен вырасти на 68,75 у. е., а для сельского хозяйства увеличится на 76 у. е.

Вывод. Межотраслевой баланс является важным инструментом для анализа экономической системы, позволяющим описать взаимосвязи между различными отраслями и отражать потребности и производственные возможности экономики. Благодаря развитию метода анализа межотраслевых связей и созданию межотраслевых балансов, экономисты и государственные органы могут проводить прогнозные расчеты и планировать развитие народного хозяйства.

Литература

1. Леонтьев, В.В. Спад и подъём советской экономической науки // Экономические эссе. Теории, исследования, факты и политика. – М.: Политиздат, 1990. – 415 с. – Текст: непосредственный.

2. Руссиян, С. А. Линейная алгебра : учеб. пособие для студентов эконом. специальностей образоват. учреждений высш. проф. образования / С. А. Руссиян, Л. П. Мироненко // ГОУ ВПО «ДонНТУ». – Донецк : ДОННТУ, 2020. – 143 с. – Текст: непосредственный.

Пашкова Юлия Евгеньевна, студент группы МПО-23, ФГБОУ ВО «Донецкий национальный технический университет», 83001, г. Донецк, ул. Артема, 58.

e-mail: julia-pashkova_2979@mail.ru

Научный руководитель:

Руссиян Станислав Анатольевич, к.т.н., доцент, доцент кафедры «Высшая математика им. В.В. Пака», ФГБОУ ВО «Донецкий национальный технический университет», 83001, г. Донецк, ул. Артема, 58.

e-mail: st_russ@mail.ru

INTERSECTORAL BALANCE IN THE ECONOMY

Annotation. In this article, based on the theory of intersectoral balance, the role of production factors and their rational use is determined.

Keywords: price, costs, intersectoral balance, system, costs, analysis of economic systems.

Pashkova Julia Evgenievna, student of the MPO-23 group, Donetsk National Technical University, 83001, Donetsk, Artem str., 58.

e-mail: julia-pashkova_2979@mail.ru

Scientific supervisor:

Russijan Stanislav Anatolevich, Ph.D., Associate Professor, Associate Professor of the Department of Higher Mathematics named after V.V. Pak, Donetsk National Technical University, 83001, Donetsk, Artem str., 58.

e-mail: st_russ@mail.ru





УДК 517.2

Луценко В.Р.,

студ. группы ААХ-29а, ФГБОУ ВО «ДонНАСА»

Научный руководитель: к.ф.-м.н., доцент

Ковалёв И.Н.,

доцент кафедры высшей математики, ФГБОУ ВО «ДонНАСА»

ПРИМЕНЕНИЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ В ЭКОНОМИКЕ

Аннотация. Рассмотрено применение дифференциальных уравнений при решении экономических задач.

Ключевые слова: инвестиции, рост количества продукции, дифференциальное уравнение, дифференциальное исчисление, убывающая функция.

Введение. Рассмотрена математическая модель роста количества продукции, когда производственные формы выходят из строя, и модель роста количества продукции с учётом инвестиции.

Постановка задачи. Рассмотрим математическую модель, описывающую рост количества продукции $y(t)$ на предприятии, произведенной в момент времени t , в отличие от модели естественного роста, будем считать, что коэффициент k зависит от времени (t): $k = -k(t)$. Знак «минус» означает, что производственные фонды предприятия не увеличивается и с течением времени выбывают из строя. Такое происходит, когда предприятие не вкладывает вырученные деньги в производство, и с течением времени на предприятии происходит изнашивание оборудования и орудий труда, т.е. происходит выбытие фондов.

Тогда рост количества продукции $y(t)$ на предприятии, произведенной в момент времени (t) .

$$y'(t) = -k(t) \cdot y(t), y(t) = y_0. \quad (1)$$

Будем рассматривать 2 случая.

1) $k(t) = 0$, т.е. производственные фонды не выбывают. Логика подсказывает, что ввиду отсутствия капиталовложений производственного роста не будет, а ввиду отсутствия выбытия фондов оно не должно убывать и объём производства должен оставаться на прежнем уровне. Тогда дифференциальное уравнение принимает вид:

$$y'(t) = 0 \Rightarrow y(t) = C.$$

Так как $y(0) = y_0$.

2) При постоянном выбытии производственных фондов (например, $k(t) = 1$) должно происходить падение производства.

Тогда дифференциальное уравнение будет иметь вид:

$$y'(t) = -1 \cdot y(t).$$

Разделяя переменные, получим:

$$\frac{dy}{y} = -dt; \ln|y| = -t + \ln|c|, \frac{\ln|y|}{|c|} = -t, y = Ce^{-t}.$$

Находим значение c , с учётом начального условия:

$$y(0) = y_0; Ce^0 = y_0, C = y_0.$$

Тогда частное решение имеет вид:

$$y = y_0 e^{-t} \text{ (убывающая функция).}$$

В моделях экономического роста исходная задача принимает вид:

$$y'(t) = k(y) \cdot y(t) + u(t, y), \quad (2)$$

где $u(t, y)$ – внешние инвестиции.

3) Государство решает перечислить в течении двух лет в только созданное предприятие и расширение его производства инвестицию в сумме 20 тысяч условных единиц. При этом оно должно выбрать одну из непрерывных схем финансирования.

Первая схема: перечислять каждый год по 10 тысяч у.е.

Вторая схема: перечислить в первый год все 20 тысяч у.е., во втором году не перечислять ничего.

Какую из двух схем инвестирования должно выбрать государство, чтобы предприятие выпустило больший объём продукции?

Решение. Предприятия новое, начинает с нуля и ещё не в состоянии делать инвестиции. Поэтому будем считать, что $y(0) = 0$. Государство вкладывает в каждый момент времени t сумму в $u(t)$ денежных единиц. Рассматривается упрощённая модель и предполагается, что с момента создания первые денежные инвестиции позволят выпускать предприятию свою продукцию, количество выпущенной продукции $y(t)$ в денежном эквиваленте выражается уравнением и начальным условием:

$$y(t) = u(t), y(0) = 0.$$

1. Для первой схемы инвестирования имеем:

$$u(t) = 1, \quad \text{при } 0 < t < 2, \text{ т.е.}$$

$$y'(t) = 1, \quad y(0) = 0, \text{ откуда}$$

$$y(t) = t, \quad \text{при } 0 < t < 2.$$

Объём V_1 выпущенной продукции за 2 года равен площади фигуры под графиком функции $y(t)$. Площадь этой фигуры, представляемой собой треугольник: $V_1 = 0,5 \cdot 2 \cdot 2 = 2$ (20 тысяч у.е.).

2. Для второй схемы инвестирования:

$$u(t) = 2 \text{ при } 0 < t < 1,$$

$$u(t) = 0 \text{ при } 1 < t < 2,$$

т.е.

$$y'(t) = 2, y(0) = 0 \text{ при } 0 < t < 1,$$

$$y'(t) = 0 \text{ при } 1 < t < 2.$$

Откуда

$$y(t) = 2t \text{ при } 0 < t < 1,$$

$$y(t) = 2 \text{ при } 1 < t < 2.$$

Объём V_2 продукции, выпущенной за два года по второй схеме инвестирования, равен площади трапеции.

$$V_2 = (2+1)/2 \cdot 2 = 3 \text{ (30 тыс. у.е.)}$$

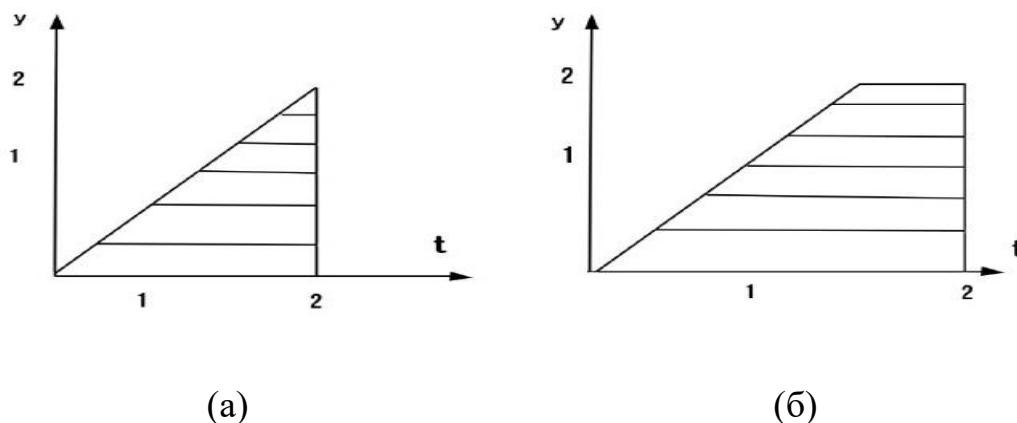


Рисунок 1. Первая схема инвестирования (а); вторая схема инвестирования (б).

Масштаб по оси ординат единице соответствует 10 тыс. у.е.

4) Объединим две последние модели: модель выбытия фондов и модель роста производства с учётом банковских инвестиций. Как и в модели выбытия фондов, будем предполагать, что на предприятии происходит быстрое изнашивание оборудования, орудия труда. И само предприятие не вкладывает вырученные деньги в производство: ($k = -k(t)$).

Денежные вложения в производство осуществляет лишь банк. Причём, в момент времени t поток капиталовложений составляет $u(t)$ условных единиц и моментально преобразуется в расширение производства.

Тогда стоимость продукции, произведенной в момент времени t , описывается уравнением:

$$y'(t) + k(t) \cdot y(t) = u(t). \quad (3)$$

Дифференциальное уравнение (3) – это линейное уравнение первого порядка. Знание его экономического смысла позволяет часто прогнозировать свойства решения только по виду уравнения. Рассмотрим линейное дифференциальное уравнение:

$$y' - y = e^t,$$

где $k = -1$, т.е. фонды не выбывают, а растут; $n(t) = e^t > 0$ – государственные капиталовложения в предприятие положительны. При таких условиях должен происходить рост производства.

Проинтегрируем это уравнение методом вариации произвольной постоянной. В начале найдём, общее решение однородного уравнения:

$$y' - y = 0 \Rightarrow y = C_1 \cdot e^t - \text{общее решение однородного уравнения.}$$

Общее решение исходного уравнения будем искать в виде:

$$y = C_1(t)e^t,$$

где C_1 – неизвестная дифференцируемая функция.

Найдём производную:

$$y' = (C_1(t) e^t)' = C_1'(t) e^t + C_1(t) e^t.$$

Подставим y и y' в уравнение и получим:

$$C_1'(t)e^t = e^t \Rightarrow C_1'(t) = 1, \quad \frac{dC_1}{dt} = 1,$$

тогда

$$\int dC_1 = \int dt; C_1 = t + C.$$

В итоге общее решение линейного дифференциального уравнения имеет вид:

$$y = (t + C)e^t \text{ (возрастающая функция).}$$

Выводы.

1. Из решения первых двух задач видно, что при одинаковой общей сумме внешних инвестиций убывающая схема инвестирования оказывается более выгодной по сравнению с возрастающей схемой. Это доказывает известный в экономике факт, что вложения в производство наиболее эффективны в первоначальный период становления производства.

2. Знание экономического смысла дифференциального уравнения позволяет по виду уравнения прогнозировать свойства его решения.

Литература

1. Замков, О.О. Математические методы в экономике: Учебник / О.О. Замков, А.В. Толстопятенко, Ю.М. Черемных. – Изд. 2-е. – М.: Дело и сервис, 1999. – 368 с. – Текст: непосредственный.

2. Улитин, Г.М. Курс лекций по высшей математике: Учебное пособие (для студентов всех специальностей) / Г.М. Улитин, А.М. Гончаров. – 2 изд. – Донецк: ДонНТУ, 2011. – 351 с. – Текст: непосредственный.

Луценко Василий Романович, студент группы ААХ-29а, ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»; 286123, ДНР, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: lutsenko.v.r-aah-29a@donnasa.ru

Научный руководитель:

Ковалёв Игорь Николаевич, к.ф.-м.н., доцент кафедры высшей математики, ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»; 286123, ДНР, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: i.n.kovalyov@donnasa.ru

APPLICATION OF DIFFERENTIAL EQUATIONS IN ECONOMICS

Annotation. The application of differential equations in solving economic problems is considered.

Keywords: investments, increase in the number of products, differential equation, differential calculus, decreasing function.

Lutsenko Vasily Romanovich, student of ААН-29а group, Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, Derzhavin str., 2, Makeyevka, 86123, DPR, Russia, 86123.

e-mail: lutsenko.v.r-aah-29a@donnasa.ru

Scientific supervisor:

Kovalev Igor Nikolaevich, Ph.D., Associate Professor of the Department of Higher Mathematics, Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, Derzhavin str., 2, Makeyevka, 86123, DPR, Russia, 86123.

e-mail: i.n.kovalyov@donnasa.ru





УДК 004.94, 51-7

Чепурко А.Д.,

студ. группы ИИ-23, ФГБОУ ВО «ДонНТУ»

Руководитель: к. пед. н.

Чудина Е.Ю.,

доцент кафедры высшей математики, ФГБОУ ВО «ДонНАСА»

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПОЛОЖЕНИЯ ТОЧКИ НА ПЛАНЕ

Аннотация. Рассмотрена задача определения положения точки на плане относительно выпуклого многоугольника. Представлены методы, применяемые для решения этой задачи. Разработан и реализован на языке программирования Python алгоритм определения положения точки относительно выпуклого многоугольника на плане с использованием векторного произведения векторов.

Ключевые слова: точка, многоугольник, полигональная область, попадание точки в многоугольник, алгоритм, Python.

Введение. Задача определения положения точки относительно заданной области часто встречается в геометрическом моделировании и компьютерной графике. Как правило, область определяется полигональным образом, то есть в виде выпуклого или невыпуклого, иногда самопересекающегося многоугольника. На данный момент наиболее часто применяется метод трассировки лучей, метод ближайшей точки, метод индекса точки [2].

Постановка задачи. Построить алгоритм для определения принадлежности точки на плоскости выпуклому многоугольнику с использованием векторного произведения, написать демонстрацию алгоритма на языке Python.

Результаты. Алгоритм заключается в том, чтобы для каждой стороны многоугольника проверить, находится ли следующая точка многоугольника и

заданная точка на одной стороне от прямой, на которой лежит сторона многоугольника. Воспользуемся для этого векторным произведением векторов. Рассмотрим рис. 1. Пусть A, B, C – точки многоугольника по порядку, а K – заданная точка. Рассмотрим векторы \overline{AB} (сторона многоугольника), \overline{AC} и \overline{AK} . Найдём векторные произведения $\overline{AB} \times \overline{AC}$ и $\overline{AB} \times \overline{AK}$. Если их аппликаты будут с одинаковым знаком, значит, точки C и K лежат на одной стороне от прямой, на которой лежит \overline{AB} . Отдельно стоит отметить, что если аппликата этого векторного произведения равна нулю, то точка лежит на отрезке. Проверим это условие для каждой стороны многоугольника. Если оно нарушается хоть раз, значит, точка лежит вне многоугольника, а если везде соблюдается – точка принадлежит многоугольнику. Необходимо отметить, что этот способ работает только для выпуклых многоугольников. Определение выпуклости многоугольника является отдельной задачей, в этой статье примем условие, что все многоугольники, которые мы рассматриваем, являются выпуклыми.

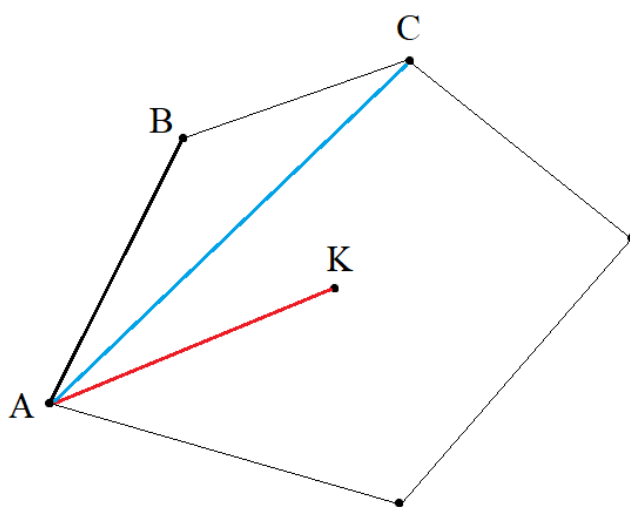


Рисунок 1. Расположение точки K в выпуклом многоугольнике

Напишем программу на языке Python для определения вхождения данной точки в многоугольник. Входными данными будет количество точек многоугольника, координаты его вершин, координаты заданной точки. Выходными данными будет одно значение – принадлежит ли точка многоугольнику. Создадим функцию для определения, лежат ли две точки на

одной стороне от прямой (рис. 2). Она возвращает значение «истина» в случае, если аппликаты векторных произведений обладают одинаковым знаком, или если одна из аппликат равна нулю, что означает, что точка лежит на той же прямой, что и данный отрезок. Это нужно, чтобы учесть случаи, когда заданная точка лежит на стороне многоугольника.

```
def on_same_side(point1, point2, line):
    x1, y1 = line[0]
    x2, y2 = line[1]

    a_x = x2 - x1
    a_y = y2 - y1

    b_x = point1[0] - x1
    b_y = point1[1] - y1
    c_x = point2[0] - x1
    c_y = point2[1] - y1

    cp1 = a_x * b_y - a_y * b_x
    cp2 = a_x * c_y - a_y * c_x

    return cp1 * cp2 > 0 or cp1 == 0 or cp2 == 0
```

Рисунок 2. Функция определения положения двух точек относительно прямой

Напишем функцию для определения принадлежности точки выпуклому многоугольнику (рис. 3).

```
def in_polygon(polygon, dot):
    n_dots = len(polygon)

    for i in range(n_dots-1):
        if not on_same_side(dot, polygon[(i+2)%n_dots], (polygon[i%n_dots], polygon[(i+1)%n_dots])):
            return False

    return True
```

Рисунок 3. Функция определения принадлежности точки выпуклому многоугольнику

Вывод. Написана программа для определения местоположения точки по отношению к многоугольнику на языке программирования Python. В дальнейших исследованиях будет рассмотрена программная проверка

многоугольника на выпуклость и определение вхождения точки в область в случае невыпуклого многоугольника.

Литература

1. Препарата, Ф. Вычислительная геометрия: введение / Ф. Препарата, М. Шеймос; Перевод с англ. С. А. Вичеса, М. М. Комарова; Под ред. Ю.М. Баяковского. – Москва : Мир, 1989. – 478 с. – ISBN 5-03-001041-6. – Текст: непосредственный.

2. Методы определения принадлежности точки многоугольнику. – URL: <https://habr.com/ru/articles/301102/> (дата обращения: 15.04.2024). – Текст: электронный.

Чепурко Аким Дмитриевич, студент гр. ИИ-23, ФГБОУ ВО «Донецкий национальный технический университет», 283001, ДНР, г. Донецк, ул. Артема, 58.

e-mail: akim-chief@ya.ru

Научный руководитель:

Чудина Екатерина Юрьевна, к. пед. н., доцент кафедры высшей математики, ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 86123, ДНР, г. Макеевка, ул. Державина, д. 2.

e-mail: eka-chudina@ya.ru

IDENTIFICATION OF THE POSITION OF A POINT ON THE PLAN

Annotation. The problem of determining the position of a point on a plan relative to a convex polygon is considered. The methods used to solve this problem are presented. An algorithm for determining the position of a point relative to a convex polygon on a plan using a scalar product of vectors has been developed and implemented in the Python programming language.

Keywords: point, polygon, polygonal area, point falling into a polygon, algorithm, Python.

Chepurko Akim Dmitrievich, student gr. II-23, Donetsk National Technical University, 283001, DPR, Donetsk, Artyom str., 58.

e-mail: akim-chief@ya.ru

Scientific supervisor:

Ekaterina Yuryevna Chudina, PhD, Associate Professor of the Department of Higher Mathematics, Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, 86123, DPR, Makeyevka, Derzhavin str., 2.

e-mail: eka-chudina@ya.ru





УДК 51-7

Федосеева Я.Р.,

обучающаяся «Республиканского архитектурно-
строительного лицея-интерната»

ФГБОУ ВО «ДонНАСА»

Научный руководитель:

Осипова Л.В.,

учитель математики высшей категории

«Республиканского архитектурно-строительного лицея-интерната»

ФГБОУ ВО «ДонНАСА»

**ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ СТАТИСТИКИ
ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДЕМОГРАФИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ
ГОРОДА МАКЕЕВКА**

Аннотация. В работе проведен анализ данных с использованием математических и статистических методов ежегодного снижения числа жителей города Макеевки, падения рождаемости, отток населения, что приводит к демографическому спаду, сказывающемуся на общем развитии города, изменение этих показателей со временем и закономерности их изменения.

Ключевые слова: статистика, демография, вариации, прирост населения.

Введение. При выборе темы для исследовательской работы, мы задали себе вопрос: какие изменения ждут наш город в перспективе? К сожалению, получить некоторые данные о жителях моего города в настоящее время, практически невозможно. Мы решили временно принять роль статистика и проанализировать демографическую обстановку, используя нерепрезентативные выборки, а также формулы и показатели математической статистики.

Постановка задачи. Изучить и проанализировать данные о численности жителей города Макеевки. Рассчитать коэффициенты рождаемости, смертности, миграции и эмиграции, проанализировать информацию, изучить прирост населения. Провести анализ гендерного состава населения и прогнозирование демографической обстановки на предстоящие годы.

Результаты. Изучение демографической ситуации всегда начинается с анализа изменения численности населения, где все расчеты проводятся с применением формул математической статистики. Для вычисления относительных показателей, отражающих рост или убыль населения, используются абсолютные показатели численности населения. Среди них можно выделить: показатели темпов роста и прироста населения; абсолютный прирост населения. Приведем формулы для расчета темпа роста и прироста.

$$\text{Темп роста цепной: } \dot{\Delta}_{\text{ц}}^{\circ} = \frac{x_i}{x_{i-1}} \cdot 100\%,$$

$$\text{Базисный темп роста: } \dot{\Delta}_{\text{б}}^{\text{а}} = \frac{x_i}{x_0} \cdot 100\%,$$

где x_i – текущий показатель, x_{i-1} – предшествующий показатель, x_0 – показатель, принятый за базу сравнения. При увеличении темпов роста населения более чем на 1% население увеличивается, а при уменьшении менее чем на 1% население сокращается. Расчет показателя темпов прироста населения основывается на отношении изменения численности населения за период (общего прироста или общей убыли) к начальной численности населения за этот период. Цепной темп прироста показывает процентное изменение по сравнению с предыдущим периодом.

Базисный темп прироста отражает процентное изменение по сравнению с выбранным базовым периодом для сравнения. Абсолютный рост (убыль) отражает величину изменения по сравнению с предыдущим периодом и вычисляется по следующей формуле:

$$\Delta = x_i - x_{i-1}.$$

Показатели вариации: размах вариации, мода ряда, медиана упорядоченного ряда чисел с нечетным числом членов, среднее линейное отклонение, дисперсия.

Изучены причины миграции населения: смена места жительства, личные обстоятельства, отсутствие работы. *Показатели миграции:* оборот миграции, сальдо миграции, коэффициент прибытия, коэффициент убытия, коэффициент миграционного оборота. *Показатели движения населения:* численность миграционного прироста, относительное сальдо миграции, эффективность миграции, коэффициент общего прироста населения К. Среди показателей движения населения выделяют: *коэффициент рождаемости, коэффициент смертности, коэффициент естественного прироста, коэффициент жизненности.* Все показатели, за исключением коэффициента жизненности, подсчитываются в промилле, то есть на 1000 человек населения, в то время как коэффициент жизненности измеряется в процентах (на 100 человек населения). *Коэффициент общей рождаемости* отражает количество новых граждан, появляющихся в течение календарного года на каждые 1000 жителей города. Формула для расчета этого показателя следующая:

$$K_{\text{рожд.}} = \frac{P}{НН} \cdot 1000, \text{ где } P - \text{число родившихся, а } НН - \text{наличное население.}$$

Общий коэффициент смертности населения. Статистика неутешительная: большинство людей ведут неправильный образ жизни, что отражается на их здоровье. Это неправильное питание, употребление некачественной воды, отсутствие физических нагрузок, вредные привычки. Доступность высококачественной медицинской помощи оставляет желать лучшего. *Общий показатель смертности* отражает количество людей, умирающих за год в среднем на каждые 1000 человек населения, и рассчитывается по специальной формуле. По моим подсчетам, на 100 умерших приходится 48 новорожденных.

Коэффициент жизненности отражает соотношение между уровнем рождаемости и смертности, отражая процесс воспроизводства населения. При

значении коэффициента жизненности менее 100% население региона сокращается, а при превышении этого значения – увеличивается. *Общий коэффициент естественного прироста* населения показывает величину убыли населения в течение календарного года в среднем на 1000 человек НН.

$$K_{жизн.} = \frac{P}{Y} \cdot 100 \quad \text{или} \quad K_{жизн.} = \frac{K_{рожд}}{K_{см}} \cdot 100$$

Практическая часть работы. Расчет показателей численности населения (исследуемые периоды с 1989-2023 гг.).

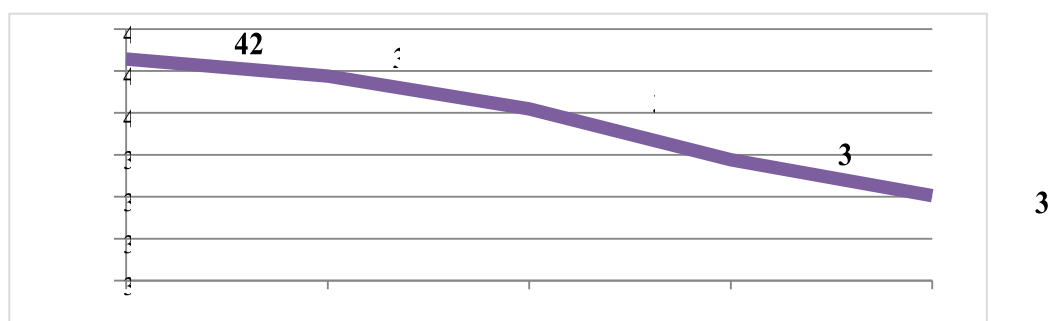


Рисунок 1. Численность населения

Сравнивая с данными 1989 года, население уменьшилось на 98490 человек (23%). Наибольшее количество жителей проживало на территории города именно в 1989 году. Тенденция ряда показывает, что убывание населения города Makeevki происходит ежегодно. Среднее количество жителей города за период с 1989 по 2023 год составило 367225 человек. В среднем население города уменьшалось на 0,7% ежегодно, что соответствует уменьшению на 2340 человек в год. Проведя прогноз на следующий год с использованием абсолютного прироста, я рассчитала, что в 2030 году в городе будет проживать 316350 человек. Это совпадает с демографическим прогнозом «Перспектив мировой урбанизации» ООН.

Хотя количество новорожденных мальчиков превышает количество девочек, в общей численности населения женщины преобладают. На начало текущего года доля женщин составила 55,91%, в то время как доля мужчин составила 44,09%. Возраст, когда количество мужчин и женщин сравнивается – это 30-34 года, а после 35 лет начинается стабильное преобладание женщин. В

то же время, в идеальных условиях возраст сбалансированности полов должен приближаться к верхнему пределу репродуктивного возраста – 50 годам. Такой дисбаланс полов обусловлен высокой смертностью мужчин. Уровень смертности мужчин в возрасте от 16 до 60 лет почти вдвое превышает смертность женщин того же возраста.

Уменьшение рождаемости привело к уменьшению численности населения и его старению. Доля детей и подростков до 17 лет в общей численности населения города сократилась с 21,3% в начале 1989 года до 11,8% в апреле 2024 года. В то же время доля населения старше трудоспособного возраста увеличилась на 5,4%. Таким образом, если 35 лет назад количество подрастающего поколения превышало количество людей, достигших пенсионного возраста, то в начале текущего года пенсионеров было вдвое больше, чем детей и подростков. К сожалению, это не связано с увеличением продолжительности жизни, которая в начале 90-х годов составляла 69 лет и сейчас сократилась до 66 лет. При этом средняя продолжительность жизни женщин составляет около 73 лет, а мужчин – лишь 60 лет.

Заключение. Одной из ключевых предпосылок для развития общества является смена поколений, причем каждое последующее поколение должно быть не только численно, но и качественно не хуже предыдущего. Однако вопрос о том, кто придет на замену нам, вызывает опасения. Низкая численность молодого поколения в сочетании с ростом доли пожилого населения уже в скором будущем приведет к увеличению демографической нагрузки на работоспособное население и дефициту рабочей силы. Уже сейчас, по состоянию на 01.04.2024 г. в Макеевке общее число официально занятых жителей составляет 137 632 человека, количество пенсионеров – 102 028 человек, а количество лиц, официально зарегистрированных как безработные – 20 406 человек, дети, в возрасте от 7 до 17 лет – 41515 человек, инвалидов – 28040 человек. Для изменения этой ситуации необходимо как увеличение рождаемости, так и снижение смертности, особенно среди лиц трудоспособного возраста.

Литература

1. Башкатов, Б.И. Социально-экономическая статистика: Учебник для вузов / Под ред. проф. Б.И. Башкатова. – М.: ЮНИТИ-ДАИ-ИА, 2002. – 703 с. – Текст: непосредственный.

2. Гусаров В.М. Статистика: Учеб. пособие для вузов. – М.: ЮНИТИДАНА, 2001. – 463 с. – Текст: непосредственный.

3. Назаров М.Г. Курс социально-экономической статистики: Учебник для вузов / Под ред. проф. М.Г. Назарова. – М.: Финстатинформ, 2002. – 976 с. – Текст: непосредственный.

Федосеева Ярина Ростиславовна, обучающаяся «Республиканского архитектурно-строительного лицея-интерната» ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, ДНР, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: fedoseeva.ya.r-11a@donnasa.ru

Научный руководитель:

Осипова Людмила Владимировна, учитель математики высшей категории «Республиканского архитектурно-строительного лицея-интерната» ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, ДНР, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: l.v.osipova@donnasa.ru

**APPLICATION OF MATHEMATICAL METHODS OF STATISTICS FOR
FORECASTING THE DEMOGRAPHIC CONDITION OF THE CITY OF
MAKEEVKA**

Annotation. The paper analyzes data using mathematical and statistical methods of an annual decrease in the number of residents of the city of Makeyevka, a drop in the birth rate, an outflow of population, which leads to a demographic decline affecting the overall development of the city, changes in these indicators over time and patterns of their change.

Keywords: statistics, demographics, variations, population growth.

Fedoseeva Yarina Rostislavovna, student of the Republican architectural and construction lyceum-boarding school, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, 286123, DPR, Makeevka, Derzhavin str., 2.

e-mail: fedoseeva.ya.r-11a@donnasa.ru

Scientific supervisor:

Osipova Lyudmila Vladimirovna, teacher of mathematics of the highest category of the Republican Architecture and Construction Lyceum-Boarding School, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, 286123, DPR, Makeevka, Derzhavin str., 2.

e-mail: l.v.osipova@donnasa.ru





УДК 51-7

Чуев В.В.,

обучающийся «Республиканского архитектурно-
строительного лицея-интерната»

ФГБОУ ВО «ДонНАСА»

Научный руководитель:

Осипова Л.В.,

учитель математики

высшей категории «Республиканского

архитектурно-строительного лицея-интерната»

ФГБОУ ВО «ДонНАСА»

ВЕРОЯТНОСТЬ В РАСЧЕТАХ ОСНОВНЫХ ВЕЛИЧИН НАДЕЖНОСТИ

Аннотация. В данной работе рассмотрены термины и определения, используемые в теории надежности, регламентированы ГОСТ 27.002-21 «Надежность в технике. Термины и определения», произведён расчёт основных величин надёжности математическим методом на примере задач с использованием вероятности.

Ключевые слова: надежность, работоспособность, предельное состояние, повреждение, отказ, безотказность, математическая модель, вероятность.

Введение. Надежность – это свойство объекта выполнять заданную функцию и сохранять значения всех рабочих параметров в течение времени и в заданных пределах. Объект может представлять собой сборочную единицу, деталь, компонент, элемент, устройство, функциональный блок, оборудование. Надежность объекта характеризуется следующими основными состояниями и событиями.

Ремонтопригодность – состояние, при котором объект соответствует всем требованиям, изложенным в настоящих правилах и в технической документации. *Работоспособность* – состояние способности объекта поддерживать значения ключевых параметров, установленных НТД, и выполнять заданные функции. *Предельное состояние* – состояние, при котором объект неприемлем или не пригоден для применения (использования) по назначению. *Повреждение* – событие, заключающееся в нарушении работоспособного состояния объекта при сохранении его работоспособного состояния. *Отказ* – событие, заключающееся в нарушении работоспособного состояния объекта. *Безотказность* – характерный признак или набор признаков для установления факта отказа.

Для некоторых объектов критическое состояние – это последнее состояние в их работе. Для других объектов – это определенный этап в графике работы, требующий проведения ремонтных или восстановительных работ. В этом отношении объекты можно разделить на два класса: неремонтопригодные – объекты, работоспособность которых на момент отказа не может быть восстановлена или по каким-либо причинам трудно восстановима и ремонтпригодные – объекты, работоспособность которых может быть восстановлена, в том числе путем замены элементов.

Постановка задачи: выяснить, что такое ремонтпригодность и как ее определяют. Рассчитать основные показатели теории надежности на примерах решения задач, используя математические модели и вероятность. Сделать выводы на основе полученных результатов.

Результаты. Исследования демонстрируют, что комплексные объекты, такие как трансформаторы, выключатели и электронное оборудование, обладают ремонтпригодностью. С другой стороны, электронные и электротехнические компоненты, такие как диоды и конденсаторы, не поддаются ремонту. Данная классификация используется при выборе моделей и методов надежности. Надежность включает в себя ряд характеристик, таких как безотказность, долговечность, возможность ремонта и сохраняемость, в соответствии с ГОСТ 27.002-21, который предполагает независимость отказов элементов в три раза.

Безотказность – характеристика объекта, который непрерывно сохраняет работоспособное состояние в течение заданного времени или времени работы при заданных режимах и условиях использования.

Долговечность – свойство объекта оставаться пригодным для использования до достижения предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонта на долговечность.

Ремонтпригодность – характеристика объектов, для которых ремонт возможен при документально подтвержденных и указанных условиях.

Примечание – указанные условия включают технические, экономические и другие аспекты.

Наработка – это время работы или загруженность объекта, измеряемая в неубывающих величинах (например, единица времени, количество загрузок, пройденный километраж). Показатели надежности количественно характеризуют степень, в которой объект обладает определенными характеристиками, определяющими его надежность.

Вероятность восстановления: вероятность того, что время, необходимое для восстановления работоспособного состояния объекта, не превышает заданного значения.

Вероятность того, что работоспособное состояние объекта не превышает заданного значения.

Задача 1. Электрическая цепь может разорваться при отказе хотя бы одного из k последовательно соединенных элементов. Определить вероятность P_0 того, что не будет разрыва цепи, если заданы вероятности $\{Q_i, i = 1, \dots, k\}$, выхода из строя ее элементов. Вычислить отношение $r = 100\% \cdot \max_i \{Q_i\} / (1 - P_0)$ – вклад наименее надежного элемента. Определите, как изменятся вероятность P_0 и отношение r , если вероятность отказа наименее надежного элемента увеличится в три раза. Считать, что отказы элементов являются независимыми событиями. $k = 3; Q_1 = 0.05, Q_2 = 0.07, Q_3 = 0.08$.

Решение. Искомая вероятность равна вероятности того, что и первый, и второй, ..., и k -й элементы не выйдут из строя. Пусть событие A_i означает, что

i -й элемент находится в работоспособном состоянии с вероятностью $P(A_i) = 1 - Q_i$. Тогда, применяя теорему умножения вероятностей, получим:

$$P_0 = \prod_{i=1}^k P(A_i) \quad (1)$$

$$P(A_1) = 0.95, P(A_2) = 0.93, P(A_3) = 0.92;$$

$$P_0 = 0.95 \cdot 0.93 \cdot 0.92 = 0,8128;$$

$$r = 100 \cdot [Q_3 = 0.08] / (1 - 0,8128) = 42.7\%.$$

Если $Q_3 = 0.08 \cdot 3 = 0.24$, то $P(A_3) = 0.76$;

$$P_0 = 0.95 \cdot 0.93 \cdot 0.76 = 0,6715;$$

$$r = 100 \cdot 0,24 / (1 - 0,6715) = 73\%.$$

Вывод: вероятность P_0 всегда меньше вероятности $P(A_i)$, а значение r стремится к 100% при увеличении $\max_i \{Q_i\}$, т.е. надежность схемы в большей степени определяется вероятностью отказа слабого звена.

Задача 2. На склад участка энергоснабжения поступило N тиристоров, изготовленных на трех заводах: N_1 – на первом заводе, N_2 – на втором и $N_3 = N - N_1 - N_2$ – на третьем. О качестве продукции этих заводов известны некоторые сведения. Вероятность отказа в работе тиристора, произведенного на первом заводе (априорно) – Q_1 ; второго – Q_2 ; третьего – Q_3 . Определите вероятность отказа наугад взятого для контроля тиристора и апостериорную вероятность отказа тиристоры завода № j . Сделайте выводы.

$$N_1 = 200; N_2 = 300; N_3 = 500;$$

$$Q_1 = 0.01; Q_2 = 0.02; Q_3 = 0.03; J = 1.$$

Решение. Факты о том, что выбранный тиристор был изготовлен на первом, втором или третьем заводе, обозначим через B_1, B_2 и B_3 . Пусть $Q(A)$ – вероятность отказа любого наугад взятого тиристора; $Q(A/B_1), Q(A/B_2), Q(A/B_3)$ – вероятности отказа тиристора первого, второго, третьего завода соответственно; $Q(B_j/A)$ – апостериорная вероятность отказа тиристоры завода № j , $P(B_1), P(B_2), P(B_3)$ – вероятность попадания на контроль тиристора соответственно от первого, второго, третьего завода. Эти события составляют полную группу несовместных событий. Тогда, согласно формуле полной вероятности:

$$P(A) = \sum_{i=1,2,3} P(B_i) Q(A/B_i).$$

Здесь $P(B_i) = N_i / N$; $Q(A/B_i) = Q_i$ – до начала испытаний. По результатам контроля определяем апостериорную вероятность отказа тиристоров завода № j по формуле Байеса:

$$Q(B_j/A) = \frac{P(B_j)Q(A/B_j)}{\sum_{i=1,2,3} P(B_i)Q(A/B_i)} = \frac{P(B_j)Q_j}{P(A)}.$$

В итоге, получим следующие значения:

$$P(B_1) = 0.2; P(B_2) = 0.3; P(B_3) = 0.5;$$

$$P(A) = 0,2 \cdot 0,01 + 0,3 \cdot 0,02 + 0,5 \cdot 0,03 = 0,023;$$

$$Q(B_1/A) = 0,2 \cdot 0,01 / 0,023 = 0,087.$$

Вывод: апостериорная вероятность отказа существенно меняется по отношению к априорным вероятностям и приближается к вероятности выбора продукта для данного завода. Если все априорные вероятности Q_1 , Q_2 и Q_3 одинаковы, то апостериорная вероятность $Q(B_i/A)$ равна вероятности выбора $P(B_i)$ и не меняется.

Заключение. В данной работе на примере решения задач с использованием математической модели были рассчитаны основные показатели надежности объектов. На основании полученных результатов были сделаны соответствующие выводы.

Литература

1. Китушин, В.Г. Надежность энергетических систем: учебное пособие для электроэнергетических специальностей вузов. – М.: Высшая школа, 1984. – 256 с. – Текст: непосредственный.

2. Ковалев, Г.Ф. Надежность и диагностика технических систем: задание на контрольную работу №2 с методическими указаниями для студентов IV курса специальности «Электроснабжение железнодорожного транспорта». – Иркутск: ИРИИТ, СЭИ СО РАН, 2000. – 15 с. – Текст: непосредственный.

3. ГОСТ Р 27.102-2021. Надежность в технике. Надежность объекта. Термины и определения. Применяется с 01.01.2022 взамен ГОСТ 27.002-2015.

Чуев Владислав Викторович, обучающийся «Республиканского архитектурно-строительного лицея-интерната» ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, ДНР, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: chuev.v.v-11a@donnasa.ru

Научный руководитель:

Осипова Людмила Владимировна, учитель математики высшей категории «Республиканского архитектурно-строительного лицея-интерната» ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, ДНР, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: l.v.osipova@donnasa.ru

PROBABILITY IN CALCULATIONS OF BASIC RELIABILITY VALUES

Annotation. This work examines the terms and definitions used in reliability theory, regulated by GOST 27.002-89 “Reliability in Engineering. Terms and Definitions”, and calculates the main values of reliability theory using the example of a number of problems using the mathematical method using probability.

Keywords: reliability, operability, limit state, damage, failure criterion, mathematical model, probability.

Chuev Vladislav Viktorovich, student of the Republican architectural and construction lyceum-boarding school, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, 286123, DPR, Makeevka, Derzhavin str., 2.

e-mail: chuev.v.v-11a@donnasa.ru

Scientific supervisor:

Osipova Lyudmila Vladimirovna, teacher of mathematics of the highest category of the Republican architectural and construction lyceum-boarding school, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, 286123, DPR, Makeevka, Derzhavin str., 2.

e-mail: l.v.osipova@donnasa.ru





УДК 51-7

Янков Г.П.,

обучающийся Инженерного полигона

ФГБОУ ВО «ДонНАСА»,

обучающийся 10-Б класса,

МБОУ «Средняя школа №103 города Макеевка»

Руководитель: к. пед. н.

Галибина Н.А.,

доцент кафедры высшей математики

ФГБОУ ВО «ДонНАСА»

ТРЕУГОЛЬНИК РЁЛО И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ

Аннотация. В статье рассмотрено определение и основные свойства треугольника Рёло. Перечислены основные приложения этой фигуры.

Ключевые слова: треугольник Рёло, пересечение окружностей, фигура постоянной ширины, механизмы.

Введение. Казалось бы, что такая известная геометрическая фигура как треугольник, всем хорошо известна и на его основе ничего нового уже изобрести нельзя. Но, оказывается, треугольник можно нарисовать с округлыми сторонами, и тогда сумма углов в нём уже будет больше 180° , а ещё его можно использовать в уникальных механизмах. Именно поэтому в качестве темы исследования выбрана столь необычная фигура, которая имеет собственное название – треугольник Рёло.

Постановка задачи. Цель статьи – изучить основные свойства треугольника Рёло и то, как эта фигура применяется в науке и технике.

Результаты. Треугольником Рёло называется область пересечения трех окружностей, построенных из вершин правильного треугольника. Окружности имеют радиус, равный стороне этого же треугольника. Эта фигура относится к разряду простых фигур (как круг), обладающих постоянной шириной. То есть если к нему провести две параллельные опорные прямые, то независимо от выбранного направления, расстояние между ними будет неизменным, в любой точке независимо от их длины.

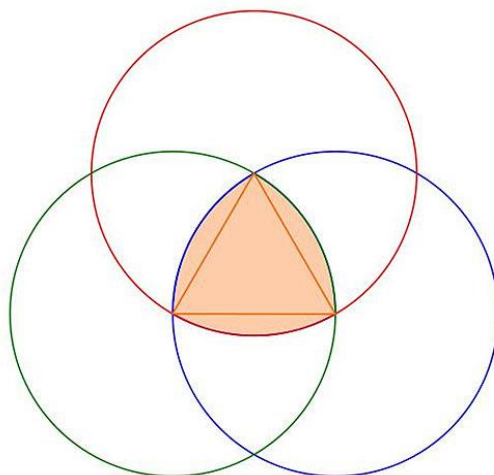


Рисунок 1. Треугольник Рёло

По мнению историков, название это «непростой» простой фигуре дал немецкий механик Франц Рёло, живший с 1829 по 1905 годы. Многие историки сходятся в том, что именно он стал первооткрывателем свойств этой геометрической фигуры. Потому как он первый широко использовал свойства и возможности треугольника Рёло в своих механизмах.

Однако с такой точкой зрения не все согласны. Некоторые математики считают, что первым продемонстрировал идею треугольника из равных дуг окружности Леонард Эйлер в XVIII веке. Хотя подобная фигура встречается и раньше, в XV веке: её использовал в своих рукописях Леонардо да Винчи, хранящихся в Институте Франции, а также в Мадридском кодексе.

Примерно в 1514 году Леонардо да Винчи создал одну из первых в своём роде карт мира. Поверхность земного шара на ней была разделена экватором и двумя меридианами (угол между плоскостями этих меридианов равен 90°) на

восемь сферических треугольников, которые были показаны на плоскости карты треугольниками Рёло, собранными по четыре вокруг полюсов.

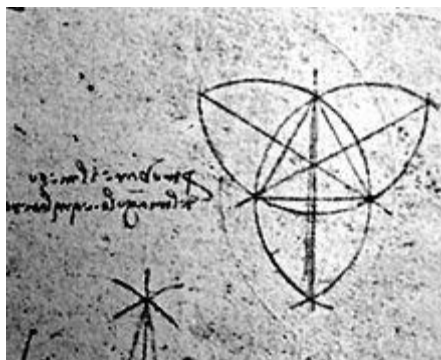


Рисунок 2. Фрагмент рукописи Леонардо ди Винчи

Ещё раньше, в XIII веке, создатели церкви Богоматери в Брюгге использовали треугольник Рёло в качестве формы для некоторых окон.



Рисунок 3. Окно церкви в Брюгге

Треугольник Рёло широко используется и в настоящее время. Более того, математики постоянно открывают новые полезные свойства и приложения этой замечательной фигуры.

Так, чтобы сделать квадратное отверстие, сечение сверла должно иметь форму треугольника Рёло. Такое сверло изобрёл в 1914 году инженер и механик Гарри Джеймс Уаттс. Безусловно, отверстие будет не совсем квадратом. Но если продлить стороны, тем самым добавив уголки, то получится в точности квадрат.

При этом площадь неразмеченных уголков составляет всего около 2% от площади всего квадрата.

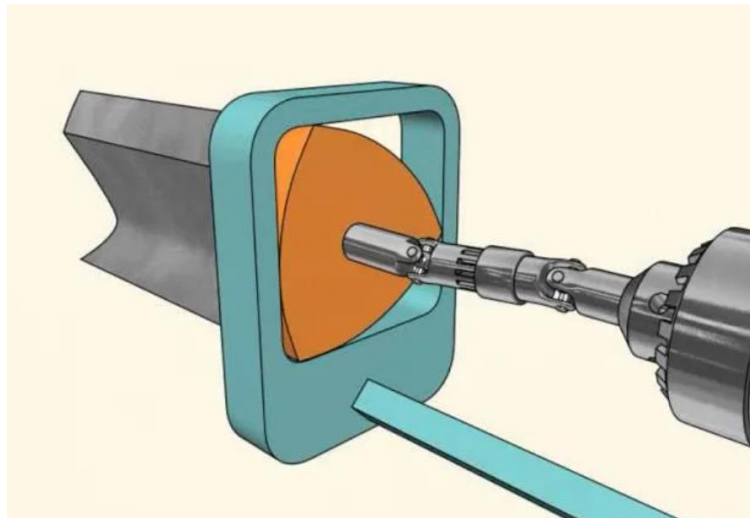


Рисунок 4. Сверло Уаттса

Далее, из-за того, что треугольник Рёло является фигурой постоянной ширины, можно изготавливать колёса из таких треугольников. Это и реализовал на практике китайский офицер Гуан Байхуа из Циндао. Мужчина создал необычный велосипед: вместо круглых колес у него треугольник Рёло сзади и пятиугольник с округлыми сторонами спереди.



Рисунок 5. Велосипед с колёсами в форме треугольника Рёло

Кроме того, двигатели некоторых легковых автомобилей имеют форму треугольника Рёло (двигатель Ванкеля). Например, некоторые модели Мазды оснащались именно этой конструкцией. Примерная схема работы этого двигателя приведена на рисунке 6. Ротор в форме треугольника Рёло толкают газы внутри камеры сгорания. При этом, поскольку каждая область герметичная, сам ротор берет на себя функции клапанов.

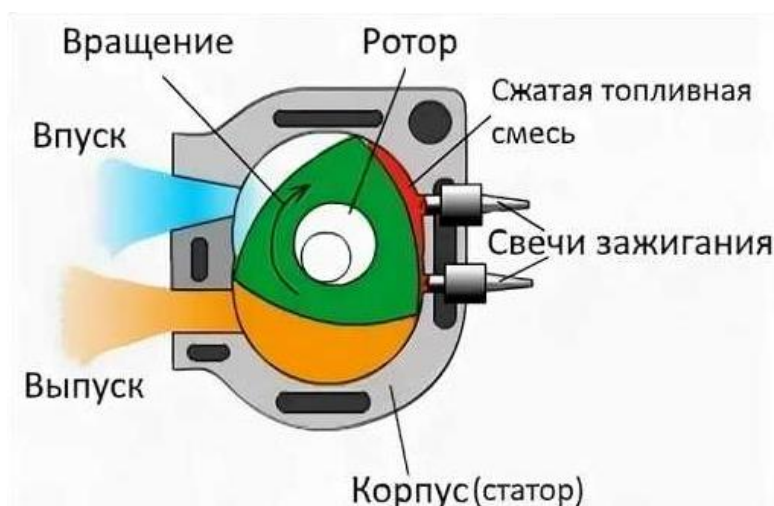


Рисунок 6. Треугольник Рёло в двигателе Ванкеля

У такой конструкции есть значительное преимущество. Нет возвратно-поступательного движения поршня, которое нужно превращать во вращательное движение. Конструкция довольно простая. Уравновешен двигатель хорошо, и вибраций меньше. Расход топлива у конструкции довольно скромный. Поэтому подобная схема работы получила заслуженное признание в некоторых областях техники. Ну а называется такой класс двигателей роторно-поршневым.

Имеются и другие применения треугольника Рёло в механике, например, в рейферном механизме, который осуществляет покадровое перемещение плёнки в кинопроекторах. Также эта фигура используется в некоторых паровых двигателях, швейных машинках и пр.

Выводы. Открытие треугольника Рёло послужило толчком для новых исследований не только в математике, но и в области инженерии. Несмотря на то, что треугольник Рёло называют простейшей фигурой, он скрывает в себе еще много тайн, которые только предстоит разгадать ученым.

Литература

1. Першин И.С. Треугольник Рёло // Старт в науке. – 2019. – № 5-1. ; URL: <https://science-start.ru/ru/article/view?id=1711> (дата обращения: 10.04.2024). – Текст: электронный.

Янков Георгий Петрович, обучающийся Инженерного полигона, ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», обучающийся 10-Б класса, МБОУ «Средняя школа №103 города Макеевка», 286123, ДНР, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: yankov412@mail.ru

Научный руководитель:

Галибина Надежда Анатольевна, к. пед. н., доцент кафедры высшей математики, ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, ДНР, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: galibina@donnasa.ru

THE REULOT TRIANGLE AND ITS APPLICATION

Abstract. The article discusses the definition and basic properties of the Reulot triangle. The main applications of this figure are cited.

Keywords: Reulot triangle, intersection of circles, shape of constant width, mechanisms.

Yankov Georgiy Petrovich, the pupil of the Engineering landfill, Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, Derzhavin str., 2, Makeyevka, 86123, DPR, Russia.

e-mail: yankov412@mail.ru

Scientific supervisor:

Galibina Nadezhda Anatolievna, Ph.D., Associate Professor of the Department of Higher Mathematics, Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, Derzhavin str., 2, Makeyevka, 86123, DPR, Russia.

e-mail: galibina@donnasa.ru





УДК 51-7

Проничева О.В.,

обучающаяся «Республиканского архитектурно-
строительного лицея-интерната»

ФГБОУ ВО «ДонНАСА»

Научный руководитель:

Осипова Л.В.,

учитель математики высшей категории «Республиканского
архитектурно-строительного лицея-интерната»

ФГБОУ ВО «ДонНАСА»

ЗАДАЧИ ПО ОПТИМИЗАЦИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Аннотация. Были изучены теоретические основы взаимосвязи математики с другими областями науки, проанализированы примеры задач оптимизации в строительстве. Решение данных задач осуществляется разнообразными методами: алгебраическими, геометрическими, а также с применением функционала Поиск - решения в программе Microsoft Excel.

Ключевые слова: задачи по оптимизации, методы оптимизации, математическая модель, линейное программирование, графический метод решения задач, целевая функция.

Введение. Любой человек может столкнуться с обстоятельствами, когда достижение определенного результата не является единственным выходом. В таких случаях необходимо найти оптимальное решение. Однако в разных ситуациях лучшие решения могут быть совершенно разными. Все зависит от выбранных или заданных критериев. «На практике установлено, что чаще всего понятие «наилучший» может быть выражено через количественные критерии, такие как минимальные затраты, минимальное время, максимальная прибыль и

другие. Поэтому можно сформулировать математическую задачу поиска оптимального результата, поскольку нет принципиальной разницы между поиском минимального или максимального значения» [1].

Постановка задачи. Изучить методы оптимизации, используемые для решения практических задач в области строительства. Создать пособие по решению задач на оптимизации, включающее в себя различные способы и алгоритмы решения задач данного типа.

Результаты. «Задачи на отыскание оптимального решения называются задачами оптимизации. Оптимальный результат, как правило, находится не сразу, а в результате процесса, называемого процессом оптимизации. Применяемые в процессе оптимизации методы получили название методов оптимизации. Чтобы решить практическую задачу надо перевести ее на математический язык, то есть составить ее математическую модель» [1].

Часто в рамках математической модели требуется найти максимальное или минимальное значение определенной функции на определенном наборе данных, что представляет собой задачу оптимизации. Методы оптимизации широко используются для решения практических задач в области строительства. Все поставленные в разработанных задачах задания имеют определенный контекст и цель обучения. Разработанные задачи отвечают всем необходимым требованиям и могут быть использованы при обучении учащихся лица математики. Рассмотрим примеры подобных задач.

Задача 1 [2]. На фирме нужно провести водопровод длиной 167 м. В наличии есть трубы длиной 5 м и 7 м. Сколько нужно использовать тех и других труб, чтобы соединений было как можно меньше (трубы не резать), затраты минимизировать. Данные о стоимости труб: по 5 м = 2,1 тыс. руб. по 7 м = 3,3 тыс. руб. Всего на прокладку водопровода выделено 75 тыс. руб.

Математическая модель:

$$5x + 7y = 167;$$

$$2,1x + 3,3y \leq 75;$$

$$x + y \rightarrow \min;$$

СЕКЦИЯ «МАТЕМАТИКА»

x, y – целые.

$$x \geq 0, y \geq 0.$$

Решим задачу математически, методом Гаусса:

$$\begin{cases} 5x + 7y = 167; \\ 2,1x + 3,3y \leq 75. \end{cases}$$

x и y – целые числа и $x \geq 0, y \geq 0$.

$$\begin{cases} 5x + 7y = 167; \\ 21x + 33y \leq 750. \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 5x + 7y = 167; \\ 7x + 11y \leq 250. \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 5x + 7y = 167; \\ 21x + 33y = 750. \end{cases}$$

$$\begin{pmatrix} 5 & 7 & 0 & 167 \\ 7 & 11 & 1 & 250 \end{pmatrix}; \begin{pmatrix} 5 & 7 & 0 & 167 \\ 0 & 6 & 5 & 81 \end{pmatrix}.$$

$$6y + 5z = 81; y \text{ – целое число.}$$

$$2y + \frac{5}{3}z = 27;$$

$$x = 18, y = 11, z = 3.$$

Эту же задачу в компьютере можно решить с помощью Надстройки – Поиск решения в Excel (рис. 1).

Оформляем таблицу:

	A	B	C	D	E
1		по 5 м	по 7 м	соединений	
2		0	0	0	
3	длина	5	7	0	167
4	цена	2,1	3,3	0	75

В режиме формул:

	A	B	C	D
1		по 5 м	по 7 м	соединений
2		0	0	=B2+C2
3	длина	5	7	=СУММПРОИЗВ(\$B\$2:\$C\$2;\$B3:\$C3) 167
4	цена	2,1	3,3	=СУММПРОИЗВ(\$B\$2:\$C\$2;\$B4:\$C4) 75

Ограничения:

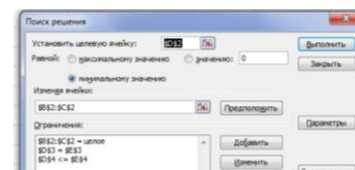


Рисунок 1. Решение задачи на компьютере

После установки ограничений и запуска расчета на листе, вместо нуля появится решение задачи. Итак, для уменьшения количества соединений следует применить 18 труб длиной 5 м и 11 труб длиной 7 м. Это позволит достичь минимальной стоимости в размере 74100 рублей.

Можно внести изменения в условие задачи, например, указав целью минимизации стоимость прокладки водопроводных труб. В этом случае оптимальным решением будет использование 32 труб длиной 5 метров, 1 трубы длиной 7 метров, что приведет к минимальной стоимости в размере 70500 рублей.

Задача 2 [2]. Участок насыпи земляного покрытия автомобильной трассы

объемом 34400 кубических метров должен быть покрыт землей из карьера, который находится в среднем в 400 метрах от участка. Для этого необходимо использовать два этапа транспортировки материала с помощью скрепера и экскаватора с самосвалами. Срок выполнения работ не должен превышать 50 рабочих смен, при условии, что каждая смена длится 8,2 часа. Каждое звено оборудовано необходимым количеством дополнительной техники, такой как бульдозеры и катки, чтобы обеспечить непрерывность процесса насыпки земли на участке дороги.

Предположим, что для укрепления скреперов требуется разместить x_1 датчиков грунта, а для укрепления экскаваторов – x_2 датчиков. При этом общий объем работ, который должны выполнить оба звена, не должен быть меньше установленного значения. То есть $x_1 + x_2 > 344$. Для выполнения работ со скреперами требуется $4,42 x_1$ машино-часов при общем количестве $3 \cdot 8,2 \cdot 50 = 1230$ м/ч. Следовательно, $4,42x_1 < 1230$. Для выполнения работ экскаватором требуется $2,77x_2$ машино-часов при наличии $8,2 \cdot 50 = 410$ м/ч. Значит, $2,77x_2 < 410$. Для успешного выполнения поставленной задачи требуется определить не только ограничения, но и явно сформулировать целевую функцию – параметр, который необходимо свести к минимуму. В рассматриваемой задаче такой целевой функцией являются затраты, равные $C^0 = 2100 \cdot x_1 + 2570 \cdot x_2 \rightarrow \min$. Очевидно, что искомые объёмы работ звеньев не должны быть отрицательны. Следовательно, $x_1 > 0; x_2 > 0$.

При помощи аналитической геометрии можно наглядно продемонстрировать концепцию решения задач линейного программирования с использованием графиков.

$$x_1 + x_2 > 344;$$

$$4,42x_1 < 1230;$$

$$2,77x_2 < 410;$$

$$x_1 > 0, x_2 > 0.$$

ОДР (область допустимых решений) этой системы неравенств показана на рисунке 2.

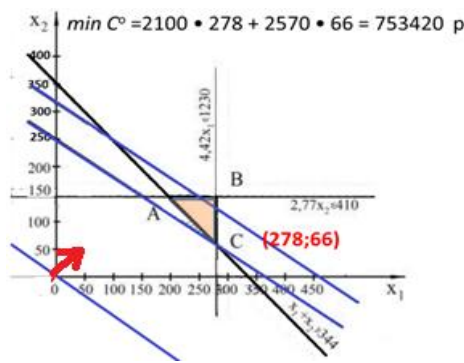


Рисунок 2. Область допустимых решений системы неравенств

Каждая точка, принадлежащая ограниченной области допустимых значений (ОДР), обладает значениями x_1 и x_2 , которые удовлетворяют всем неравенствам. Суть задачи линейного программирования (ЛП) заключается в том, чтобы найти из всех точек ОДР такую, в которой значение целевой функции достигает оптимума. Для данной задачи целевая функция $C^0 = 2100x_1 + 2570x_2$. $C(278;66)$ – вершина многоугольника ОДР является пересечением прямых $x_1 + x_2 = 344$ и $4,42x_1 = 1230$. При этом суммарные затраты будут минимальными и составят: $\min C^0 = 2100 \cdot 278 + 2570 \cdot 66 = 753420$ (р.).

Таким образом, координаты вершины ОДР являются значениями переменных, придающими целевой функции оптимальное значение. Допустимым решением будем называть значения переменных, удовлетворяющие всем ограничениям и находящиеся в любой точке ОДР. «Опорным решением будем называть значения переменных, которые являются координатами любой вершины ОДР. Оптимальным решением будем называть значения переменных, которые являются координатами вершины ОДР, в которой целевая функция принимает оптимальное значение» [3].

Заключение. В ходе выполнения практических заданий по данной теме был разработан конкретный реальный продукт, который готов к публичному представлению и оценке. Решение задач по оптимизации в сфере строительства способствует не только развитию когнитивных способностей обучающихся и увеличению заинтересованности в учебном процессе, но и позволяет поставить

их перед проблемой, а также показывает взаимосвязь между математикой и различными сферами человеческой деятельности.

Литература

1. Быкова, С.В. Задачи оптимизации в строительстве – КГБ ПОУ Хабаровский технический колледж, г. Хабаровск. – URL: <https://infourok.ru/statya-i-prezentaciya-po-teme-zadachi-optimizacii-v-stroitelstve-6940402.html> / (дата обращения: 04.04.2024). – Текст: электронный.

2. Радайкин, О.В. Примеры решения научно-технических задач в строительстве: Учебно-методическое пособие к выполнению практических заданий для магистрантов направления подготовки «Строительство» по дисциплине «Методы решения научно-технических задач в строительстве» / О.В. Радайкин. – Казань: 2018. – 101 с. – Текст: непосредственный.

3. Математическое моделирование в строительстве: методические указания по выполнению лабораторных работ для студентов направления подготовки 08.04.01 «Строительство» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост. К.Е. Никитин. Курск, 2017. – 51с. – Текст: непосредственный.

Проничева Ольга Владимировна, обучающаяся «Республиканского архитектурно-строительного лицея-интерната» ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, ДНР, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: pronicheva.o.v-10b@donnasa.ru

Научный руководитель:

Осипова Людмила Владимировна, учитель математики высшей категории «Республиканского архитектурно-строительного лицея-интерната» ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, ДНР, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: l.v.osipova@donnasa.ru

OPTIMIZATION TASKS IN CONSTRUCTION

Annotation: The theoretical foundations of the relationship of mathematics with other fields of science were studied, examples of optimization problems in construction were analyzed. The solution of these problems is carried out by various methods: algebraic, geometric, as well as using the Search – solution functionality in the Microsoft Excel program.

Keywords: optimization problems, optimization methods, mathematical model, linear programming, graphical method of solving problems, objective function.

Pronicheva Olga Vladimirovna, a student of the Republican Architectural and construction Boarding Lyceum, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, 286123, DPR, Makeevka, Derzhavin str., 2.

e-mail: pronicheva.o.v-10b@donnasa.ru

Scientific supervisor:

Osipova Lyudmila Vladimirovna, teacher of mathematics of the highest category of the Republican Architecture and Construction Lyceum-Boarding School, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, 286123, DPR, Makeevka, Derzhavin str., 2.

e-mail: l.v.osipova@donnasa.ru





УДК 51-7

Володченко А.В.,

обучающийся «Республиканского архитектурно-
строительного лицея-интерната»

ФГБОУ ВО «ДонНАСА»

Научный руководитель:

Осипова Л.В.,

учитель математики

высшей категории «Республиканского

архитектурно-строительного лицея-интерната»

ФГБОУ ВО «ДонНАСА»

ДИФФЕРЕНЦИРОВАНИЕ В МАТЕМАТИЧЕСКОМ МОДЕЛИРОВАНИИ СЛОЖНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ

Аннотация. В данной работе рассматриваются возможности и задачи математического моделирования, применение производной в математическом моделировании сложных строительных процессов и её целевое использование.

Ключевые слова: математическое моделирование, производная, строительство, проектирование, нелинейный динамический расчет.

Введение. Математическое моделирование – это процесс создания абстрактной математической модели, которая описывает реальные явления и процессы. В строительстве математическое моделирование позволяет предсказывать и анализировать различные аспекты проектирования и строительства, такие как прочность конструкций, энергетическая эффективность и так далее [1].

Создание модели позволяет проверить теории, оценить решения, изменить их, создать лучшее из возможных решений. Строительство сегодня это процесс

переноса виртуальной модели в физическое пространство. Любой узел, сечение, фрагмент можно посмотреть «вживую», а не на чертеже. Сегодня архитекторы работают с двумя типами моделей, это 3D модель, создаваемая в программах 3D-тах и BIM – модель. BIM – это технология моделирования зданий и сооружений, которая отличается высокой степенью детализации предлагаемых решений в виде информационной модели, которая, по сути, является виртуальной копией будущего здания. Цель создания такой модели – принятие решений в строительном проекте, как на этапе создания, так и на последующих этапах жизненного цикла объекта. В российской практике используется термин – аналог «цифровая информационная модель» (рис. 1).

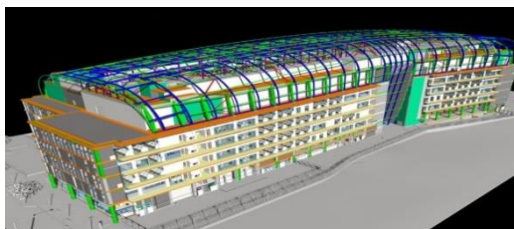


Рисунок 1. Применение математического моделирования в строительстве

Цель нашего исследования – возможности дифференцирования в математическом моделировании сложных строительных процессов, а также направления его применения.

Постановка задачи. Изучить области применения и этапы создания математической модели. Определить направления применения дифференцирования в математическом моделировании сложных строительных процессов. Выполнить упрощенный нелинейный динамический расчет сейсмостойкости многоэтажного каркасного здания.

Результаты. Использование математического моделирования позволяет оптимизировать многие процессы, наладить цепочку производства и сократить сроки. Оно применяется при разработках моделей линейного программирования, цифрового моделирования, в оптимизационных моделях, вероятностно-статистических моделях, организационно – технологических моделях, в моделировании систем управления строительством. «Как и в любой другой

области модели создаются в несколько этапов. На первом этапе определяются цели, показатели и взаимосвязи. На втором проводится проверка принятых положений и математическая формализация. На третьем этапе формируются модельные отношения между входными и выходными показателями и структура модели. Четвертый этап – статистический анализ данных, пятый сопоставление модельных оценок и вывод в действительность. На шестом этапе проводятся уточнения по результатам пятого этапа. Сложности построения адекватных моделей объясняются трудностью сбора и описания информации системе и выработке системы критериев» [3].

Процессы строительства могут быть сложными и зависеть от различных факторов, таких как геометрия объекта, свойства материалов, нагрузки и другие внешние условия. Математическое моделирование позволяет представить эти процессы в виде уравнений, которые можно решить, чтобы получить количественные данные о различных параметрах и поведении системы. При моделировании сложных строительных процессов используют дифференцирование. «Производная может быть использована для следующих целей [2].

1. Описание динамики процессов: производная позволяет описать, какие изменения происходят с течением времени. Например, при определении скорости изменения уровня воды в грунте в процессе строительства, или для оценки изменений в форме конструкции со временем.

2. Анализ стабильности и устойчивости: производная может быть использована для анализа стабильности и устойчивости системы. Например, с её помощью можно определить, в каких условиях конструкция начинает терять свою прочность или устойчивость.

4. Оптимизация процессов: производная может быть использована для оптимизации строительных процессов. Например, производная может помочь определить оптимальные параметры для системы или предсказать, как изменение параметров может повлиять на производительность строительства.

5. Анализ деформаций и напряжений: производная может быть использована для анализа деформаций и напряжений в конструкциях. С её помощью можно определить максимальное значение напряжений или точку, где конструкция начнет деформироваться.

6. Моделирование потоков материалов и энергии: производная может быть использована для моделирования потоков материалов и энергии в строительных процессах. Например, она может помочь предсказать распределение тепла в здании или поток воды в системе водоотведения» [2].

Важно понимать, что использование дифференцирования в математическом моделировании строительных процессов требует глубокого понимания физических законов и особенностей конкретного процесса. Так же необходимо учитывать, что реальные строительные процессы могут быть сложными и содержать множество факторов, которые не всегда могут быть полностью учтены в модели.

Производные в математическом моделировании строительных процессов используются для различных задач. Рассмотрим один из примеров.

«Анализ изменения радиуса кривой дороги». Пусть функция $R(t)$ задает радиус кривой дороги в момент времени t . Тогда производная этой функции по времени $\frac{dR}{dt}$ дает изменение радиуса кривой дороги. Например, если $R(t) = 2t^2 + t$, то $\frac{dR}{dt} = 4t + 1$. Если в определенный момент времени $t = 3$, то $\frac{dR}{dt} = 12 + 1 = 13$.

Рассмотрим метод случайного моделирования и применение производной в задачах расчета сейсмостойкости сооружений [4].

Нелинейная модель с одной степенью описывается дифференциальным уравнением:

$$m\ddot{u} + \alpha\dot{u} + F(u, \dot{u}) = -m\ddot{x}_0(t); \quad (1)$$

Разделим правую и левую части модели на m и получим уравнение:

$$\ddot{u} + 2\xi\omega\dot{u} + f(u, \dot{u}) = \ddot{x}_0(t); \quad (2)$$

$$\omega^2 = \frac{c_{упр}}{m}; \quad \omega^2_0 = \frac{c_{пл}}{m}; \quad f_T = \frac{F_T}{m}; \quad T = \frac{2\pi}{\omega}. \quad (2B)$$

При упругопластическом расчете ряда сооружений уравнение (2) дает результаты, близкие к результатам, полученным для многомерных моделей. Динамические характеристики исследуемого объекта, как системы с одной степенью свободы приведены в таблице 1.

Таблица 1. Динамические характеристики

Тип сооружения	Период T, с	Круговая частота ω , рад/с	Частота f, Гц	ω^2	ω^2_0	f_T , м/с ²
Многоэтажное каркасное здание	1,612	3,897	0,6202	15,19	0,30374÷ 0,7594	2,4

По понятным причинам мы не рассматриваем модель в полном объеме, а приводим только интересующую нас часть.

Заключение. В данной работе были рассмотрены лишь некоторые примеры использования производных в математическом моделировании сложных строительных процессов. Реальные задачи могут быть гораздо сложнее, но принципы решения остаются примерно такими же – нужно найти производную функции, задающей интересующую нас величину, и использовать ее для анализа изменений.

Возможности математического моделирования значительно обогатили практику строителей и архитекторов, представив новые инструменты для анализа и планирования. Рост рынка информационных технологий, который мы наблюдаем, сегодня дает возможность полагать, что это направление будет только расти и развиваться.

Литература

1. Звонарев, С.В. Основы математического моделирования: учебное пособие / С.В. Звонарев. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2019. – 112 с. – Текст: непосредственный.

2. Ганусевич, А.А. Производная в математическом моделировании сложных строительных процессов / А. А. Ганусевич; науч. рук. Н. В. Коваленок // Современные направления в проектировании, строительстве, ремонте и

содержании транспортных сооружений. – Минск: БНТУ, 2023. – С. 354-356. – Текст: непосредственный.

3. Новах, Б. В. Математическое моделирование в строительстве. – URL: https://spravochnick.ru/arhitektura_i_stroitelstvo/matematicheskoe_modelirovanie_v_stroitelstve/?ysclid=lueklx90y7930186638 (дата обращения: 24.03.2024). – Текст: электронный.

4. Елизаров, С.В. Особенности применения метода случайного моделирования в задачах расчета сейсмоизоляции сооружений / С. В. Елизаров // Сборник трудов Международной конференции «Проблемы прочности материалов и сооружений на транспорте». – 2008. – С. 100–104. – Текст: электронный.

Володченко Аркадий Владимирович, обучающийся «Республиканского архитектурно-строительного лицея-интерната» ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, ДНР, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: volodchenko.a.v-11a@donnasa.ru

Научный руководитель:

Осипова Людмила Владимировна, учитель математики высшей категории «Республиканского архитектурно-строительного лицея-интерната» ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, ДНР, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: l.v.osipova@donnasa.ru

DIFFERENTIATION IN MATHEMATICAL MODELING OF COMPLEX CONSTRUCTION PROCESSES

Annotation. This paper examines the possibilities and tasks of mathematical modeling, the application of the derivative in the mathematical modeling of complex construction processes and its intended use.

Keywords: mathematical modeling, derivative, construction, design, nonlinear dynamic calculation.

Volodchenko Arkady Vladimirovich, a student of the Republican Architectural and construction Boarding Lyceum, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, 286123, DPR, Makeevka, Derzhavin str., 2.

e-mail: volodchenko.a.v-11a@donnasa.ru

Scientific supervisor:

Osipova Lyudmila Vladimirovna, teacher of mathematics of the highest category of the Republican Architectural and construction Boarding Lyceum, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, 286123, DPR, Makeevka, Derzhavin str., 2.

e-mail: l.v.osipova@donnasa.ru





УДК 004.89

Инсебаева А.М.,

студ. группы 23Стр(б)-2, ФГБОУ ВО «ОГУ»

Научный руководитель: к.ф.-м.н., доцент

Спиридонова Е.В.,

доцент кафедры прикладной математики

ФГБОУ ВО «ОГУ»

ТЕХНОЛОГИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В СФЕРЕ СТРОИТЕЛЬСТВА

Аннотация. В данной статье рассматриваются возможности и преимущества применения технологий искусственного интеллекта в различных аспектах строительной отрасли. Особое внимание уделяется примерам разработок искусственного интеллекта.

Ключевые слова: искусственный интеллект, строительство, проектирование, информационное моделирование, компьютерное зрение.

Введение. В настоящее время нет четкого определения того, что такое искусственный интеллект (ИИ). Одно из определений ИИ – информационная система, способная на выполнение когнитивных функций человеческого разума. Такая система сама способна на тонкие и сложные рассуждения, принятие решений и нахождение наиболее эффективных алгоритмов достижения целей. На сегодняшний день ученые пытаются усовершенствовать ИИ, возможности которого ограничены: ему необходим контроль человека. Областей применения у этих систем довольно много: обслуживание клиентов, консультирование, логистика, цифровые помощники, системы наблюдения, медицина и т.д. [1,2]. Строительная сфера предполагает высокий уровень информационных технологий и систем искусственного интеллекта, поскольку 7% мировой рабочей

силы занято именно в этой отрасли. Строительство – одна из мало оцифрованных и медленно развивающихся в данном направлении секторов мировой экономики [3]. Поэтому целью настоящего исследования является рассмотрение перспектив развития технологий ИИ в строительстве.

Постановка задачи. В работе рассматриваются возможности и преимущества применения технологий искусственного интеллекта в различных аспектах строительной отрасли. Также изучаются возможности ИИ в сфере строительства, оценка его влияния на процессы проектирования, строительства и управления объектами. Особое внимание уделяется примерам разработок искусственного интеллекта.

Результаты. Потенциал развития систем искусственного интеллекта в области строительства огромен. Технологии ИИ можно использовать на всех стадиях создания и работы над проектом, вплоть до момента начала эксплуатации сооружения. Благодаря этому обеспечено выполнение следующих задач:

1. Проектирование зданий, участие в создании информационной (трехмерной) модели.

Информационное моделирование зданий (BIM) – это прежде всего процесс, в основе которого лежит использование технологий 3D-моделирования и который позволяет специалистам в области строительства, архитектуры, инженерии эффективно планировать, проектировать, строить, проводить монтажные и демонтажные работы и управлять конструкциями и инфраструктурой.

2. Контроль эксплуатации и отслеживание местоположения оборудования, применяемого на стройке.

С помощью алгоритмов ИИ можно разработать системы, способные автоматически контролировать работу оборудования, определять возможные неисправности и предлагать решения для их устранения. Это предоставит возможность повысить эффективность использования данных ресурсов в процессе строительства. Роботизированная техника с ИИ может выполнять

работы на стройплощадке автономно, без оператора. Например, интеллектуальный бетоноукладчик может сам рассчитывать траекторию и равномерно распределять бетонную смесь.

3. Мониторинг условий безопасности на строительном объекте.

Благодаря компьютерному зрению [4] ИИ способен анализировать видеозаписи с камер наблюдения и датчиков, чтобы определить потенциально опасные ситуации, например, падение с высоты или поражение электрическим током. Это позволит своевременно выявить риски возникновения происшествий, чтобы меры по предотвращению инцидентов были приняты вовремя. Это гарантирует благополучие рабочих и целостность строительных проектов.

4. Анализ сметных расчетов и оценка эффективности использования ресурсов, в том числе человеческих ресурсов, времени и т.д.

Имея доступ к базам данных различных программ для создания смет, ИИ способен перепроверять расчеты и находить несоответствия. Кроме того, как показывает практика, часто возникает перерасход средств (нормативное значение резерва денежных средств на непредвиденные расходы определяется в зависимости от вида строительства). ИИ способен прогнозировать этот перерасход. Также он способен на выделение точных временных рамок для проведения тех или иных строительных работ.

5. Помощь во взаимодействии с клиентами.

ИИ совершил революцию в сфере маркетинга и аналитики, открыв новые возможности для компаний в получении подробных знаний о клиентах и их предпочтениях. Решения, используемые ИИ, одновременно позволяют охватывать все каналы продаж, в том числе веб-сайты, социальные сети, электронную почту и мобильные приложения. По мере того, как технологии ИИ будут развиваться, их роль в сфере аналитики и маркетинга будет только возрастать, давая компаниям конкурентное преимущество, предоставляя опыт для клиентов и оптимизируя маркетинговые услуги. В сфере строительства такая система может предлагать клиентам оптимальные варианты планировки или дизайна, исходя из их предпочтений и бюджета.

На данный момент в других странах разрабатываются и существуют следующие технологии ИИ, используемые в сфере строительства:

1. Интеграция платформы IRIS с искусственным интеллектом [5] воссоздает виртуальную карту и, используя изображения с камер видеонаблюдения, проводит анализ рабочей зоны, выявляя возможные опасности. Система незамедлительно предупреждает менеджера и работника об опасном объекте.

2. Компания Infosys занимается развитием технологии по выявлению признаков износа и коррозии с использованием ИИ [5]. Алгоритмы анализируют геометрию, текстуру и другие параметры, чтобы определить наличие и степень повреждений, которые могут быть незаметны для человеческого глаза. Это позволяет выявить потенциально опасные проблемы на ранней стадии и принять меры для их устранения.

3. На окраине Цюриха в Швейцарии роботизированный экскаватор, использующий цифровой 3D-картографинг и ИИ [6], построил каменную стену высотой 6 метров и длиной 65 метров через общественный парк. Робот сам анализирует и узнает наилучший способ захвата и размещения каждого камня в стене без инструкций со стороны человека. Пока что такого робота тестируют, а не полноценно применяют в строительстве, но тем не менее это довольно перспективные разработки.

4. Предиктивная аналитика, работающая с большими объемами данных (big data) и использующая искусственный интеллект, представляет собой передовое направление, которое трансформирует процессы в строительной отрасли. Системы предиктивной аналитики обрабатывают обширные данные, на основе которых выдают прогнозы о сроках строительства, стоимости проектов, потенциальных рисках и других аспектах. Эта информация позволяет компаниям оптимизировать планирование, минимизировать расходы и принимать более обоснованные решения.

5. Компания Tinami, дочерняя компания Швейцарского федерального технологического института, разработала автономную систему дронов на основе

искусственного интеллекта, которая способна делать съемку и оценку запасов стройматериалов на складах [7]. Преимуществом этих дронов является то, что такая оценка может производиться ежедневно.

6. Американская компания Canvas представила робота с искусственным интеллектом, который может сканировать незаконченные стены и самостоятельно завершать их отделку при укладке гипсокартона. Робот оснащен лазерными сканерами и рукой-манипулятором, что значительно упрощает его работу [8].

Также стоит отметить разработки, созданные в России:

1. Платформой «Дом.РФ» на основе ИИ был разработан сервис, позволяющий определить перспективные территории для застройки, темпы работы и спрогнозировать возможные срывы и инциденты на стройке [9]. Прогнозы строятся на основе информации об развитии инфраструктуры, появлении социальных объектов рядом с новостройками, продажах Росреестра, стоимости строительных материалов и темпах перепродажи новостроек. В компании «Дом.РФ» подчеркивают, что при использовании данного инструмента люди смогут более эффективно распределять инвестиции и планировать процесс строительства.

2. Группа «Самолет» в прошлом году протестировала робособаку 3LogicGroup [9], способную ориентироваться на местности, контролировать соответствие объекта проекту и следить за выполнением правил техники безопасности. По результатам проверки 3LogicGroup потребовалось 12 минут на создание 3D-модели объекта площадью 2 тыс. кв.м. Отклонение будет составлять не более 2 см. Даже опытному геодезисту на такую работу потребовалось бы около 72 часов.

3. Группа «Самолет» разработала инновационную систему анализа хода строительно-монтажных работ на базе ИИ – S.Monitoring [9]. Нейросеть автоматически проверяет количество работников и отработанное время, и в случае отклонения от норм выработки сообщает об этом непосредственно работнику и его начальнику. По данным тестирования производительность труда

увеличилась на 40%, также удалось сократить количество и время простоев. Помимо всего перечисленного система фиксирует нарушения норм техники безопасности.

4. Сервис Smeta.AI представляет собой инновационный продукт, который направлен на упрощение и ускорение процесса работы профессионалов в области сметного дела. Он помогает специалистам сметчикам в поиске и выборе необходимых расценок и сметно-нормативной базы. Этот сервис разработан командой экспертов в области сметного дела и программной инженерии, использующей передовые технологии искусственного интеллекта.

Выводы. Таким образом, ИИ может оказать значительное влияние на строительную сферу, представляя собой инновационный способ автоматизации трудоемких процессов и решения возникающих при строительстве проблем и задач. Алгоритмы ИИ позволяют оптимизировать процессы планирования и управления ресурсами, что приводит к сокращению времени и затрат на строительство. Технологии компьютерного зрения и дроны помогают в мониторинге строительных работ, обеспечивая точную и своевременную информацию о прогрессе проекта. Благодаря анализу больших объемов данных, искусственный интеллект помогает выявлять тенденции, предсказывать возможные проблемы и принимать обоснованные решения. В целом, применение искусственного интеллекта в строительстве способствует улучшению производительности, снижению затрат, повышению качества работ и сокращению времени на выполнение проектов. Это открывает новые перспективы для развития отрасли и создает возможности для более эффективного использования ресурсов. В будущем можно ожидать дальнейшего расширения применения искусственного интеллекта в строительстве и развития новых инновационных технологий, которые помогут сделать отрасль еще более продуктивной и конкурентоспособной.

Литература

1. Андрейчиков, А. В. Интеллектуальные информационные системы и методы искусственного интеллекта / А. В. Андрейчиков, О. Н. Андрейчикова. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью «Научно-издательский центр ИНФРА-М», 2021. – 530 с. – (Высшее образование: Магистратура). – ISBN 978-5-16-014883-0. – DOI 10.12737/1009595. – EDN: MEKHAU. – Текст: непосредственный.
2. Колчин, В. Н. Специфика применения технологии "искусственного интеллекта" в строительстве / В. Н. Колчин // Инновации и инвестиции. – 2022. – № 3. – С. 250-253. – EDN: JJLECU. – Текст: непосредственный.
3. Газаров, А.Р. ПРЕИМУЩЕСТВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В СФЕРЕ СТРОИТЕЛЬСТВА [Электронный ресурс] // Известия ТулГУ. Технические науки. 2020. Вып. 4. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/preimuschestva-ispolzovaniya-iskusstvennogo-intellekta-v-sfere-stroitelstva> (дата обращения 10.03.2024). – Текст: электронный.
4. Горячкин, Б. С. Компьютерное зрение / Б. С. Горячкин, М. А. Китов // E-Scio. – 2020. – № 9(48). – С. 317-345. – EDN: EBYPIO. – Текст: непосредственный.
5. Искусственный интеллект в строительстве: 7 готовых к работе ИИ-приложений в строительстве // ELport.ru: информ.-справочный портал. URL: https://elport.ru/articles/iskusstvennyiy_intellekt_v_stroitelstve_7_gotovyyih_k_rabote_ii-prilojeniy_v_stroitelstve (дата обращения: 10.03.2024). – Текст: электронный.
6. Construction robot builds massive stone walls on its own // New Scientist: ежедневн. интернет-изд. 2023. 22 нояб. – URL: <https://www.newscientist.com/article/2404382-construction-robot-builds-massive-stone-walls-on-its-own/> (дата обращения: 10.03.2024). – Текст: электронный.
7. Tinamu drone automation revolutionises inventory management // Construction Digital Magazine: ежемес. интернет-изд. 2023. 22 июня. – URL: <https://constructiondigital.com/digital-construction/tinamu-drone-automation->

[revolutionises-inventory-management](#) (дата обращения: 10.03.2024). – Текст: электронный.

8. Construction robotics startup Canvas launches drywall finishing robot // Robotics and Automation News: ежедн. интернет-изд. 2022. 27 янв. – URL: <https://roboticsandautomationnews.com/2022/01/27/construction-robotics-startup-canvas-launches-drywall-finishing-robot/48705/> (дата обращения: 10.03.2024). – Текст: электронный.

9. Искусственный интеллект на стройке. Мировая практика и российская перспектива // DigitalDeveloper.ru: информ.-справочный портал. – URL: <https://digitaldeveloper.ru/blog/tpost/c40czrfm31-iskusstvennii-intellekt-na-stroike-mirov?ysclid=ltvip76zsl445591437> (дата обращения: 10.03.2024). – Текст: электронный.

Инсебаева Алина Мухамбеткалиевна, студентка группы 23Стр(б)-2, Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет», 460018, Оренбургская область, г. Оренбург, пр-т Победы, д. 13.

e-mail: alinains2006@mail.ru

Научный руководитель:

Спиридонова Екатерина Владимировна, к.ф.-м.н., доцент, доцент кафедры прикладной математики, Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет», 460018, Оренбургская область, г. Оренбург, просп. Победы, д. 13.

e-mail: ekvls@mail.ru

ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES IN THE CONSTRUCTION SECTOR

Annotation. This article examines the possibilities and benefits of using artificial intelligence technologies in various aspects of the construction industry. Particular attention is also paid to examples of artificial intelligence developments.

Keywords: artificial intelligence, construction, design, information modeling, computer vision.

Insebaeva Alina Mukhambetkaliyeva, student of group 23Str(b)-2, Federal State Budgetary Institution of Higher Education "Orenburg State University", 460018, Orenburg Region, Orenburg, Pobeda ave., 13.

e-mail: alinains2006@mail.ru

Scientific supervisor:

Spiridonova Ekaterina Vladimirovna, Ph.D., Associate Professor, Associate Professor of the Department of Applied Mathematics, Federal State Budgetary Institution of Higher Education "Orenburg State University", 460018, Orenburg Region, Orenburg, Pobeda ave., 13.

e-mail: ekvls@mail.ru





УДК 51-7

Высочин К.Ю.,

обучающийся «Республиканского архитектурно-
строительного лицея-интерната»

ФГБОУ ВО «ДонНАСА»

Научный руководитель:

Осипова Л.В.,

учитель математики высшей категории

«Республиканского архитектурно-строительного лицея-интерната»

ФГБОУ ВО «ДонНАСА»

**УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ И
МОДЕЛЕЙ ДЛЯ АНАЛИЗА И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ТЕНДЕНЦИЙ
В СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ**

Аннотация. В работе рассматриваются математические подходы и их роль в изучении социально – экономических явлений и процессов. В настоящее время разработка и усовершенствование математических методов и моделей для анализа и прогнозирования развития социально-экономических процессов в обществе является приоритетной задачей.

Ключевые слова: математические модели, математические методы, статистика, вероятностно – статистические модели.

Введение. Современная социально-экономическая наука объединяет широкий спектр математических методов для решения практических и теоретических задач, а также для теоретического прогнозирования социально-экономических, политических и демографических процессов. Известно, что качество математически обоснованных решений гораздо выше, чем решений, принимаемых на основе методик и наблюдений. Алгоритмы исследования

операций, такие как математическое моделирование, используются для математического обоснования решений. Моделирование в естественнонаучных исследованиях используется уже давно и постепенно распространяется на все новые области исследований, включая инженерное проектирование, строительство, архитектуру, биологию, астрономию, физику и химию.

Постановка задачи. Показать математические модели как инструмент исследования. Рассмотреть примеры задач вероятностно-статистической модели как способа решения экономических проблем. Для оценки и анализа использовать методы и приемы актуарной статистики и теории вероятности.

Результаты. Раздел математики, посвященный процессу решения задач, называется математическим моделированием, в котором математики пытаются построить и упростить модели, используя, например, ряд математических формул для описания того, как работает система в целом. Моделирование также используется для расчета и предсказания того, что произойдет, если система продолжит работать в тех же условиях. «Модели представляются как специфический инструмент познания, который исследователь помещает между собой и объектом и с помощью которого он изучает интересующий его объект. Именно эта особенность метода моделирования определяет специфическую форму, в которой используются аналогии, абстракции, гипотезы и другие методы и инструменты познания» [1].

Математические методы являются важным инструментом анализа экономических явлений и процессов, с их помощью можно строить теоретические модели, показывающие существующие связи в экономической сфере, рассчитывать поведение экономических агентов и экономическую динамику.

Основным методом анализа социально-экономических процессов и прогнозирования их развития является статистика. «Статистика – это вид практической деятельности, направленный на сбор, обработку, анализ и хранение данных, характеризующих количественные закономерности жизни общества» [2].

Статистическая методология позволяет исследовать конкретные социально-экономические явления в определенных условиях места и времени. Однако любое социальное явление обладает определенной текучестью и меняется количественно и качественно с течением времени. Учитывая, что статистика – это инструмент поиска и обоснования оптимального пути развития общества, необходимо выделить следующие ключевые проекты:

- информационная поддержка;
- методологическая база исследований;
- моделирование и прогнозирование социальных явлений и процессов;
- формирование общественного мнения;
- реализация мер по обеспечению оптимального общественного развития.

Без подробной, всесторонней и достоверной статистической информации объективно невозможно определить оптимальный путь развития общества, что дает возможность правильно понять состояние различных сфер человеческой деятельности, будь то демографические процессы, рынок труда или занятость.

Экономическая среда является основой выживания и жизнеспособности цивилизации, а потому в решающей степени определяет характер и последствия развития общества, в том числе с точки зрения его оптимальности.

Социальные условия свидетельствуют о состоянии самого общества, которое при оптимальном развитии не характеризуется острыми противоречиями, высокой напряженностью и постоянными конфликтами между людьми. Проведение научных исследований, связанных с оптимизацией параметров социального развития, требует работы с большими объемами разнообразной информации, что невозможно без специальных инструментов.

Статистические методы и исследования являются его неотъемлемой частью и формируют прочную методологическую базу для прикладного анализа. Статистические наблюдения, группировки, классификации, таблицы, графики, абсолютные величины, относительные величины, ряды динамики, кластерный анализ, корреляционно-регрессионный анализ и алгоритмы прогнозирования различных явлений и процессов широко используются в практике распознавания

закономерностей развития в подавляющем большинстве сфер человеческой жизни. Статистическое наблюдение – это сбор первичных данных о больших объемах социально-экономических явлений и процессов. Это первый этап любого статистического исследования.

Графики позволяют наглядно представить всевозможные статистические показатели и увидеть закономерность и специфику тенденций развития, а также взаимосвязи между показателями, которые их характеризуют. Существуют различные типы графиков, и их использование зависит от информации, которую они отображают. Например, картограмма используется для представления пространственных данных, таких как плотность населения. Линейные диаграммы используются для представления вариационных рядов. В случае дискретной вариации признака многоугольник частот служит графиком распределения вариационного ряда. В случае непрерывной вариации используется интервальный вариационный ряд, графическим представлением которого является гистограмма. Поэтому социально-экономическое прогнозирование является одним из решающих научных факторов при формировании стратегии и тактики общественного развития.

Рассмотрим примеры, когда вероятностно-статистические модели являются хорошим способом решения экономических проблем.

Пример 1. В настоящее время коммерческие банки управляют огромным диапазоном операций кредитно-денежного характера, однако главенствующую позицию занимает выдача кредитов. Сегодня у банков возникает опасность – это кредитный риск. Он вызван вероятностью невыполнения заемщиком кредита всех обязательств соглашения по объемам и срокам. С помощью способности заёмщика погашать кредитные обязательства формируется степень вероятности. Таким образом, получается случайное значение, которое указывает на способность человека выплачивать кредит. Чтобы определить конкретные категории граждан, которые имеют право на получение займа, кредитные организации изучают и применяют статистику. Банкиры анализируют общую кредитную историю и процент своевременно погашенных кредитов. Для оценки

и анализа используются методы и приемы актуарной статистики и теории вероятностей.

Пример 2. Этот пример иллюстрирует практическую часть применения вероятностной математической модели.

Компания собирается заключить договор на поставку товаров с сетевым магазином «Галактика». Вероятность заключения договора оценивается в 0,75, с условием, что конкурентное предприятие не станет одновременно претендовать на заключение контракта. В противном случае вероятность заключения договора равна 0,6. По мнению эксперта компании, вероятность того, что конкурент сделает предложение о заключении договора, составляет 0,55. Какова же вероятность того, что эта фирма заключит контракт:

$$P(A) = P(H_1) \cdot P_{H_1}(A) + P(H_2) \cdot P_{H_2}(A) + \dots + P(H_n) \cdot P_{H_n}(A) [3].$$

Заключение. Динамические изменения социальной ситуации в регионе в последнее десятилетие оставили за рамками методологии статистического анализа вопросы социальной поддержки, льгот, пособий, пенсий и социального обслуживания населения. Многие направления реализации государственной социальной политики остаются вне сферы интересов статистиков из-за неполноты и недоступности информации. Однако можно с твердой уверенностью сказать, что математическая статистика является важным инструментом для экономических исследований. Математическая статистика способствует эффективному управлению экономикой целой страны. Ее использование необходимо в экономике. Благодаря методам теории вероятностей можно получить более точные результаты и избежать серьезных ошибок в расчетах.

Литература

1. Батракова, Л.Г. Социально-экономическая статистика: учебник. – Москва: Логос, 2013. – 480 с. – Текст: непосредственный.
2. Минашкина, В.Г. Методология статистического исследования социально-экономических процессов: научно издание. – Москва: ЮНИТИ-ДАНА, 2012. – 387 с. – Текст: непосредственный.

3. Екимов, В. Д. Теория вероятностей как средство к успеху в своём деле, как и в любой деятельности. – URL: <http://svoedel.ru/teorver.html> (дата обращения: 04.04.2024). – Текст: электронный.

Высочин Кирилл Юрьевич, обучающийся «Республиканского архитектурно-строительного лицея-интерната» ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, ДНР, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: vysochin.k.yu-10a@donnasa.ru

Научный руководитель:

Осипова Людмила Владимировна, учитель математики высшей категории «Республиканского архитектурно-строительного лицея-интерната» ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, ДНР, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: l.v.osipova@donnasa.ru

IMPROVEMENT OF MATHEMATICAL APPROACHES AND MODELS FOR ANALYSIS AND FORECASTING TRENDS IN SOCIO-ECONOMIC PROCESSES

Annotation. The paper examines mathematical approaches and their role in the study of socio –economic phenomena and processes. Currently, the development and improvement of mathematical methods and models for the analysis and forecasting of the development of socio-economic processes in society is a priority task.

Keywords: mathematical models, mathematical methods, statistics, probabilistic and statistical models.

Vysochin Kirill Yurievich, student of the Republican architectural and construction lyceum-boarding school, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, 286123, DPR, Makeevka, Derzhavin str., 2.

e-mail: vysochin.k.yu-10a@donnasa.ru

Scientific supervisor:

Osipova Lyudmila Vladimirovna, teacher of mathematics of the highest category of the Republican architectural and construction lyceum-boarding school, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, 286123, DPR, Makeevka, Derzhavin str., 2.

e-mail: l.v.osipova@donnasa.ru





УДК 51-7

Слабухин И.Д.,

студ. группы ЗПТМу-58б,

ФГБОУ ВО «ДонНАСА»,

Научный руководитель: к. пед. н.

Галибина Н.А.,

доцент кафедры высшей математики

ФГБОУ ВО «ДонНАСА»

МАТЕМАТИКА И 3D-МОДЕЛИРОВАНИЕ

Аннотация. В статье рассмотрены идеи Генри Сегермана об использовании законов математики при создании артобъектов с помощью 3D-принтеров. Приведен авторский пример 3D-модели, созданной с применением топологических концепций.

Ключевые слова: математика, 3D-модель, топология, геометрия.

Введение. Для многих людей математика в школе и в вузе не была лёгким и поэтому любимым предметом. Но каждый человек удивляется, когда начинает понимать красоту математических чисел и фигур, а также математических концепций, глубоко «защитых» в природу.

Благодаря математику и художнику, Генри Сегерману, математические концепции получили новое выражение. Вместо того, чтобы преподавать математику старомодным способом с помощью доски и мела, Сегерман использует 3D-печать и веб-сайты чтобы проиллюстрировать, как работают математические концепции, такие как геометрия и симметрия.

Постановка задачи. Цель статьи – проанализировать работы Генри Сегермана с точки зрения визуализации математических понятий и концепций.

Результаты. Ещё Пифагор в древние времена обнаружил, что две одинаково натянутые струны издают приятный звук, когда их длины соотносятся как небольшие целые числа, а рисунок смотрится красивее, если стороны рамки, в которую он помещён, соотносятся друг с другом в отношении Золотого сечения.

Таинственная связь красоты природы и математики всегда завораживала учёных и мыслителей. Генри Сегерман смог показать красоту математики с нового ракурса.

Сегерман работает научным сотрудником в университете Мельбурна, в Австралии, защитив диссертацию (Ph.D.) по математике в Стэнфорде.

Подрабатывая художником, Генри придумал метод иллюстрации пространственных фигур, в частности, топологических объектов, с помощью скульптур. Прежде всего это ленты Мёбиуса, бутылки Клейна (рис. 1), фрактальные кривые и спирали – всё то, что очень трудно визуализировать с помощью рисунка, но оказалось возможным при использовании математиком аддитивных технологий.



Рисунок 1. Модель бутылки Клейна

Более 12 лет назад математик начал устраивать художественные акции в виртуальном мире Second Life. Этот трехмерный симулятор с элементами

социальной сети тогда был весьма популярен, позволяя пользователям не только общаться друг с другом, но и обустроить свои виртуальные «аватарки» и зоны для развлечений, работы и т. д. Сегерман пришел с геометрией в 3D, вооружившись формулами и числами, и обустроил свой виртуальный мир на математический лад, наполнив его невиданными фрактальными фигурами, спиралями и даже тессерактами, четырехмерными гиперкубами. «Получилась такая проекция четырехмерного гиперкуба в трехмерной вселенной Second Life, которая сама по себе является проекцией трехмерного виртуального мира на двумерный, плоский экран», – отмечает художник.

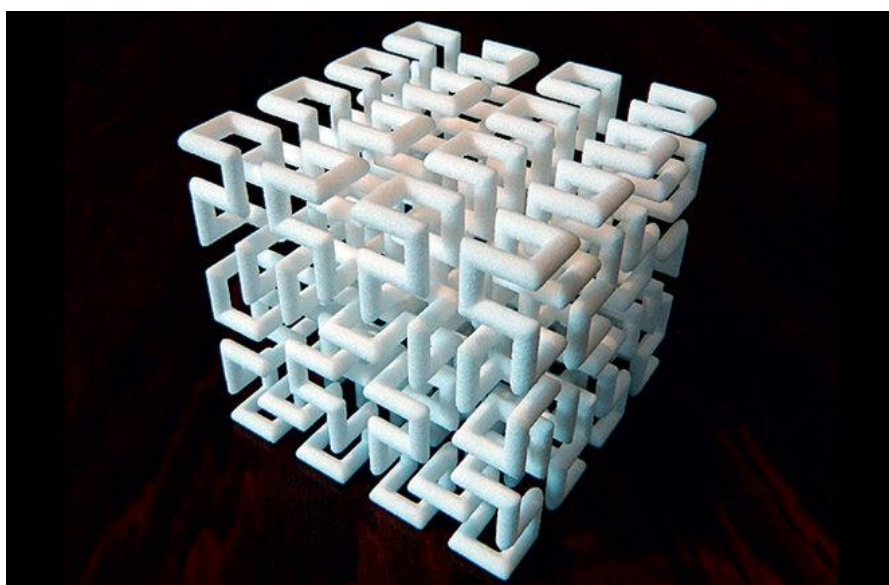


Рисунок 2. Куб Сегермана

Эволюция художественных экспериментов Сегермана с 3D-печатью странным образом повторяет эволюцию математических идей. Среди его первых опытов – классические платоновы тела, набор из пяти симметричных фигур, сложенных правильными треугольниками, пятиугольниками и квадратами. За ними среди его математических скульптур были полуправильные многогранники – 13 архимедовых тел, грани которых образованы неодинаковыми правильными многоугольниками. Уже эти простейшие геометрические формы в 3D-графике, перекочевав с двумерных иллюстраций и идеального мира воображения в трехмерную реальность, вызывают внутреннее восхищение их лаконичной и совершенной красотой.

Вскоре за классической геометрией в 3D-графике последовали все более и более сложные формы, вплоть до таких, о которых вряд ли могли помыслить Архимед или Пифагор – правильных многогранников, без промежутка заполняющих гиперболическое пространство Лобачевского. Такие фигуры с невероятными названиями вроде «тетраэдральные соты порядка 6» или «шестиугольные мозаичные соты» невозможно представить в воображении, не имея под рукой наглядной картинки. Или – одной из скульптур Сегермана, которые представляют их в привычном нам трехмерном евклидовом пространстве.



Рисунок 3. «Топологическая шутка» Сегермана

Работа художника начинается с математической 3D-модели, которая затем распечатывается на 3D-принтере. Особенно завораживающе выглядит подобное моделирование в сфере топологии для визуализации свойств и деформаций плоских поверхностей и пространств разной размерности. Ведь, к примеру, куб в топологии можно легко, как пластилин, превратить в шар, а чашку с ручкой скатать в бублик (рис. 3), не нарушив в них ничего важного.



Рисунок 4. Авторская математическая модель

На рисунке 4 представлена математическая модель топологической фигуры, разработанная и напечатанная автором статьи на 3D-принтере.

Выводы. Значение моделирования топологических фигур состоит в том, что это позволяет визуализировать абстрактные математические фигуры и понятия. То, что сейчас кажется абстракцией, может в будущем найти конкретное применение, как это произошло с римановой метрикой, которая оказалась необходимой для описания нестабильной Вселенной Эйнштейна, а многомерные гиперболические пространства – для теории струн.

Литература

1. Фишман Р. Генри Сегерман и его математические этюды // Популярная механика, № 6. – 2016. – С. 52-60. – Текст: непосредственный.

Слабухин Иван Денисович, студент группы ЗПТМу-58б, ФГОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, ДНР, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: bobrikcool777@gmail.com

Научный руководитель:

Галибина Надежда Анатольевна, к. пед. н., доцент кафедры высшей математики, ФГОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, ДНР, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: galibina@donnasa.ru

MATHEMATICS AND 3D MODELING

Abstract. Henry Segerman's ideas about using the laws of mathematics to create art objects using 3D printers are discussed. The author's examples of 3D models created using various mathematical concepts, such as geometry and symmetry, are given.

Keywords: mathematics, 3D model, topology, geometry.

Slabuhin Ivan Denisovich, the student of the ZPTMu-58b-group, Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, Derzhavin str., 2, Makeyevka, 86123, DPR, Russia.

e-mail: bobrikcool777@gmail.com

Scientific supervisor:

Galibina Nadezhda Anatolievna, Ph.D., Associate Professor of the Department of Higher Mathematics, Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, Derzhavin str., 2, Makeyevka, 86123, DPR, Russia.

e-mail: galibina@donnasa.ru





УДК 51-7

Магеррамова К.Д.,

студ. группы ЭУН-8а, ФГБОУ ВО «ДонНАСА»

Научный руководитель: к.ф.-м.н., доцент

Жмыхова Т.В.,

доцент кафедры высшей математики ФГБОУ ВО «ДонНАСА»

ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПРИ ОЦЕНКЕ СТОИМОСТИ ОБЪЕКТОВ НЕДВИЖИМОСТИ

Аннотация. Рассмотрены применения различных математических методов и моделей для определения точной стоимости объекта.

Ключевые слова: недвижимость, статистика, анализ, математические модели.

Введение. Тему недвижимости и математику можно связать через различные аспекты, такие как оценка стоимости недвижимости, расчеты финансовых показателей при покупке или продаже недвижимости, прогнозирование цен на рынке недвижимости.

Оценка недвижимости – это важный процесс, который требует применения различных математических методов и моделей для определения точной стоимости объекта. Математические методы используются для определения стоимости недвижимости на основе различных параметров, таких как размер, расположение, состояние объекта и т.д. Математические модели также могут помочь в прогнозировании будущих изменений цен на рынке недвижимости и принятии обоснованных решений об инвестициях в этот сектор.

Математика может быть использована для анализа рисков при инвестировании в недвижимость, определения оптимального размера ипотечного кредита, расчета доходности от аренды и многое другое. Таким

образом, математика играет важную роль в принятии решений в сфере недвижимости и помогает улучшить эффективность бизнес-процессов в этой области.

1. Важность математики в анализе цен на недвижимость.

2. Использование статистических данных в прогнозировании рынка недвижимости.

3. Математическая грамотность.

Важность математики в анализе цен на недвижимость. Математика играет важную роль в анализе цен на недвижимость, поскольку она предоставляет инструменты для проведения точных и объективных оценок стоимости недвижимости. Вот несколько способов, как математика помогает в анализе цен на недвижимость:

1. Математические модели: математические модели позволяют аналитикам и экспертам по недвижимости прогнозировать цены на недвижимость на основе различных факторов, таких как местоположение, размер, состояние и т.д. Модели могут быть использованы для определения оптимальной цены продажи или аренды недвижимости.

2. Статистический анализ: с помощью статистического анализа можно выявить тенденции и закономерности в ценах на недвижимость, а также оценить влияние различных факторов на цену. Например, анализ средних цен за квадратный метр в определенном районе может помочь определить рыночную стоимость недвижимости в этом районе.

3. Математическая статистика: методы математической статистики позволяют проводить более точные и объективные оценки стоимости недвижимости на основе доступных данных. Например, методы регрессионного анализа могут быть использованы для определения взаимосвязи между ценой на недвижимость и ее характеристиками.

Математика играет ключевую роль в анализе цен на недвижимость, обеспечивая точность, объективность и уверенность в принимаемых решениях.

Использование статистических данных в прогнозировании рынка недвижимости. Прогнозирование на рынке недвижимости может осуществляться эвристическим и статистическим методами.

Эвристический – метод прогнозирования цен на объекты недвижимости состоит в экспертном анализе количественных и качественных данных, влияющих на изменения цен (арендных ставок), и выявлении результирующей тенденции.

Этапы прогнозирования:

- анализ макроэкономических прогнозов изменения и выявление тенденции изменения цен и арендных ставок;
- анализ социально-экономических показателей в регионе исследования;
- анализ рынка недвижимости, определение уровня его развития;
- общее заключение о результирующей тенденции на рынке недвижимости.

Статистический метод состоит в использовании динамического ряда значений уровня цен (арендных ставок) для построения статистической модели процесса и получении на ее основе экстраполяционного прогноза.

Для реализации данного метода требуется накопленная база статистических данных о динамике цен (арендных ставок) за длительный период времени. Аналитик должен построить модель прогнозирования, подобрав подходящее уравнение тренда. Все разнообразие тенденций развития на рынке недвижимости может быть сведено к шести основным формам тренда.

1. Линейная форма тренда:

$$\hat{y} = a_0 + a_1 t,$$

где a_0 – начальный уровень тренда в момент или период, принятый за начало отсчета времени t ; a_1 – константа прямолинейного тренда.

Линейный тренд хорошо отражает тенденцию пропорционального изменения цен на рынке недвижимости. Равнодействующая этих факторов часто выражается в прямолинейном тренде.

2. Параболическая форма тренда:

$$\hat{y} = a_0 + a_1 t + a_2 t^2,$$

где a_i , $i = 0, 1, 2$ – постоянная параболического тренда.

Параболическая форма выражает ускоренное или замедленное изменение стоимости недвижимости с постоянным ускорением.

3. Экспоненциальная форма тренда:

$$\hat{y} = ak^t,$$

где k – темп изменения в рядах.

Если $k > 1$, экспоненциальный тренд выражает тенденцию ускоренного и все более ускоряющегося возрастания стоимости недвижимости.

Если $k < 1$, экспоненциальный тренд отражает тенденцию постоянно и все более замедляющегося снижения стоимости недвижимости.

4. Тренд в форме степенной кривой:

$$\hat{y} = a_0 t^{a_1}.$$

Степенная форма используется для изображения изменений с разной мерой пропорциональности изменений во времени.

5. Гиперболическая форма тренда:

$$\hat{y} = a_0 + \frac{a_1}{t}.$$

Если $a_1 > 0$, гиперболический тренд выражает тенденцию замедляющегося снижения уровней, если $a_1 < 0$ – тенденцию замедляющегося роста уровней.

6. Логистическая форма тренда:

$$\hat{y} = \frac{y_{max} - y_{min}}{e^{a_0 + a_1 t} + 1} + y_{min},$$

где e – основание натуральных логарифмов; y_{max} , y_{min} – максимальное и минимальное значения уровней ряда.

Когда определен тип тренда, необходимо вычислить значения параметров тренда. Для этого обычно используют метод наименьших квадратов. Для каждого типа метод наименьших квадратов дает систему уравнений, решая которую вычисляют параметры тренда.

Также одним из основных способов использования статистических данных в прогнозировании рынка недвижимости является анализ исторических цен на недвижимость. Путем изучения динамики цен за определенный период времени можно выявить тенденции и циклы на рынке, что поможет предсказать его будущее движение. Например, если цены на жилье в определенном районе начали стремительно расти, это может указывать на высокий спрос и возможность дальнейшего увеличения цен.

Одним из основных показателей, используемых для анализа рынка недвижимости, является цена жилья. Сравнение цен на недвижимость в разных регионах или районах позволяет определить, где на данный момент находится спрос, а где предложение превышает спрос. Это помогает инвесторам и застройщикам принимать правильные решения о развитии и инвестировании в определенные регионы. Также статистические данные о средней продолжительности продажи жилья на рынке позволяют оценить его активность и живучесть. Если продажи происходят быстро, это может свидетельствовать о высоком уровне спроса и стабильности рынка. В случае долгих продаж, возможно, цены завышены или спрос недостаточен, что может потребовать корректировки стратегии. Данные о предложении нового жилья в определенном районе или городе позволяют оценить динамику строительства и понять, как изменения в этом показателе могут повлиять на цены на жилье. Например, рост предложения может привести к снижению цен из-за увеличения конкуренции, а уменьшение предложения – к их повышению.

Статистика и теория вероятностей могут быть использованы:

1. Статистика может помочь в анализе и интерпретации данных о ценах на недвижимость, таких как средняя цена, медиана, стандартное отклонение и т.д. Эти показатели могут помочь определить общий тренд на рынке недвижимости.
2. Вероятностные методы могут использоваться для прогнозирования будущих цен на недвижимость на основе исторических данных и других факторов, таких как экономические показатели и изменения в законодательстве.

3. Статистика также может быть использована для анализа связей между различными переменными, такими как размер дома, расположение, возраст здания и цена. Например, можно определить, какие факторы больше всего влияют на цену недвижимости.

4. Вероятностные методы могут помочь определить вероятность того, что определенная цена на недвижимость будет установлена в определенном диапазоне в будущем.

Статистика и вероятность играют ключевую роль в анализе цен на недвижимость, помогая выявить закономерности, прогнозировать будущие тренды и принимать обоснованные решения при покупке или продаже недвижимости.

Математическая грамотность. Математическая грамотность играет важную роль при анализе рынка недвижимости.

Во-первых, для проведения точных расчетов и оценки рыночной стоимости недвижимости необходимо владеть базовыми математическими навыками, такими как умение работать с числами, проводить вычисления, анализировать статистические данные и делать прогнозы.

Во-вторых, при принятии решений о покупке, продаже или инвестировании в недвижимость необходимо уметь проводить анализ рыночных тенденций, вычислять потенциальную доходность инвестиций, оценивать риски и прогнозировать развитие рынка. Также математическая грамотность позволяет эффективно использовать специализированные программы и инструменты для анализа недвижимости, такие как географические информационные системы, программы для моделирования рыночной динамики и прогнозирования цен.

Математическая грамотность является неотъемлемой частью успешного анализа рынка недвижимости и помогает специалистам в этой области принимать обоснованные решения на основе данных и фактов.

При определении стоимости недвижимости проводятся различные расчеты на основе рыночных данных и характеристик объекта недвижимости. Некоторые

из основных расчетов, которые могут использоваться для определения стоимости недвижимости, включают в себя:

1. Сравнительный анализ рынка: при этом анализируются цены сходных объектов недвижимости на рынке, которые находятся в том же районе или имеют схожие характеристики с оцениваемым объектом.

2. Доходный подход: данный метод основывается на прогнозе доходов, которые может приносить объект недвижимости в будущем. Например, при оценке коммерческой недвижимости учитывается арендная плата и стоимость обслуживания объекта.

3. Стоимость замены: данный метод основывается на расчете затрат на возведение аналогичного нового объекта недвижимости с учетом текущих цен на строительные материалы и трудоемкость работ.

4. Капитализация рыночной стоимости: данный метод основывается на применении капитализационной ставки к прогнозируемому потоку денежных средств, который может генерировать объект недвижимости.

При определении стоимости недвижимости часто используется комбинация различных методов расчетов для получения наиболее точной оценки стоимости объекта. Важно также учитывать текущее состояние рынка недвижимости, факторы, влияющие на цену, а также специфические особенности объекта

Математика играет важную роль в рынке недвижимости. Для успешного анализа рынка, прогнозирования цен, оценки инвестиционной привлекательности и принятия обоснованных решений необходимы математические навыки. Знание математики поможет вам эффективно работать с данными, строить модели, проводить финансовый анализ и понимать экономические показатели. Таким образом, математическая грамотность является важным инструментом для успешной деятельности на рынке недвижимости.

Литература

1. Асаул, А.Н. Экономика недвижимости: учебник для вузов / А.Н. Асаул, С.Н. Иванов, М.К. Старовойтов. – 3-е изд., испр. – СПб.: АНО «ИПЭВ», 2009. – 304 с. – Текст: непосредственный.
2. Горемыкин, В.А. Экономика недвижимости: учебник. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшее образование, 2006. – 655 с. – Текст: непосредственный.
3. Фридман, Д. Анализ и оценка приносящей доход недвижимости / Д. Фридман, Н. Ордуэй // пер. с англ. – М.: Дело Лтд, 1995. – 461 с. – Текст: непосредственный.

Магеррамова Камилла Джабировна, студентка группы ЭУН-8а, ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, ДНР, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: magerramova.k.d-eun-8a@donnasa.ru

Научный руководитель:

Жмыхова Татьяна Владимировна, к.ф.-м.н., доцент, доцент кафедры высшей математики, ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, ДНР, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: t.v.zhmykhova@donnasa.ru

**THE USE OF MATHEMATICAL METHODS IN ASSESSING THE VALUE
OF REAL ESTATE**

Annotation. The applications of various mathematical methods and models for determining the exact value of an object are considered.

Keywords: real estate, statistics, analysis, mathematical models.

Magerramova Kamilla Dzhabirovna, student of the EUN-8a group, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, 286123, DPR, Makeyevka, Derzhavin str., 2.

e-mail: magerramova.k.d-eun-8a@donnasa.ru

Scientific supervisor:

Zhmykhova Tetiana Vladimirovna, Ph.D., Associate Professor; Associate Professor of the Department of Higher Mathematics, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, 286123, DPR, Makeyevka, Derzhavin str., 2.

e-mail: t.v.zhmykhova@donnasa.ru





Секция: математика

УДК 51-7

Сельский В.П.,

обучающийся «Республиканского архитектурно-
строительного лицея-интерната»

ФГБОУ ВО «ДонНАСА»

Научный руководитель:

Осипова Л.В.,

учитель математики высшей категории

«Республиканского архитектурно-строительного лицея-интерната»

ФГБОУ ВО «ДонНАСА»

ФРАКТАЛЫ В МАТЕМАТИКЕ, СТРОИТЕЛЬСТВЕ, АРХИТЕКТУРЕ

Аннотация. В данной работе показано использование фракталов в различных областях математики, строительства, архитектуры. Проведены исследования структуры объемного фрактала Мандельброта и применение фрактальной теории к созданию реальных объектов. Построена натуральная фрактальная модель с помощью технологии 3D печати.

Ключевые слова: фрактал, фрактальная структура, подобие, итерации.

Введение. Фрактал – это крайне сложная геометрическая форма, математическое образование, обладающее свойством подобия или, другими словами, масштабной инвариантностью. Он сформирован из нескольких частей, каждая из которых аналогична всей форме в целом. Понятие фрактала в математике включает в себя объекты различных масштабов и отражает иерархические принципы организации. Это сложные структуры, их пространственное представление проявляется через изломанные и размытые контуры (принцип неопределенности границ). Среди известных математических

фракталов можно выделить: кривую Коха, кривую Пеано, треугольник Серпинского (геометрические фракталы), и множество Мандельброта (алгебраический фрактал). Характеристики внутренних особенностей фрактальных образов анализируются через численное значение, известное как фрактальная размерность. Данная величина отражает уровень детализации и разнообразия фрактальных структур.

Постановка задачи. Изучить применение фракталов в науках и сферах деятельности человека. Обобщить критерии выбора фракталов для повышения удельной прочности компонентов. Применить теорию фракталов к созданию реальных объектов.

Результаты. «Способность фрактальных структур к развитию определяет непрерывность процесса формообразования, незавершенность пространственного представления фрактала на каждом текущем шаге итерационного процесса построения. Фрактал никогда не бывает законченным» [1].

Фракталы в математике. Рассмотрим примеры построения фракталов с помощью комплексных чисел. «Фракталом, изображающим множество Мандельброта, будет множество точек c комплексной плоскости, для которых последовательность Z_n , определяемая как $Z_0 = 0, Z_i = Z_0 + c, \dots, Z_n + i - Z_n + c$ является конечной. Визуально множество Мандельброта выглядит как набор бесконечного количества фигур, самая большая из которых, называется кардиоидой (похожа на стилизованное изображение сердца). Кардиоида окружена все уменьшающимися кругами, каждый из которых окружен еще меньшими кругами, и так до бесконечности» [1].

Книга рекордов Гиннеса назвала это множество «самым сложным объектом в математике». Для построения графического изображения множества Мандельброта можно использовать алгоритм, называемый *escape – time*. «Все множество расположено внутри круга радиуса 2 на плоскости. Поэтому считают, что для точки c последовательность итераций функции $f_c(0)$ после некоторого большого их числа N (скажем, 100) не вышла за пределы этого круга, то точка

принадлежит множеству и красится в черный цвет. Следовательно, если на определенном этапе, который меньше N , значение элемента последовательности по модулю превысило 2, то данная точка не принадлежит множеству и остается белой. Таким образом, можно создать монохромное изображение множества, которое было открыто Мандельбротом. Для придания ему цвета (рисунок 1), можно, например, окрасить каждую точку, не принадлежащую множеству, в цвет, соответствующий номеру итерации, на котором данная точка выходит за пределы заданного круга» [1].

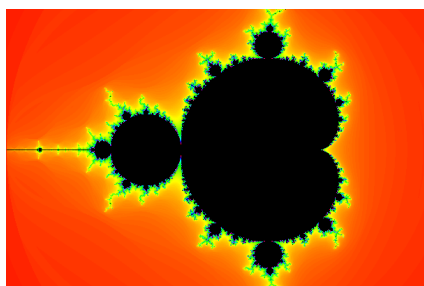


Рисунок 1. Множество Мандельброта

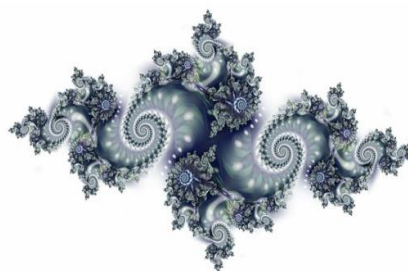


Рисунок 2. Множество Жюлиа

Множества Жюлиа дают наиболее впечатляющие иллюстрации того, как простой процесс может привести к чрезвычайно запутанным множествам.

Итерации отображения вида $Z_{n+1} = f(z_n)$, $n=0, 1, 2, \dots$ с простой функцией на комплексной плоскости вызывают появление различных экзотических фракталов. **Множества Жюлиа** функции f – это граница множества тех точек Z , которые при интегрировании $f(z)$ стремятся к бесконечности. Наиболее изученным примером отображений такого вида является квадратичное комплексное отображение $f(z) = z^2 + c$, где $c = a + ib$ – нулевая комплексная константа: $Z_{n+1} = z^2 + c$. После разделения вещественной и мнимой частей отображение запишется в виде:

$$X_{n+1} = x_n^2 - y_n^2 + a, \quad Y_{n+1} = 2x_n y_n + b.$$

Такое отображение дает множество фракталов, соответствующих множеству Жюлиа $J(c) = J(a, b)$ (рисунок 2).

Фракталы в строительстве. Для подтверждения фрактальной структуры цементного бетона в НИ МГУ имени Н.П. Огарева были проведены эксперименты с целью: определения фрактальной размерности структуры цементных бетонов различного состава. Л.М. Ошкина изучила поровую структуру цементного бетона и пришла к выводу, что фрактальная размерность исследуемых составов колеблется в пределах от 2,03 до 2,55. Численное значение фрактальной размерности не зависит от уровня масштаба и остается постоянным при увеличении масштаба в 10 и 20 раз. Важным фактором, влияющим на значение фрактальной размерности, является степень наполнения и размеры зерен заполнителя.

В ходе создания модели структуры бетона фрактального типа, исследователи В.П. Селяев, П.В. Селяев и С.Ю. Грязнов провели эксперименты, подтвердившие дискретную (квантовую) природу процесса разрушения бетонной структуры. Они разработали формулы для определения прочности бетона, учитывающие наличие дефектов (трещин), фрактальную размерность и масштабный уровень структуры. Модель фрактальной структуры бетона позволяет математически описать процесс разрушения и иерархически организованные системы.

Улучшение конфигурации и структуры строительных элементов, предназначенных для выдерживания значительных нагрузок при сокращении используемого материала, обогатилось инновационными методами. Среди них можно выделить многомерные станки с числовым программным управлением, литье по сложным формам, вытравливание и трехмерная печать. Полученные таким образом детали сложной геометрии находят применение в строительстве и авиационной отрасли, что является экономически оправданным. «Проблема снижения веса тесно связана с увеличением удельной прочности. Разработав геометрическую форму, обеспечивающую повышенную прочность, при том же весе, можно уменьшить количество материала, сохраняя требуемую прочность. При этом масса будет естественным образом снижена. Геометрия таких структур наиболее сходна с фрактальными формами» (рисунок 3) [2].

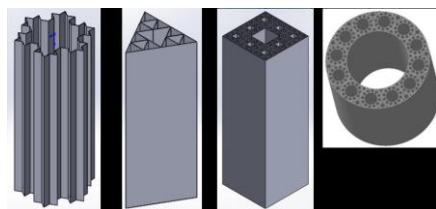


Рисунок 3. Представители разных типов фракталов, получены выдавливанием плоских фракталов

Фракталы в архитектуре. В настоящем столетии весь процесс разработки архитектурных объектов полностью перенесен в виртуальное пространство компьютерного моделирования. Сегодня ландшафтное проектирование выполняется с применением компьютерного моделирования. Разрабатываются специализированные программы для математического расчета всех физико-механических характеристик конструкций и их поведения при воздействии внешних факторов на объект в целом. Современная архитектура уже на этапе проектирования предусматривает разработку новых материалов, технологий и конструкций, необходимых для возведения ультрасовременных зданий [3].

Основным плюсом новаторской методики проектирования и строительства является возможность создания зданий разнообразного назначения с уникальными деталями и конструкциями за небольшой отрезок времени.

Заключение. Одной из целей проведенного исследования было изучение математических основ теории фракталов, а также анализ методов их создания, включая разработку собственного фрактала или естественной модели с применением 3D печати. Для выполнения практической части работы было использовано программное обеспечение 3ds Max и скриптовый подход к созданию фрактала «Губка Менгера». Результаты построения представлены ниже (рисунок 4).



Рисунок 4. Губка Менгера. Скриптовый способ построения

Литература

1. Морозов, А.Д. Введение в теорию фракталов / А.Д. Морозов. – Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2002. – 160 с. – Текст: непосредственный.

2. Селяев, В.П. Прочность и механика разрушения фрактальной структуры бетона / В.П. Селяев, П.В. Селяев, С.Ю. Грязнов, М.Ю. Аверкина // ВАК. – 2023. – №1(20). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/prochnost-i-mehanika-razrusheniya-fraktalnoy-struktury-betona/viewer> / (дата обращения: 24.03.2024). – Текст: электронный.

3. Языева, С.В. Проявление фрактальности в архитектуре зданий и сооружений / С.В. Языева, Б.М. Языева // Строительные материалы и изделия. – 2019. – №2(4). – URL: <https://bstujournals.ru/wpcontent/uploads/2019/08/jazyeva.pdf?ysclid=lub76w4ate687393346> / (дата обращения: 26.03.2024). – Текст: электронный.

Сельский Владимир Петрович, обучающийся «Республиканского архитектурно-строительного лицея-интерната» ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, ДНР, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: selskiy.v.p-11a@donnasa.ru

Научный руководитель:

Осипова Людмила Владимировна, учитель математики высшей категории «Республиканского архитектурно-строительного лицея-интерната» ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, ДНР, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: l.v.osipova@donnasa.ru

FRACTALS IN MATHEMATICS, CONSTRUCTION, ARCHITECTURE

Annotation. This paper shows the use of fractals in various fields of mathematics, construction, and architecture. Studies of the structure of the Mandelbrot volume fractal and the application of fractal theory to the creation of real objects have been carried out. A natural fractal model was built using 3D printing technology.

Keywords: fractal, fractal structure, similarity, iterations.

Selsky Vladimir Petrovich, a student of the Republican Architectural and Construction Boarding Lyceum, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, 286123, DPR, Makeevka, Derzhavin str., 2.

e-mail: selskiy.v.p-11a@donnasa.ru

Scientific supervisor:

Osipova Lyudmila Vladimirovna, teacher of mathematics of the highest category of the Republican Architecture and Construction Lyceum-Boarding School, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, 286123, DPR, Makeevka, Derzhavin str., 2.

e-mail: l.v.osipova@donnasa.ru





УДК 51-7

Бобрик А.В.,

студ. группы ПГС-776, ФГБОУ ВО «ДонНАСА»

Научный руководитель:

Сапронов Д.А.,

ФГБОУ ВО «ДонНАСА»

ПОСТРОЕНИЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ ЭПИДЕМИЙ И ИХ РЕШЕНИЯ

Аннотация. Рассмотрена задача математической теории эпидемий.

Ключевые слова: дифференциальные модели, математическая теория эпидемий, распространение инфекций, изоляция.

Введение. Эпидемии инфекционных заболеваний являются серьезной проблемой общественного здоровья. Для более эффективного контроля распространения инфекции необходимо проводить математическое моделирование процесса эпидемии. В данной работе рассматривается задача математической теории эпидемий. Изучение этих моделей позволяет оптимизировать стратегии контроля эпидемий, включая меры изоляции и вакцинации.

Постановка задачи. Пусть существует некая популяция, состоящая из N особей, которая подразделяется на три группы: восприимчивы к болезни, но здоровы; инфекционные; здоровые. Число таких особей в момент времени t обозначается через $S(t)$, $I(t)$ и $R(t)$ соответственно. Таким образом:

$$S(t) + I(t) + R(t) = N.$$

Таблица 1. Рассмотрение двух случаев

Данные	Итоги
$I_0 \ll 1$, где I_0 первоначальное число инфекционных особей	Не будут подвергаться
$I_0 > 1$, где I_0 первоначальное число инфекционных особей	Болезнь будет распространяться на восприимчивых к ней особей.

Результаты. В рамках данной работы рассматривается математическая теория эпидемий, которая требует рассмотрения двух случаев развития событий. Результаты исследования приведены ниже (рис. 1, 2).

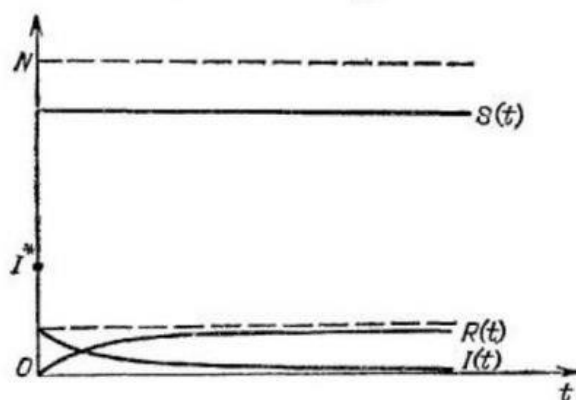


Рисунок 1. Первый случай

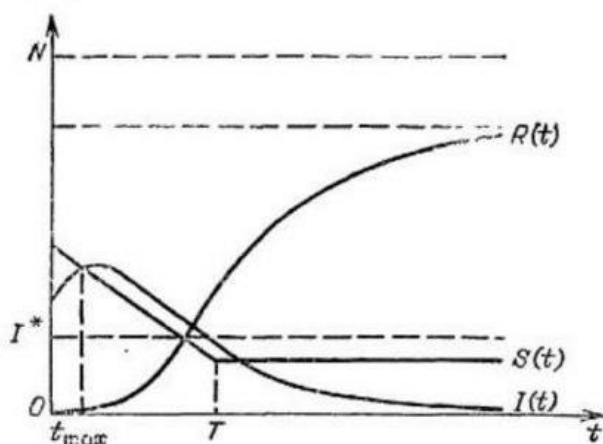


Рисунок 2. Второй случай

Выводы. Таким образом, изучение и применение моделей распространения инфекций важно для эффективного контроля эпидемий и обеспечения общественного здоровья.

Литература

1. Амелькин, В.В. Дифференциальные уравнения в приложениях / В.В. Амелькин. – М.: КД Либроком, 2012. – Текст: непосредственный.
2. Босс, В. Лекции по математике: Дифференциальные уравнения / В. Босс. – М.: Ленанд, 2019. – Текст: непосредственный.

Бобрик Анна Владимировна, студентка группы ПГС-77б, ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 86123, ДНР, г. Макеевка, ул. Державина, д. 2.

e-mail: bobrik.a.v-pgs-77b@donnasa.ru

Научный руководитель:

Сапронов Дмитрий Александрович, ассистент кафедры высшей математики, ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 86123, ДНР, г. Макеевка, ул. Державина, д. 2.

e-mail: d.a.sapronov@donnasa.ru

BUILDING DIFFERENTIAL MODELS OF EPIDEMICS AND THEIR SOLUTIONS

Annotation. The problem of the mathematical theory of epidemics is considered.

Keywords: differential models, mathematical theory of epidemics, spread of infections, isolation.

Bobrik Anna Vladimirovna, student of the PGS-77b group, Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, 86123, DPR, Makeyevka, Derzhavin str., 2.

e-mail: bobrik.a.v-pgs-77b@donnasa.ru

Научный руководитель:

Sapronov Dmitry Alexandrovich, Assistant of the Department of Higher Mathematics, Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, 86123, DPR, Makeyevka, Derzhavin str., 2.

e-mail: d.a.sapronov@donnasa.ru





УДК 51(091)

Белополец А.П.,

обучающаяся Инженерного полигона
ФГБОУ ВО «ДонНАСА»,
обучающаяся 10-А класса,

МБОУ «Средняя школа №103 города Макеевка»

Научный руководитель: к. пед. н.

Галибина Н.А.,

доцент кафедры высшей математики
ФГБОУ ВО «ДонНАСА»

ЛЮДМИЛА ВСЕВОЛОДОВНА КЕЛДЫШ – ВЕЛИКАЯ ЖЕНЩИНА-МАТЕМАТИК

Аннотация. В статье представлена биография советской женщины-математика, доктора физико-математических наук, профессора, которая внесла огромный вклад в такую сложную область математики, как дескриптивная теория множеств, тесно связанную с общей топологией.

Ключевые слова: учёный, педагог, топология, теория множеств.

Введение. Людмила Всеволодовна Келдыш – удивительная женщина и учёный-математик, которая обладала невероятной силой духа и принципиальностью. Она была сестрой знаменитого академика Мстислава Всеволодовича Келдыша, советского ученого в области прикладной математики и физики, доктора физико-математических наук и одного из идеологов советской космической программы. Именно поэтому учёная всё время находилась в тени своего брата, и именно поэтому даже в кругу профессионалов-математиков не все знают о Людмиле Всеволодовне и о её неопределимом вкладе в науку.

Постановка задачи. Цель статьи – исследовать биографию Л.В. Келдыш, раскрыть суть её самых значимых научных исследований.

Результаты. Людмила Всеволодовна Келдыш родилась 27 февраля 1904 года в Оренбурге семье военного инженера и будущего генерал-майора Всеволода Михайловича Келдыша, а также основоположника методологии расчёта строительных конструкций и изобретателя русского железобетона.

Девочка была самой старшей в семье. Всего детей было семеро. Именно Людмила убедила брата Мстислава, будущую легенду математики, поступать на физико-математический факультет МГУ, в то время как мальчик собирался поступать на строительную специальность, как того хотел отец.

Сама девушка в это время (1926 год) выпускается из математического факультета МГУ, где её научным руководителем был знаменитый математик Николай Николаевич Лузин, посещение лекции которого в Иваново-Вознесенском политехническом институте еще в 14-летнем возрасте предопределило её выбор в пользу математики.

В 1934 году Л.В. Келдыш поступает на службу в МИАН АН СССР – Математический институт им. В.А. Стеклова, которая считалась «меккой» отечественной математики. В это же время она выходит замуж за математика, Петра Сергеевича Новикова, который станет в последствии академиком.

Всю жизнь Людмила Всеволодовна считала интересы мужа выше собственных, постоянно помогая ему в рецензировании его трудов, в частности, работы «Неразрешимость проблемы эквивалентности слов для конечно определенных групп», за которую П.С. Новиков получит Ленинскую премию в 1957 году.

Сама же Людмила Всеволодовна активно занимается дескриптивной теорией множеств, которая изучает множества, которые можно конструктивно построить, в противоположность множествам, которые существуют лишь в силу абстрактных (умозрительных) принципов вроде аксиомы выбора. Её успехи на этом поприще были высоко оценены многими учёными-математиками, в

особенности, Эберхардом Хопфом – одним из основоположников теории бифуркаций и эргодической теории.

Когда началась война, Л.В. Келдыш с тремя сыновьями переехала в г. Горький благодаря покровительству А.Н. Колмогорова. Но в эвакуации она оказалась без средств существования и каких-либо вещей. Единственной едой, которую могла себе позволить Людмила, была мука грубого помола, сваренная на воде. Это нехитрое блюдо, а также ежедневные 300 грамм хлеба станут основой рациона семьи на два года до возвращения из эвакуации.

Ситуация усложнилась в 1942 году, когда для проведения операции в г. Горький был доставлен её муж. Женщине приходилось многократно преодолевать десятки километров от общежития до больницы и обратно.

После возвращения в Москву жизнь в семье Келдыш и Новикова стала налаживаться и даже пополнилась ещё двумя дочерьми.

Удивителен тот факт, что, будучи всегда образцовой матерью, Людмила Всеволодовна никогда не забрасывала математику. В послевоенные годы её увлекают непрерывные отображения пространств – преобразования, при которых близкие точки одного пространства (прообраза) переходят в близкие точки другого (образа). Организованный на эту тему семинар, а также многочисленные работы Людмилы Всеволодовны позволят в течение двадцати лет решить множество проблем в области комбинаторной, геометрической и общей топологии.

Людмила всегда была образцом для подражания, считая высшими качествами человека порядочность и интеллигентность, а своим долгом – помогать нуждающимся. Высокие моральные принципы матери переняли её дети. Все сыновья Людмилы Всеволодовны стали успешными математиками. Старшая дочь Нина умерла от тяжёлой болезни, и только младшая дочь Елена стала исключением и выбрала филологию: изучение португальского и французского языков.

Людмила Всеволодовна Келдыш скончалась 16 февраля 1976 года через два года после кончины своего мужа. Похоронены супруги в общей могиле, а на

надгробных камнях по желанию Людмилы изображены кресты и под каждым из них – скромная запись «математик».

Людмила Всеволодовна стала доктором физико-математических наук, профессором механико-математического факультета МГУ. Как учёная она приобрела известность ранними работами по теории так называемых А- и В-множеств. Самым известным её результатом было построение открытого монотонного отображения трехмерного куба на четырехмерный.

Л.В. Келдыш получила высокое международное признание как учёный, но, к большому сожалению, не удостоилась на родине ни тех званий, ни тех почестей, ни той известности, которых она заслуживала.

Выводы. Л.В. Келдыш оставила после себя великое наследие как учёный-математик и сильная, порядочная личность. Изучение её биографии важно для сохранения и передачи уникального жизненного и исследовательского опыта.

Литература

1. Большая русская биографическая энциклопедия : 185 томов текстов, 200 000 статей, 17 060 иллюстраций. – Версия 3.0. – Москва : Бизнессофт : ИДДК [распространитель], 2008. – 1 электрон. опт. диск (DVD) : цв.; 12 см. – Текст: электронный.

2. Бородин, А.И. Биографический словарь деятелей в области математики / А.И. Бородин, А.С. Бугай. – Киев, 1979. – 496 с. – Текст: непосредственный.

Белополец Анна Павловна, обучающаяся Инженерного полигона, ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», обучающаяся 10-А класса, МБОУ «Средняя школа №103 города Макеевка», 286123, ДНР, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

е-mail: annabelopolec@gmail.com

Научный руководитель:

Галибина Надежда Анатольевна, к. пед. н., доцент кафедры высшей математики, ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, ДНР, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: galibina@donnasa.ru

**LYUDMILA VSEVOLODOVNA KELDYSH – THE GREAT FEMALE
MATHEMATICIAN**

Abstract. The biography of a Soviet female mathematician, Doctor of Physical and mathematical Sciences, professor, who made a huge contribution to such a complex field of mathematics as descriptive set theory, closely related to general topology, is presented

Keywords: scientist, teacher, topology, set theory.

Belopolets Anna Pavlovna, the pupil of the Engineering landfill of Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, Derzhavin str., 2, Makeyevka, 86123, DPR, Russia.

Scientific supervisor:

Galibina Nadezhda Anatolievna, Ph.D., Associate Professor of the Department of Higher Mathematics, Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, Derzhavin str., 2, Makeyevka, 86123, DPR, Russia.



УДК 536.77

Кудюкин А.И.,

ассистент кафедры общей и теоретической физики
и методики преподавания физики,
ФГБОУ ВО «РГУ имени С.А. Есенина»

**РЕЗУЛЬТАТЫ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ
НА ПОВЕРХНОСТИ ЭЛЕКТРОДОВ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ПЛАЗМЕННЫХ
ПОТОКОВ**

Аннотация. В последние годы наметилась тенденция к использованию в вакуумных дугогасительных камерах электродов из различных сплавов, с целью найти наилучший вариант долговечности и качества. Это связано с тем, что требования к контактным материалам настолько противоположны, что не удается найти однородный металл, пригодный для контактов вакуумных дугогасительных камер. Мы же решили выяснить, что происходит с составом и структурой электродов при их эксплуатации.

Ключевые слова: вакуумные дугогасительные камеры, морфология поверхности, плавление, элементный состав, энергия Гиббса, энтальпия, эрозия поверхности контактов.

Введение. Сплавы Cu-Cr (40%) нашли широкое применение для электродов вакуумных дугогасительных камер [1-5]. При, казалось бы, значительной продолжительности исследования вакуумного дугового разряда теплофизические процессы, происходящие при этом на электродах до сих пор малоизучены, в частности, нет информации об изменении состава и морфологии на поверхности электродов, что позволяет лишь делать предположения о

допустимых величинах взаимосвязанных напряженностей полей, температур и плотностей токов [6].

Постановка задачи. Основной задачей представляемой работы является изучение возможных изменений указанных характеристик в условиях интенсивного и многократного воздействия плазменного разряда внутри камеры.

Для определения теплового режима электродных материалов проводился расчет распространения теплового фронта (температура T) из зоны воздействия дуги в объем электрода в соответствии с дифференциальным уравнением:

$$\Delta T - \frac{k}{c\rho} \frac{\partial^2 T}{\partial t^2} = 0, \quad (1)$$

где k – коэффициент внутренней теплопроводности, c – теплоемкость вещества, ρ – плотность вещества, Δ – оператор Лапласа, t – время.

Его начальные (2) и граничные (3) условия следующие:

$$f(x, y, z) - T = 0; \quad (2)$$

$$U|_{x=0} = T_0; \quad U|_{x=l} = T_l, \quad (3)$$

где x и l – координаты, T_0 и T_l – температуры на поверхности и в объеме материала электрода.

Учитывая параметры исследуемой вакуумной камеры (напряжение, равное 35 кВ, и время воздействия дуги – 0,07 с) и удельную теплоемкость сплава (279,73 Дж/кг*К), моделировалось распространение теплового фронта в объеме исследуемого образца, представленное на рисунке 1.

Результаты. Как показали ранние исследования [6], в момент нагрева и плавления происходит «растекание» меди от центра (точки воздействия плазменной дуги) к зонам с более низкой температурой.

Для оценки термодинамической возможности протекания химических процессов на поверхности электродов рассчитывалось изменение их изобарно-изотермического потенциала (свободная энергия Гиббса) в окислительно-восстановительных процессах .

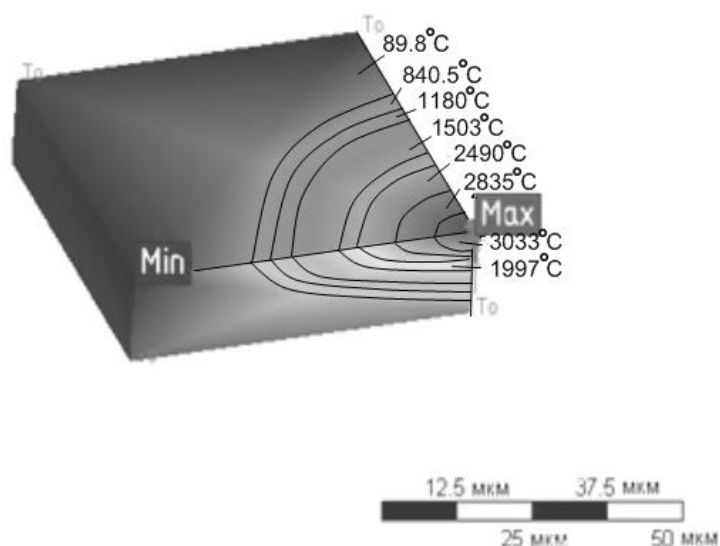


Рисунок 1. Модельное представление распространения теплового потока в электроде; на рисунке представлены изотермы

В частности, взаимодействия основных компонентов матрицы электродов Cu и Cr с кислородом (обнаруженного на поверхности в работе [6]) и оксидами указывает на предпочтительность некоторых превращений в матрице электродного материала. Свободной энергии Гиббса (ΔG) определяется энтальпией (ΔH) и энтропией (ΔS) процесса.

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S, \quad (4)$$

Отрицательная величина энергии ΔG реакции определяет термодинамическую возможность и направление протекания химической процессов. Действительно, при $\Delta H < 0$ и $\Delta S > 0$, реакция термодинамически вероятна при любой температуре, в то время как при $\Delta H > 0$ и $\Delta S < 0$, реакция термодинамически невозможна. В остальных случаях направление реакции будет зависеть от соотношения ΔH и $T\Delta S$. Чем отрицательнее значение ΔG , тем больше вероятность протекания реакции.

Основными элементами электродов являются Cu и Cr, хотя в его составе обнаружены [6] и привнесенные неконтролируемые примеси (O, N, H). Рассчитав значения энтальпии и энтропии для каждой теоретически возможной реакции, в соответствии с уравнением (4) рассчитаем ΔG для образования основных оксидов Cu и Cr при различных температурах (таблица 1).

Таблица 1. Энергия Гиббса при различных температурах процессов.

№	Реакция образования	Энергия Гиббса при 298К, ΔG_{298} , кДж/моль	Энергия Гиббса при 1000К, ΔG_{1000} , кДж/моль	Энергия Гиббса при 1358К, ΔG_{1358} , кДж/моль	Энергия Гиббса при 2130К, ΔG_{2130} , кДж/моль	Энергия Гиббса при 3000К, ΔG_{3000} , кДж/моль
1	$4\text{Cu} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{Cu}_2\text{O}$	-245.65	-194.8	-119	-12.1	108.4
2	$2\text{Cu} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CuO}$	-268.57	-71.8	54.3	180.4	432.6
3	$4\text{Cr} + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{Cr}_2\text{O}_3$	-2118.19	-1692.2	-1402.7	-1116.09	-526.2
4	$3\text{Cu}_2\text{O} + 2\text{Cr} \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_3 + 6\text{Cu}$	-741.49	-574.9	-551.85	-528.8	-482.7
5	$3\text{CuO} + 2\text{Cr} \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_3 + 3\text{Cu}$	-611.24	-659.6	-661.39	-665.25	-674.6

Из таблицы 1 видно, что реакция образования №1 (оксид меди одновалентный) маловероятна при высоких температурах. Это в свою очередь снижает вероятность вытеснения хромом меди из Cu_2O (реакция №4) при больших значениях ΔG ($-741,49 \div -482,7$ кДж/моль в зависимости от температуры). Хотя ΔG для реакции №2 образование оксида меди (двухвалентного) термодинамически менее вероятно по сравнению с реакцией образования оксида хрома (реакция №3), нельзя забывать, что температура плавления Cu ниже (1085°C , против 1852°C для Cr), а концентрация O_2 в составе электродов невелика ($\div 5\%$ на поверхности и менее $0,05\%$ в массиве) [6]. В связи с этим, Cu раньше и в большей степени стремится окислиться, что объясняет сегрегацию атомов Cu из объема электрода на поверхность.

Выводы. Из ранней работы [6], концентрация O_2 в процессе деградации электрода снижается в 2 раза (с 5% до $2,2\%$). Это говорит об «удалении» O_2 из объема электрода вследствие его синтеза с Cu при начале термохимических реакций с последующей диффузией на поверхность и разложением CuO при температуре, близкой к 2000°C . Из результатов анализа следует, что кислород концентрируется в области преобладания атомов меди и ниже чувствительности метода анализа в области концентрирования атомов хрома.

Литература

1. Бучин, В.А. / В.А. Бучин, М.П. Зерцер // Журнал технической физики. – 1990. – Т.60. № 4. – С. 92. – Текст: непосредственный.
2. Воронин, А.В. / А.В. Воронин, А.Е. Александров, Б.Я. Бер и др. // Журнал технической физики. – 2016. – Т.86. № 3. – С. 51. – Текст: непосредственный.
3. Данилов, М.Е. / Сборник статей сотрудников ВЭИ им. В.И. Ленина «Вакуумные дугогасительные камеры». – 2008. – С. 68. – Текст: непосредственный.
4. Репин, П.Б. / П.Б. Репин, Н.В. Егоров // Журнал технической физики. – 2015. – Т.85. № 2. – С. 48. – Текст: непосредственный.
5. Селикатова, С.М. / С.М. Селикатова, И.А. Лукацкая // Сборник статей сотрудников ВЭИ им. В.И. Ленина «Вакуумные дугогасительные камеры». – 2008. – С. 18. – Текст: непосредственный.
6. Kudyukin, A.I. Proceeding of 11th International Vacuum Electron Sources Conference / A.I. Kudyukin, E.N. Moos, A.T. Rott et al. – Korea, Seoul, 2016. – p 41. – Текст: непосредственный.

Кудюкин Александр Игоревич, ассистент кафедры общей и теоретической физики и методики преподавания физики, Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования «Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина», 390000, г. Рязань, ул. Свободы, 46.

e-mail: a.kudykin@365.rsu.edu.ru

RESULTS OF PHYSICOCHEMICAL PROCESSES ON THE SURFACE OF ELECTRODES UNDER THE ACTION OF PLASMA FLOWS

Annotation. In recent years, there has been a tendency to use electrodes made of various alloys in vacuum arc quenching chambers in order to find the best option for durability and quality. This is due to the fact that the requirements for contact materials

are so opposite that it is not possible to find a homogeneous metal suitable for contacts of vacuum arc-quenching chambers. We decided to find out what happens to the composition and structure of the electrodes during their operation.

Keywords: vacuum arc-quenching chambers, surface morphology, melting, elemental composition, Gibbs energy, enthalpy, erosion of contact surface.

Kudyukin Alexander Igorevich, Assistant of the Department of General and Theoretical Physics and Methods of Teaching Physics, Federal State Budgetary Institution of Higher Education «Ryazan State University named after S.A. Yesenin», 390000, Ryazan, Svobodi str., 46.

e-mail: a.kudykin@365.rsu.edu.ru





УДК 544

Кулида Д.А.,

Степанюк К.И.,

студенты 3-го курса кафедры химии, новых технологий и материалов

Государственного университета «Дубна», г. Дубна

Соавторы:

Тестов Д.С.,

старший преподаватель кафедры химии, новых технологий и материалов,

Государственный университет «Дубна»,

Гашимова В.Р.,

аспирант кафедры химии, новых технологий и материалов,

Государственный университет «Дубна»,

Моржухин А.М.,

старший преподаватель кафедры химии, новых технологий и материалов,

Государственный университет «Дубна»,

Научный руководитель: к.х.н., доцент

Моржухина С.В.,

доцент кафедры химии, новых технологий и материалов

Государственный университет «Дубна»

ГИДРОФИЛИЗАЦИЯ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТЕПЛОАККУМУЛИРУЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ

Аннотация. Изучены теплофизические свойства теплоаккумулирующих материалов (ТАМ) с добавлением исходных и гидрофилизированных углеродных материалов. В качестве углеродных материалов использовались графит и сажа. На основании полученных данных произведено сравнение влияния

обработанных графита и сажи на теплофизические свойства теплоаккумулирующих материалов.

Ключевые слова: теплоаккумулирующие материалы, факторное планирование эксперимента, гидрофилизация, графит, сажа.

Введение. Использование кристаллогидратов в чистом виде в качестве теплоаккумулирующих материалов сопряжено с некоторыми сложностями, такими как фазовая сегрегация и переохлаждение. В связи с этим возникает необходимость в добавлении компонентов, нивелирующих эти недостатки, т.е. зародышеобразователей и загущающих добавок [1].

Углеродные материалы, такие как графит и сажа, подходят для устранения этих недостатков, но они не обладают достаточной гидрофильностью, чтобы равномерно перемешиваться с теплоаккумулирующим материалом, что влияет на его теплофизические свойства.

Увеличение угла смачиваемости исходного углеродного материала способствует лучшему равномерному распределению по теплоаккумулирующему материалу [2, 3].

Постановка задачи. Использование углеродных добавок в необработанном виде препятствует их равномерному перемешиванию с кристаллогидратом. Требуется провести гидрофилизацию графита и сажи по методу ПФЭ, синтезировать теплоаккумулирующие материалы с этими добавками, изучить полученные экспериментальные данные и сделать вывод о влиянии использования гидрофилизированных углеродных материалов на свойства теплоаккумулирующих материалов.

Результаты. Графит *G* прокаливался в муфельной печи при температуре 400°C в течение 20 часов для достижения постоянной массы путём избавления от влаги. Пропитывание пероксидом водорода с концентрацией от 1 до 5 % производилось в расчете на 1 г графита 10 мл перекиси водорода. Обработка пропитанного графита проводилась в системе микроволной пробоподготовки SINEO в течение 10-20 секунд при мощности 300-500 W и температуре 100°C

для внедрения пероксида водорода в слоистую структуру графита с дальнейшим высушиванием сушильном шкафу в течение 4 часов при температуре 80° С. Моделирование оптимальных условий гидрофилизации проводилось методом факторного планирования эксперимента [4]. Основной целью гидрофилизации графита являлось получение наилучшего угла смачиваемости материала. Это позволяет достичь наилучшей однородности ТАМ.

Общий состав образцов в % ат и структура обработанного графита ($EG_{гидр}$) определялись методом рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии. Для анализа были представлены образцы в виде прессованных таблеток, обозначенные А (G) и В ($EG_{гидр}$). Анализ проводился методом рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии. Спектры РФЭС регистрировали на приборе K-Alpha “Thermo Scientific” (USA), оснащенного полусферическим анализатором. Для возбуждения фотоэлектронов использовали рентгеновское излучение алюминиевого анода ($Al K\alpha = 1486.6$ эВ) при напряжении на трубке 12 кВ и токе эмиссии 3 мА. Обзорные спектры регистрировали при окне пропускания 100 эВ с шагом по спектру 0.5 эВ, региональные спектры – при окне пропускания 20 эВ с шагом 0.05 эВ, спектры валентной полосы – при окне пропускания 50 эВ с шагом 0.2 эВ. Регистрацию и обработку спектров проводили с помощью программы Advantage.

Как видно из рисунка 1, спектры во всех точках идентичны. По результатам оценки состава графита до и после обработки в таблице 1 видно, что состав элементов в образцах G и $EG_{гидр}$ практически идентичный.

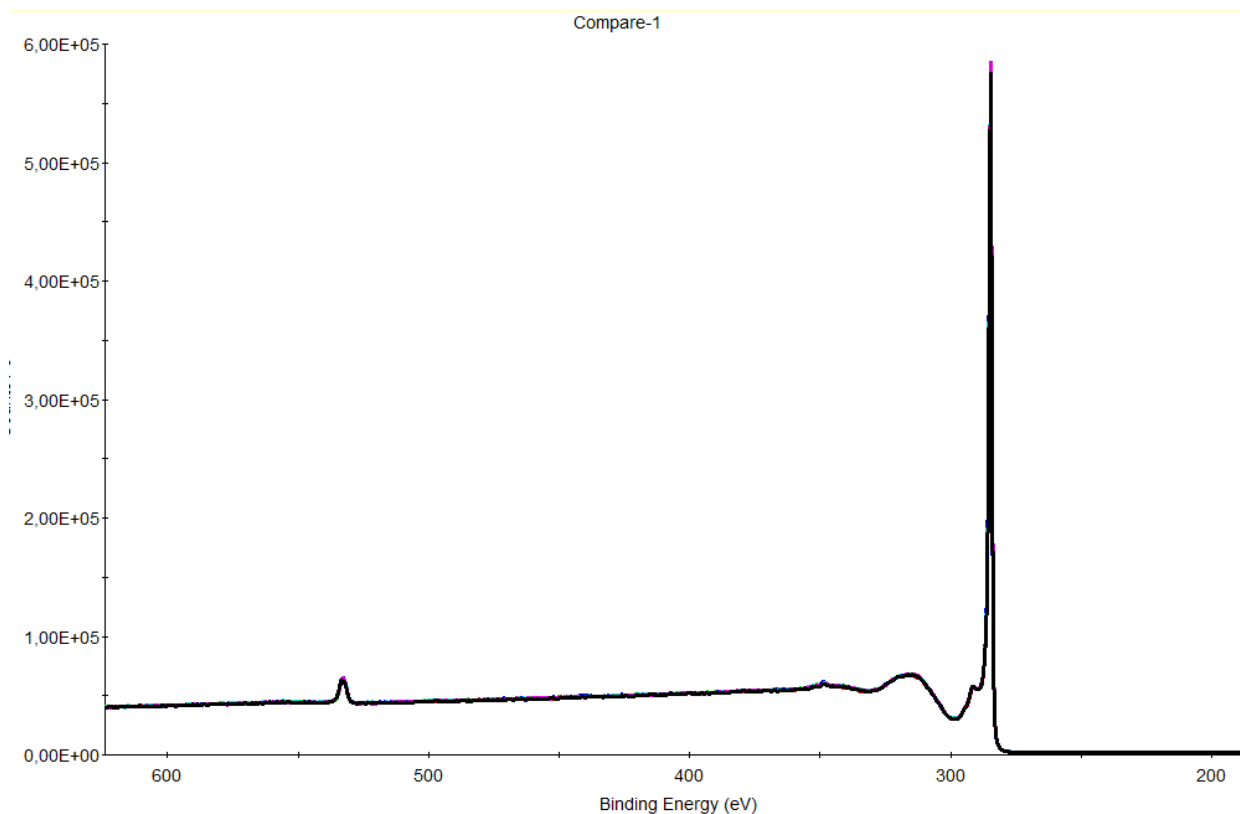


Рисунок 1. Участок обзорных спектров с фотопиками основных элементов: C1s (285 эВ) и O1s (530 эВ)

Таблица 1. Состав образцов G и EGгидр в атомных процентах, %

<i>Элемент</i>	<i>Пик BE</i>	<i>A (G)</i>	<i>B (EG_{гидр})</i>
Si2p	103.38	0.06	0.07
P2p	134.49	-	0.04
S2p	169.43	0.08	0.05
Cl2p	200.63	0.03	0.04
C1s	284.73	96.55	96.87
Ca2p	348.21	0.39	0.15
O1s	532.71	2.75	2.70
Mg1s	1304.16	0.13	0.10

Гидрофилизация сажи проходила в несколько этапов: прокаливание исходной сажи в муфельной печи при температуре 400°C в течение 20 часов. Для доведения до постоянной массы путём избавления от влаги, обработка в УЗВ в

течении 4 часов при 40 °С с дальнейшим остыванием обработанной сажи. Целью обработки сажи являлось повышение теплоемкости и улучшение смачиваемости (таблица 2).

В таблице 2 приведены углы смачиваемости исходных и гидрофилизированных графита и сажи.

Таблица 2. Углы смачиваемости исходных и гидрофилизированных графита и сажи

Сажа				
	Исходная		Гидрофилизованная	
	Угол смачиваемости, °	C_p , Дж/(г·К), 60 °С	Угол смачиваемости, °	C_p , Дж/(г·К), 60 °С
Левый	105	2.31	66	4.12
Правый	107		62	
Среднее	106		64	
Графит				
	G		$EG_{гидр}$	
	Угол смачиваемости, °	C_p , Дж/(г·К), 60 °С	Угол смачиваемости, °	C_p , Дж/(г·К), 60 °С
Левый	105	-	69	-
Правый	103		67	
Среднее	104		68	

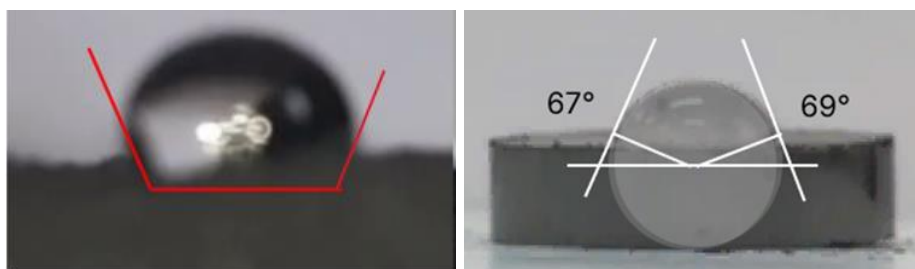


Рисунок 2. Углы смачиваемости исходного и гидрофилизованного графита

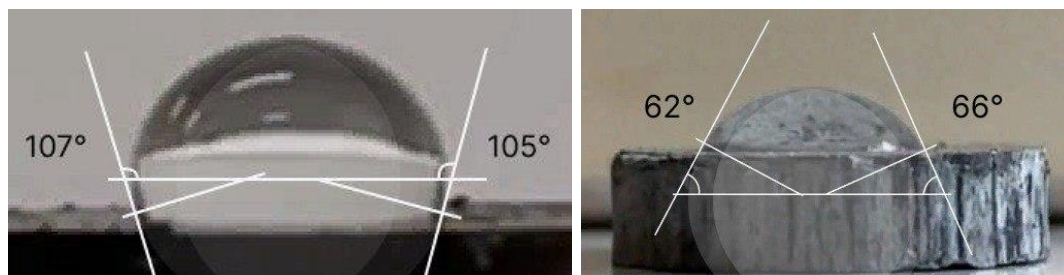


Рисунок 3. Углы смачиваемости исходной и гидрофилизованной сажи

Выводы. В результате гидрофилизации и оптимизации методики гидрофилизации методом факторного планирования эксперимента получены графит и сажа с углами смачиваемости 68 и 64 ° соответственно. Благодаря этому использование данных добавок в ТАМ позволило добиться лучшей равномерности компонентов.

Литература

1. Тестов, Д.С. Методологические основы оценки эффективности теплового аккумулятора, работающего на фазопереходных теплоаккумулирующих материалах. / Д.С. Тестов, С.В. Моржухина, А.М. Моржухин, В.Р. Гашимова, А.Л. Гасиев // Альтернативная энергетика и экология (ISJAEE). – 2023. – №1. – С. 77-105.

<https://doi.org/10.15518/isjaee.2023.01.077-105>.

2. Патент № 2807747. Способ гидрофилизации графита для улучшения смачиваемости материала в жидких средах / Гашимова В.Р., Моржухина С.В., Тестов Д.С., Моржухин А.М. – Заявл. 11.10.2023. Оpubл. 21.11.2023.

Кулида Дмитрий Андреевич, студент кафедры химии, новых технологий и материалов, Государственный университет «Дубна», 141982, г. Дубна, ул. Университетская, 19.

e-mail: dimakulida20031905@gmail.com

Степанюк Кирилл Игоревич, студент кафедры химии, новых технологий и материалов, Государственный университет «Дубна», 141982, г. Дубна, ул. Университетская, 19.

e-mail: kirill.st_03@mail.ru

Тестов Дмитрий Сергеевич, старший преподаватель кафедры химии, новых технологий и материалов, Государственный университет «Дубна», 141982, г. Дубна, ул. Университетская, 19.

e-mail: dima13-19942@yandex.ru

Гашимова Валерия Руслановна, аспирант кафедры химии, новых технологий и материалов, Государственный университет «Дубна», 141982, г. Дубна, ул. Университетская, 19.

e-mail: lera.gashimova@yandex.ru

Моржухин Артем Маркович, старший преподаватель кафедры химии, новых технологий и материалов, Государственный университет «Дубна», 141982, г. Дубна, ул. Университетская, 19.

e-mail: morzhukhin92@yandex.ru

Научный руководитель:

Моржукина Светлана Владимировна, к.х.н., доцент, заведующий кафедры химии, новых технологий и материалов, Государственный университет «Дубна», 141982, г. Дубна, ул. Университетская, 19.

e-mail: msv@uni-dubna.ru

HYDROPHILIZATION OF CARBON MATERIALS AND THEIR EFFECT ON THE THERMOPHYSICAL PROPERTIES OF HEAT STORAGE MATERIALS

Annotation. The thermophysical properties of heat storage materials with the addition of raw and hydrophilized carbon materials have been studied. Graphite and soot were used as carbon materials. Based on the data obtained, the effect of the initial and processed graphite and soot on the thermophysical properties of heat-accumulating materials was compared.

Keywords: heat storage materials, factorial planning of the experiment, hydrophilization, graphite, soot.

Kulida Dmitriy Andreevich, student of the Department of Chemistry, New Technologies and Materials, Dubna State University, 19 Universitetskaya str., Dubna, 141982. 141982, Dubna, Universitetskaya str., 19.

e-mail: dimakulida20031905@gmail.com

Stepanyuk Kirill Igorevich, student of the Department of Chemistry, New Technologies and Materials, Dubna State University, 141982, Dubna, Universitetskaya str., 19.

e-mail: kirill.st_03@mail.ru

Testov Dmitriy Sergeevich, Ph.D. student, Senior Lecturer of the Chemistry Department, Dubna State University Education: Dubna State University, 141982, Dubna, Universitetskaya str., 19.

e-mail: dima13-19942@yandex.ru

Gashimova Valeriia Ruslanovna, Ph.D. student, Senior Lecturer of the Chemistry Department, Dubna State University Education: Dubna State University, 141982, Dubna, Universitetskaya str., 19.

e-mail: lera.gashimova@yandex.ru

Morzhukhin Artem Markovich, Ph.D. student, Senior Lecturer of the Chemistry Department, Dubna State University Education: Dubna State University, 141982, Dubna, Universitetskaya str., 19.

e-mail: morzhukhin92@yandex.ru

Scientific supervisor:

Morzhukhina Svetlana Vladimirovna, Ph.D. in Chemistry, Assistant Professor at the Heat of the Chemistry Department, Dubna State University, 141982, Dubna, Universitetskaya str., 19.

e-mail: msv@uni-dubna.ru





УДК 539.5

Рышкевич Д.В.,

студ. группы 1РФ-23м, ФГБУ ВО «ДонГУ»

Научный руководитель: д.ф.-м.н., профессор

Малашенко В.В.,

главный научный сотрудник ФГБНУ «ДонФТИ»

ОСОБЕННОСТИ ДИНАМИКИ КРАЕВЫХ ДИСЛОКАЦИЙ В ОБЛУЧЁННЫХ МЕТАЛЛАХ

Аннотация. Проанализировано надбарьерное скольжение краевых дислокаций в облучённых металлах.

Ключевые слова: дислокации, облучённые металлы, пластическая деформация.

Введение. Дислокации являются основными носителями пластической деформации, а процессы их движения, размножения и взаимодействия с другими дефектами структуры во многом определяют формирование механических свойств кристаллов, в частности, прочности и пластичности. Облучение функциональных материалов приводит к возникновению в них радиационных дефектов, которые влияют на движение дислокаций, а, следовательно, и на механические свойства материалов. В процессе эксплуатации такие металлы могут подвергаться ударным нагрузкам, что приводит к возникновению высокоскоростной деформации облучённых материалов [1-3]. Как следует из выводов теории динамического взаимодействия дефектов (ДВД) [4-6], огромное влияние на механическое поведение металлов этих условиях оказывают коллективные эффекты в дефектной подсистеме кристалла. Целью настоящей работы является теоретический анализ движения краевых дислокаций в

облучённых металлах и получение аналитического выражения силы динамического торможения краевых дислокаций радиационными дефектами.

Постановка задачи. Поставленную задачу будем решать в рамках теории ДВД. Рассмотрим бесконечные краевые дислокации, которые под действием постоянного внешнего напряжения σ_0 совершают надбарьерное скольжение в плоскостях параллельных XOZ с постоянной скоростью v . Исследуемый металл содержит хаотически распределённые точечные дефекты и призматические дислокационные петли. Линии дислокаций параллельны оси OZ . Положение k -ой дислокации определяется функцией

$$W_k(z, t) = vt + w_k(z, t). \quad (1)$$

Здесь $w_k(z, t)$ – случайная величина, описывающая поперечные колебания дислокации, которые возникают при её взаимодействии с хаотически распределёнными дефектами структуры.

Движение k -й дислокации может быть описано следующим уравнением:

$$m \left\{ \frac{\partial^2 W_k}{\partial t^2} - c^2 \frac{\partial^2 W_k}{\partial z^2} \right\} = b \left[\sigma_0 + \sigma_{xy}^p + \sigma_{xy}^{dis} + \sigma_{xy}^L \right] - B \frac{\partial W_k}{\partial t}. \quad (2)$$

Здесь m – масса единицы длины дислокации, c – скорость распространения поперечных звуковых волн в кристалле, b – модуль вектора Бюргера дислокации, σ_{xy}^p , σ_{xy}^{dis} , σ_{xy}^L – компоненты тензора напряжений, создаваемых на линии k -й дислокации соответственно точечными дефектами, другими дислокациями и дислокационными петлями, B – константа фононного торможения.

Центры призматических дислокационных петель распределены в кристалле случайным образом, а их плоскости параллельны плоскости XOZ . Для простоты будем считать все петли одинаковыми, т.е. имеющими одинаковый радиус R и одинаковые векторы Бюргера $\mathbf{b}_0 = (0, -b_0, 0)$, параллельные оси OY .

Результаты. Воспользовавшись результатами теории ДВД, запишем выражение для силы динамического торможения дислокации различными структурными дефектами в виде

$$F_d = \frac{n_d b^2}{8\pi^2 m} \int d^3 q |q_x| \cdot |\sigma_{xy}^d(\mathbf{q})|^2 \delta(q_x^2 v^2 - \omega^2(q_z)), \quad (3)$$

где $\omega(q_z)$ – спектр дислокационных колебаний, n_d – объемная концентрация структурных дефектов данного типа, $\sigma_{xy}^d(\mathbf{q})$ – Фурье-образ соответствующей компоненты тензора напряжений, создаваемых дефектом.

Полная сила торможения дислокации в облучённом металле равна сумме силы торможения неподвижными дислокациями (тейлоровское упрочнение) F_T , дислокационными петлями F_L , точечными радиационными дефектами F_p и фононами F_f :

$$F = F_T + F_L + F_p + F_f. \quad (4)$$

Выражение для силы F_T хорошо известно:

$$F_T = \alpha \mu b^2 \sqrt{\rho}, \quad (5)$$

где α – безразмерный коэффициент порядка единицы, μ – модуль сдвига, ρ – плотность дислокаций.

Для силы торможения дислокационными петлями получим следующую формулу:

$$F_L = \frac{n_L \mu b^2 R}{\varphi(n_p) \sqrt{\rho}}; \quad \varphi(n_p) = \sqrt{1 + \sqrt{n_p / n_1}}; \quad n_1 = \left(\frac{\rho b^2}{\chi} \right)^2 \quad (6)$$

Здесь n_L – объемная концентрация дислокационных петель, n_p – безразмерная концентрация точечных дефектов, χ – параметр их размерного несоответствия.

$$F_p = \frac{n_p \mu \chi^2 \dot{\epsilon}}{c b^2 \rho^2 \varphi^2(n_p)} \quad (7)$$

Сила фононного торможения дислокации равна:

$$F_f = \frac{B\dot{\epsilon}}{\rho b} \quad (8)$$

Окончательно выражение для полной силы торможения примет вид:

$$F = \frac{n_p \mu \chi^2 \dot{\epsilon}}{cb^2 \rho^2 \varphi^2(n_p)} + \frac{n_L \mu b^2 R}{\varphi(n_p) \sqrt{\rho}} + \alpha \mu b^2 \sqrt{\rho} + \frac{B\dot{\epsilon}}{\rho b} \quad (9)$$

Анализ полученного выражения показывает, что концентрационная зависимость облучённого металла является немонотонной и принимает максимальное значение при $n_p = n_1$.

Выводы. Максимум концентрационной зависимости соответствует переходу от доминирующего влияния коллективного взаимодействия дислокаций на формирование спектральной щели к доминированию влияния коллективного взаимодействия точечных дефектов.

Полученные результаты могут быть полезными при анализе исследовании механических свойств облучённых металлов в условиях высокоскоростной деформации.

Литература

1. Куксин, А. Ю. Зарождение и движение дислокаций в металлах и сплавах при высокоскоростной деформации: молекулярно-динамическое моделирование / А. Ю. Куксин, А. В. Янилкин // Изв. РАН. МТТ. –2015. – № 1. – С. 54-63. – Текст: непосредственный.

2. Стегайлов, В.В. Структурные превращения в монокристаллическом железе при ударно-волновом сжатии и растяжении. Исследование методом молекулярной динамики / В.В. Стегайлов, А.В. Янилкин // Журнал экспериментальной и теоретической физики. – 2007. – Т. 13, № 6. – С. 1064-1072. – Текст: непосредственный.

3. Kiyotaka, S. Strain Rate Dependence of Dynamic Flow Stress Considering Viscous Drag for 6061 Aluminum Alloy at Very High Strain Rates / S. Kiyotaka // J. Soc. Mater. Sci. Japan. – 2005. – Vol. 54, № 12. – P. 1301-1306. – Текст: непосредственный.

4. Малашенко, В.В. Зависимость динамического предела текучести бинарных сплавов от плотности дислокаций при высокоэнергетических воздействиях / В.В. Малашенко // 2020. ФТТ. – Т. 62. № 10. – С. 1683-1685. – Текст: непосредственный.

5. Malashenko, V.V. Dynamic drag of dislocation by point defects in near-surface crystal layer / V.V. Malashenko // Modern Phys. Lett. B. – 2009. – Vol. 23, № 16. – P. 2041-2047. – Текст: непосредственный.

6. Malashenko, V. V. Dynamic drag of edge dislocation by circular prismatic loops and point defects / V. V. Malashenko // Physica B: Phys. Cond. Mat. – 2009. – Vol. 404, № 21. – P. 3890-3893. – Текст: непосредственный.

Рышкевич Дмитрий Витальевич, студент группы 1РФ-23м, ФГБУ ВО «Донецкий государственный университет», 283001, г. Донецк, пр-т Гурова, 14.

e-mail: ryshkevich2017@mail.ru

Научный руководитель:

Малашенко Вадим Викторович, доктор физ.-мат. наук, профессор, главный научный сотрудник ФГБНУ «Донецкий физико-технический институт имени А.А. Галкина», 283114, г. Донецк, ул. Р. Люксембург, 72.

e-mail: malashenko@donfti.ru

FEATURES OF THE DYNAMICS OF EDGE DISLOCATIONS IN IRRADIATED METALS

Annotation. Over-barrier sliding of edge dislocations in irradiated metals is analyzed.

Key words: dislocations, irradiated metals, plastic deformation.

Ryshkevich Dmitry Vitalievich, student of the 1RP-23m group, Donetsk State University, 283001, Donetsk, Gurov str., 14.

e-mail: ryshkevich2017@mail.ru

Scientific supervisor:

Malashenko Vadim Viktorovich, doctor of physical and mathematical sciences, professor, chief researcher of the Donetsk Institute for Physics and Engineering named after A.A. Galkin, 283114, Donetsk, R. Luxembourg str., 72.

e-mail: malashenko@donfti.ru





УДК 539.5

Черников А.А.,

студ. группы КСЦ-23, ФГБУ ВО «ДонНТУ»

Научный руководитель:

Малашенко Т.И.,

ст. преподаватель кафедры физики

ФГБУ ВО «ДонНТУ»

ДИНАМИЧЕСКОЕ ТОРМОЖЕНИЕ ДИСЛОКАЦИЙ В МЕТАЛЛАХ И СПЛАВАХ

Аннотация. Получена зависимость силы динамического торможения краевых дислокаций от дислокационной плотности в металлах и сплавах.

Ключевые слова: дислокации, пластическая деформация, металлы.

Введение. Движение дислокаций является основным механизмом пластической деформации кристаллов. На их движение, а, следовательно, и на формирование механических свойств кристаллов существенное влияние оказывает взаимодействие с другими структурными дефектами, в частности, взаимодействие движущихся дислокаций с другими дислокациями. При обработке металлы могут подвергаться ударным нагрузкам (ковка, прессование), что приводит к возникновению высокоскоростной деформации, которая существенно отличается от квазистатической [1]. Целью настоящей работы является получение аналитической зависимости силы динамического торможения дислокаций в металлах от плотности дислокаций в условиях высокоскоростного деформирования.

Постановка задачи. Для решения поставленной задачи воспользуемся теорией динамического взаимодействия дефектов (ДВД) [2, 3].

При высокоскоростной деформации кинетическая энергия дислокаций превышает энергию их взаимодействия со структурными дефектами, дислокации совершают надбарьерное скольжение, а перемещение по кристаллу больших дислокационных ансамблей в значительной степени определяется эффектами коллективного динамического взаимодействия, описанными в теории ДВД. Дислокация рассматривается как струна, совершающая поперечные колебания в плоскости скольжения. Механизм диссипации заключается в переходе энергии внешних воздействий в энергию дислокационных колебаний, а потому его эффективность зависит от вида спектра этих колебаний. Рассмотрим случай, когда коллективное взаимодействие атомов легирующей примеси с дислокациями вносит главный вклад в силу динамического торможения, а при формировании спектральной щели доминирующим является коллективное взаимодействие дислокаций между собой. Такая ситуация может быть реализована при высоких значениях плотности дислокаций и скорости пластической деформации: $\rho = 10^{15} - 10^{16} \text{ м}^{-2}$, $\dot{\epsilon} = 10^7 - 10^8 \text{ с}^{-1}$.

Результаты. В рассматриваемом нами случае щель в спектре дислокационных колебаний описывается выражением

$$\Delta = \Delta_{dis} = c\sqrt{\rho}. \quad (1)$$

Здесь c – скорость распространения поперечных звуковых волн в металле.

Воспользовавшись результатами теории ДВД, получим зависимость силы динамического торможения движущейся дислокации от плотности дислокаций в металле:

$$F = \mu \left(\alpha b^2 \sqrt{\rho} + \frac{n_d \chi^2 v}{c \rho b} \right) \quad (2)$$

Здесь μ – модуль сдвига, α – безразмерная константа порядка единицы, b – модуль вектора Бюргерса дислокации, n_d – безразмерная концентрация легирующей примеси, χ – параметр её несоответствия, v – скорость движения дислокации.

Анализ полученного выражения показывает, что зависимость $F(\rho)$ является немонотонной и имеет минимум при значении плотности дислокаций:

$$\rho_{\min} = \left(\frac{n_d \chi^2 v}{\alpha b^3 c} \right)^{\frac{2}{3}} \quad (3)$$

Теория ДВД является теорией конкурирующих взаимодействий. Структурные дефекты различных типов вносят вклад как в формирование спектральной щели, так и непосредственно в силу динамического торможения дислокаций. Смена доминирования конкурирующих взаимодействий приводит к появлению экстремума на графике зависимости предела текучести от характеристик структурных дефектов.

Выводы. При высокой плотности дислокаций зависимость силы динамического торможения дислокации от дислокационной плотности является немонотонной функцией и имеет минимум при переходе от доминирования вклада точечных дефектов в торможение движущихся дислокаций к доминированию их торможения другими дислокациями.

Полученный результат может быть полезен при анализе высокоскоростной деформации металлов.

Литература

1. Zaretsky, E.B. Tantalum and vanadium response to shock-wave loading at normal and elevated temperatures. Non-monotonous decay of the elastic wave in vanadium / E. B. Zaretsky and G.I.Kanel // Journal of Applied Physics.– 2014. – V. 115. – P. 243502. – Текст: непосредственный.
2. Malashenko, V.V. Dynamic drag of dislocation by point defects in near-surface crystal layer / V.V. Malashenko // Modern Phys. Lett. B. – 2009. – Vol. 23, № 16. – P. 2041–2047. – Текст: непосредственный.
3. Malashenko, V. V. Dynamic drag of edge dislocation by circular prismatic loops and point defects / V. V. Malashenko // Physica B: Phys. Cond. Mat. – 2009. – Vol. 404, № 21. – P. 3890–3893. – Текст: непосредственный.

Черников Александр Андреевич, студент группы КСЦ-23, ФГБУ ВО «Донецкий национальный технический университет», 283001, г. Донецк, ул. Артема, 58.

e-mail: ganter2005sane@mail.ru

Научный руководитель:

Малашенко Татьяна Ивановна, старший преподаватель кафедры физики, ФГБУ ВО «Донецкий национальный технический университет», 283001, г. Донецк, ул. Артема, 58.

e-mail: t.i.mal@mail.ru

DYNAMIC DRAG OF DISLOCATIONS IN METALS AND ALLOYS

Annotation. The dependence of the dynamic drag of edge dislocations on the dislocation density in metals and alloys was obtained.

Key words: dislocations, plastic deformation, metals.

Chernikov Alexander Andreevich, student of the CSD-23 group, Donetsk National Technical University, 283001, Donetsk, Artem str., 58.

e-mail: ganter2005sane@mail.ru

Scientific supervisor:

Malashenko Tatyana Ivanovna, Senior Lecturer of the Department of Physics, Donetsk National Technical University, 283001, Donetsk, Artem str., 58.

e-mail: t.i.mal@mail.ru





УДК 53

Буранов Р.В.,

студ. группы ДМ-210,

ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева

Шумилов А.Д.,

студ. группы ДМ-210,

ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева

Научный руководитель: к.ф.-м.н., доцент

Ивахненко Н.Н.,

доцент кафедры физики

ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева

ПРИМЕНЕНИЕ ФИЗИКИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Аннотация. Рассмотрено применение основных физических законов в строительстве.

Ключевые слова: физика, строительство, деформация, оптимизация, энергия, безопасность.

Введение. Физика – это наука, находящаяся в центре внимания строительной отрасли. Инженеры и архитекторы активно используют физические понятия и принципы для создания безопасных конструкций, оптимизации потребления энергии и повышения эффективности строительства. Расчет нагрузок и сил на строительные элементы - один из ключевых аспектов, где физика играет важную роль. Инженеры используют закон Архимеда для определения объема фундамента, необходимого для стабилизации здания на воде или балластировки конструкции. Предсказание деформаций и напряжений в материалах при различных нагрузках основано на принципах механики, что помогает выбирать безопасные материалы и размеры элементов. Расчет

теплопроводности стен и крыш на основе теплофизических свойств материалов способствует минимизации потерь тепла. Благодаря применению квантовой физики и физики теплопроводности, возможно создание зданий с улучшенной энергоэффективностью и комфортной температурой внутри. Экономия энергии и повышение безопасности сооружений становятся результатом внедрения физических законов в строительство.

Постановка задачи. В данной работе рассматривается применение основных законов и понятий физики в строительстве.

Результаты.

Основы физики в строительстве: влияние сил и движения на конструкции

Физика в строительстве играет ключевую роль, особенно при разработке и оценке конструкций. Важным аспектом физики в этой области является воздействие сил и движения на конструкции. Силы, такие как изгиб, сжатие, растяжение и сдвиг, играют важную роль в определении нагрузок, возникающих на строительные элементы. Например, при проектировании фундаментов необходимо учитывать силы сжатия от нагрузки здания и силы изгиба от воздействия ветра. Физика также помогает понять, как движение может оказать влияние на конструкции. Динамические нагрузки, возникающие от вибрации машин и транспорта, могут вызывать деформацию и разрушение строительных элементов. Разработка конструкций, способных выдерживать такие нагрузки, обеспечивается пониманием физических процессов. Эффективное использование ресурсов в строительстве достигается благодаря использованию принципов физики. Например, разработка эффективных систем водоснабжения и вентиляции основана на понимании гидравлики и аэродинамики, что ведет к экономии энергии и сокращению затрат на эксплуатацию зданий [1].

Теплофизические процессы в строительстве: теплопроводность и теплоизоляция

Важную роль в обеспечении комфортных условий внутри зданий играют теплофизические процессы в строительстве. Теплопроводность представляет собой способность материала передавать тепло, в то время как теплоизоляция

уменьшает передачу тепла. Эффективное использование теплофизических процессов в строительстве позволяет достичь оптимального теплового комфорта внутри здания, снизить затраты на отопление и кондиционирование, а также обеспечить долговечность здания.

При строительстве необходимо учитывать значимость правильного подбора материалов для обеспечения теплопроводности конструкций. Для изоляции стен, полов и кровли часто применяются материалы с низкой теплопроводностью. Они способствуют уменьшению потерь тепла через оболочку здания благодаря своей способности удерживать тепло. Существенную роль играет теплоизоляция в поддержании стабильной температуры внутри здания. Недостаточно изолированные здания имеют высокую теплопроводность, что приводит к увеличению расходов на отопление и кондиционирование [2].

Акустические особенности зданий: звукопоглощение и звуковая изоляция

Важную роль в обеспечении комфортной и безопасной обстановки для жильцов и пользователей играют акустические особенности зданий. Одной из задач физики, применяемой в строительстве, является решение проблемы нежелательного отражения и рассеивания звука. Звукопоглощение – это способность материалов и конструкций поглощать звуковые волны и снижать их отражение. Для обеспечения хорошего звукопоглощения в строительстве используются специальные материалы, например, звукоизоляционные плиты, часто применяемые для внутренней отделки. С целью улучшения акустических свойств здания используются гипсокартонные конструкции со звукопоглощающими свойствами. Например, преграда для шума может быть создана с использованием различных материалов и конструкций. Оптимальные параметры для звуковой изоляции определяются с учетом конкретных условий, что помогает обеспечить комфортное пребывание внутри помещения.

Оптические явления в архитектуре: использование света и цвета

В архитектуре активно применяются световые и цветовые оптические явления, придающие зданиям уникальные и привлекательные дизайны. Эти эффекты способны создать атмосферу и привлекательность архитектурных

объектов, подсвечивая фасады зданий и выделяя их контуры и детали. С помощью различных световых источников, таких как светодиодные лампы и прожекторы, возможно создавать разнообразные световые сцены и эффекты, включая многоцветную подсветку зданий. Сочетание цветов в архитектуре очень важно, так как оно способно вызывать различные визуальные эффекты и воздействовать на эмоциональное состояние людей. Использование оптических явлений в проектировании зданий требует глубокого знания физических принципов, включая законы отражения и преломления света. Благодаря интеграции этих знаний инженеры и архитекторы создают удивительные и элегантные архитектурные решения, которые подчеркивают уникальные детали зданий и создают яркие акценты [3].

Применение электричества и магнетизма в строительстве: электрическая сеть и системы безопасности

В строительстве современных зданий физика играет ключевую роль, особенно в использовании электричества и магнетизма. Электрическая сеть стала неотъемлемой частью любого строительного проекта, обеспечивая энергию для освещения, отопления, кондиционирования и других устройств. Применение физических законов и принципов, таких как закон Ома и электромагнитные поля, позволяет создавать надежные и безопасные электрические сети, что делает их эффективными в использовании. Электричество и магнетизм играют ключевую роль в обеспечении безопасности строительных объектов. Электромагнитные замки, сенсоры движения и датчики магнитных полей гарантируют надежный контроль и безопасность на строительной площадке. Системы контроля доступа, охранная сигнализация и видеонаблюдение основаны на электромагнитном взаимодействии [4, 5].

Выводы. Таким образом, применение физики в строительстве играет важную роль, помогая проектировать и рассчитывать конструкции будущих сооружений.

Литература

1. Шихов, А.Н. Архитектурная и строительная физика: учеб. пособие / А.Н. Шихов, Д.А. Шихов. – Пермь: ФГБОУ ВПО Пермская ГСХА, 2013. – 377 с. – Текст: непосредственный.

2. Самойленко, З.А. Влияние винтовой экструзии на атомный порядок строительной стали / З.А. Самойленко, Н.Н. Ивахненко, Е.И. Пушенко, Е.Г. Пашинская, В.Н. Варюхин, А.В. Завдоев // Журнал технической физики, 2013. – Т. 83. – № 7. – С. 82-86. – Текст: непосредственный.

3. Ивахненко, Н.Н. Физика. Раздел оптика: учеб-метод. пособие / Н.Н. Ивахненко. М.Ю. Бадекин. – М.: ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2023. – 91 с. – Текст: непосредственный.

4. Самойленко, З.А. Разномасштабные структурные изменения атомного порядка в интенсивно деформированном техническом алюминии / З.А. Самойленко, Н.Н. Ивахненко, Е.И. Пушенко, Е.Г. Пашинская, В.Н. Варюхин // Физика твердого тела, 2016. – Т. 58. – 2. – С. 217-224. – Текст: непосредственный.

5. СанПин 2.2.1/2.1.1.1076-01 Гигиенические требования к инсоляции и солнцезащите помещений жилых и общественных зданий и территорий. М., 2002. – Текст: непосредственный.

Буранов Роман Вадимович, студент группы ДМ-210, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», 127434, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49.

e-mail: buranov.roman2015@gmail.com

Шумилов Артемий Данилович, студент группы ДМ-210, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», 127434, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49.

e-mail: pawtorower@gmail.com

Научный руководитель:

Ивахненко Наталья Николаевна, к.ф.-м.н., доцент, доцент кафедры физики, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», 127434, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49.

e-mail: yulduz19.77@mail.ru

APPLICATION OF PHYSICS IN CONSTRUCTION

Annotation. The application of basic physical laws in construction is considered.

Keywords: physics, construction, deformation, optimization, energy, safety.

Buranov Roman Vadimovich, student of group DM-210, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev”, 127434, Moscow, Timiryazevskaya str., 49.

e-mail: buranov.roman2015@gmail.com

Shumilov Artemy Danilovich, student of group DM-210, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Russian State Agrarian University - Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev”, 127434, Moscow, Timiryazevskaya str., 49.

e-mail: pawtorower@gmail.com

Scientific supervisor:

Ivakhnenko Natalya Nikolaevna, Ph.D., Associate Professor, Associate Professor, Department of Physics, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Russian State Agrarian University - Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev”, 127434, Moscow, Timiryazevskaya str., 49.

e-mail: yulduz19.77@mail.ru





УДК 53

Буранов Р.В.,

студ. группы ДМ-210,

ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева

Шкарупин Е.А.,

студ. группы ДМ-210,

ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева

Научный руководитель: к.ф.-м.н., доцент

Ивахненко Н.Н.,

доцент кафедры физики

ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева

ТЕХНИКА И ФИЗИКА

Аннотация. Разработка новых технологий и инноваций основаны на применении физических законов, а понимание принципов работы технических устройств опирается на физику. В работе рассмотрены примеры симбиоза физики и техники, и их взаимодействие для достижения новых достижений в разных сферах.

Ключевые слова: физика, техника, работа, устройства, окружающий мир, наука.

Введение. Физика и техника – две науки, которые тесно переплетены. Ключевым моментом в развитии науки и технологий является сотрудничество физики и техники. Фундаментальная наука – физика, изучающая законы и явления природы, оказывает огромное воздействие на технические области. Неоспоримое влияние физики на технику проявляется в том, как физические законы используются для разработки новых технологий и инноваций. В технике широко используются физические законы, которые вдохновляют на создание

новых технологий. Например, в авиации применяются принципы аэродинамики для разработки инновационных устройств. Еще одним важным примером является разработка полупроводниковых материалов и электроники. Изучение физических явлений и свойств материалов [1, 2], таких как прочность или тепловое расширение, способствует разработке более эффективных технических решений. Стремительное совершенствование технологий, основанных на законах физики, приводит к значительному улучшению качества нашей жизни.

Постановка задачи. В работе рассматривается взаимодействие физики и техники, показанное на примерах, для достижения новых горизонтов в различных областях человеческой жизни.

Результаты.

Технологические достижения и их физические принципы

Физика, наука, изучающая природные явления и их законы, тесно связана с современными технологическими достижениями. Ключевую роль в разработке и функционировании различных технических устройств играют физические принципы. Компьютеры – это один из ярких примеров технологических достижений, основанных на физических принципах. Они работают на основе двоичной системы счисления, где используются состояния нуля и единицы для представления информации. Благодаря этому обработка и хранение больших объемов данных становятся эффективными.

С развитием науки физики появились новые возможности в различных сферах жизни. Одно из значимых достижений – это применение законов электромагнитной индукции для передачи звука и изображений через радио и телевидение. Благодаря этому люди могут получать информацию и наслаждаться развлечениями на расстоянии.

Также необходимо отметить принципы работы современных транспортных средств, где тепловая энергия из сгорания топлива преобразуется в механическую энергию движения с помощью закона термодинамики. Кроме того, физические принципы используются в разработке электроники и авиационных технологий, что способствует прогрессу науки и техники.

Физика и инновации: применение физических законов в технике

Сегодняшний мир олицетворяется технологическими достижениями, без которых невозможно было бы обойтись. Каждый день техника находит новые области применения, что, несомненно, связано с использованием законов физики. Физика лежит в основе создания инновационных технологий, делая их более эффективными и продвинутыми.

Примером воплощения физических законов в технике служит принцип функционирования автомобиля. Физика движения, взаимодействия и сил играет важнейшую роль в разработке автомобилей, обеспечивая им способность передвигаться с необходимой скоростью и маневрировать по дорогам. Также применение физики позволяет оптимизировать расход топлива и сделать автомобили более экологически чистыми.

Разработка электронных устройств представляет собой увлекательное применение физических законов. Физика полупроводников, квантовая механика и электродинамика содействуют созданию более эффективных, компактных и мощных устройств. С помощью понимания физических законов, лежащих в их основе, возможно создание полупроводниковых микросхем и транзисторов. Физика находит широкое применение в различных отраслях промышленности, включая производство электроники и компьютерной техники. Применение физических законов в этих областях позволяет создавать устройства с высокой надежностью и производительностью [3].

Взаимосвязь техники и физики: влияние на повседневную жизнь

Принципиальная взаимосвязь между физикой и техникой прослеживается через долгие века, оказывая огромное воздействие на повседневную рутину человеческого общества. Особенно наглядным примером является применение электричества. С учетом физических принципов электричества, мы можем успешно создавать и использовать электрическую энергию для питания разнообразных бытовых устройств. Благодаря прогрессу в технологиях, мы можем наслаждаться электрическим освещением, электроникой, компьютерами, мобильными устройствами и другими инновациями [4].

Принципы физики применяются в различных областях, включая автотранспорт и медицинское оборудование. Двигатели внутреннего сгорания в автомобилях согласуются с законами термодинамики и механики, что позволяет нам быстро и комфортно перемещаться на большие расстояния. В медицинской сфере физика также играет ключевую роль, определяя принципы работы медицинских устройств, таких как рентгеновские аппараты, мрт-сканеры и электрокардиографы.

Будущее техники и физики: перспективы развития и взаимодействия

Развитие областей науки и технологии, таких как техника и физика, тесно связано друг с другом и имеет огромное значение для определения перспектив человечества. Новые физические открытия влияют на прогресс в технике, а развитие технических устройств способствует появлению новых физических законов. Одним из успешных направлений взаимодействия техники и физики является работа над новыми материалами. Физики занимаются созданием и изучением материалов с уникальными характеристиками, которые затем инженеры превращают в революционные изделия. Это способствует появлению более эффективных устройств, таких как солнечные батареи, наноматериалы и радиоэлектроника [5].

Развитие новых методов исследования и измерения возможно благодаря интеграции техники и физики. Ключевые научные инструменты сегодня, такие как электронные микроскопы, лазерные спектрометры и ускорители, основаны на физических принципах и играют важную роль в изучении материи и её взаимодействия. Новые энергетические источники также представляют собой перспективную область взаимодействия техники и физики.

Выводы. Таким образом, техника дает физике мощные средства научного исследования природы. Давно установлено, что если техника в значительной степени зависит от состояния науки, то в гораздо большей мере наука зависит от состояния и потребностей техники.

Литература

1. Самойленко, З.А. Разномасштабные структурные изменения атомного порядка в интенсивно деформированном техническом алюминии / З.А. Самойленко, Н.Н. Ивахненко, Е.И. Пушенко, Е.Г. Пашинская, В.Н. Варюхин // Физика твердого тела, 2016. – Т. 58. – №2. – С. 217-224. – Текст: непосредственный.

2. Самойленко, З.А. Влияние винтовой экструзии на атомный порядок строительной стали / З.А. Самойленко, Н.Н. Ивахненко, Е.И. Пушенко, Е.Г. Пашинская, В.Н. Варюхин, А.В. Завдовеев // Журнал технической физики, 2013. – Т. 83. – № 7. – С. 82-86. – Текст: непосредственный.

3. Арсланов, Т.Р. Особенность удельного сопротивления и изотермической намагниченности арсенида марганца при высоком давлении / Т.Р. Арсланов, Л.Н. Ханов, Г.Г. Ашуров, А.И. Риль // Физика твердого тела, 2024. – Т. 66. – №1. – С. 3-7. – Текст: непосредственный.

4. Самойленко, З.А. Процессы самоорганизации структуры в композите $\text{Cu}_{60}\text{Fe}_{40}$ при деформационно-техническом воздействии / З.А. Самойленко, Н.Н. Белоусов, Н.Н. Ивахненко, Е.И. Пушенко, В.Н. Варюхин // Физика твердого тела, 2014. – Т. 56. – №6. – С. 1186-1190. – Текст: непосредственный.

5. Самойленко, З.А. Влияние состава на атомную структуру образцов $\text{Bi}_{1-x}\text{Y}_x\text{FeO}_3$ / З.А. Самойленко, Н.Н. Ивахненко, Е.И. Пушенко, В.Я. Сычева, Н.А. Леденев, А.В. Пащенко // Журнал технической физики, 2021. – Т. 91. – №5. – С. 778-783. – Текст: непосредственный.

Буранов Роман Вадимович, студент группы ДМ-210, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет –МСХА имени К.А. Тимирязева», 127434, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49.

e-mail: buranov.roman2015@gmail.com

Шкарупин Евгений Александрович, студент группы ДМ-210, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего

образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», 127434, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49.

e-mail: mecashow2015@gmail.com

Научный руководитель:

Ивахненко Наталья Николаевна, к.ф.-м.н., доцент, доцент кафедры физики, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», 127434, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49.

e-mail: yulduz19.77@mail.ru

ENGINEERING AND PHYSICS

Annotation. The development of new technologies and innovations are based on the application of physical laws, and understanding the principles of operation of technical devices is based on physics. The work examines examples of the symbiosis of physics and technology, and their interaction to achieve new achievements in various fields.

Keywords: physics, technology, work, devices, the world around us, science.

Buranov Roman Vadimovich, student of group DM-210, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Russian State Agrarian University - Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev”, 127434, Moscow, Timiryazevskaya str., 49.

e-mail: buranov.roman2015@gmail.com.

Shkarupin Evgeniy Alexandrovich, student of group DM-210, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Russian State Agrarian University - Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev”, 127434, Moscow, Timiryazevskaya str., 49.

e-mail: mecashow2015@gmail.com.

Scientific supervisor:

Ivakhnenko Natalya Nikolaevna, Ph.D., Associate Professor, Associate Professor, Department of Physics, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Russian State Agrarian University - Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev”, 127434, Moscow, Timiryazevskaya str., 49.

e-mail: yulduz19.77@mail.ru.





УДК 629.7, 621.311

Чепурко А.Д.,

студ. группы ИИ-23, ФГБОУ ВО «ДонНТУ»

Руководитель: к.ф.-м.н., доцент

Глухова Ж.Л.,

доцент кафедры физики, ФГБОУ ВО «ДонНТУ»

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОЛНЕЧНЫХ ПАНЕЛЕЙ В БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТАХ

Аннотация. Рассмотрены перспективы применения солнечных панелей в авиации. Представлен способ создания солнечных батарей путем напыления материала, обладающего фотоэлектрическими свойствами, на поверхность летательного аппарата. Анализируется потенциал атмосферных спутников на базе беспилотных летательных аппаратов, работающих на солнечной энергии.

Ключевые слова: БПЛА, солнечная энергия, возобновляемая энергия, атмосферный спутник, электросамолёт, аэростат.

Введение. Разработка экологически чистых и энергонезависимых альтернативных источников энергии является одним из ключевых направлений в авиационной промышленности. Альтернативные источники энергии могут заменить традиционные источники энергии и снизить негативное воздействие на природу, а их работа является возобновляемой и устойчивой. Одним из таких источников является солнечная энергия. Аппараты на солнечных батареях считаются важным решением для снижения воздействия экологически небезопасных источников энергии [1].

Постановка задачи. На основании обзора литературы проанализировать перспективы применения солнечных панелей в авиации для беспилотных

летательных аппаратов (БПЛА), выделить преимущества их использования и основные трудности практического применения в настоящее время.

Результаты. Длительность полёта современных БПЛА, как правило, ограничена запасами топлива или электроэнергии. Электродвигатели в авиации имеют ряд преимуществ над жидкотопливными: они не расходуют невозобновляемое горючее, могут быть удобнее в эксплуатации, имеют более низкий уровень шума, имеют куда больший коэффициент полезного действия (КПД), чем двигатели внутреннего сгорания и реактивные двигатели, а электроэнергия может быть значительно дешевле горючего. Основной проблемой использования электродвигателей в авиации является низкая энергетическая ёмкость любых видов аккумуляторов в сравнении с керосиновым топливом [1]. Её можно было бы решить, если бы беспилотник использовал не только энергию аккумуляторов, а получал её извне, например, от солнечных панелей, установленных на летательном аппарате.

Солнечные панели способны значительно увеличить автономность БПЛА, снизить его зависимость от инфраструктуры и углеводородного топлива, уменьшить стоимость полета. Аппарат с автономным питанием от солнечных панелей может пребывать в воздухе практически неограниченно долго.

Такой БПЛА также называют атмосферным спутником, так как он способен выполнять функции космического спутника, покрывая очень большую территорию, при этом оставаясь в атмосфере. Это позволяет сделать его запуск куда дешевле, а обслуживание – намного проще, ведь в отличие от орбитального аппарата, атмосферный БПЛА может в любой момент приземлиться. Так, компания Titan Aerospace заявляет, что их БПЛА на солнечных батареях сможет находиться в воздухе до 5 лет на высоте до 20 км, выполняя почти любые задачи, доступные низкоорбитальному космическому спутнику. Например, он может обеспечивать сотовое покрытие до 17 тыс. км² земной поверхности. По оценкам, съемка земной поверхности с помощью такого БПЛА обошлась бы в 7 раз дешевле, чем с помощью обычного спутника [5,6]. Атмосферные спутники могут быть очень полезны для аэрофотосъемки, авиаразведки, слежения за

окружающей средой, предотвращения или ликвидации пожаров и других чрезвычайных ситуаций, или даже в качестве ретранслятора для установления связи.

КПД солнечных панелей на практике сейчас составляет от 5% до 24% и более [3]. Чтобы они могли обеспечивать воздушное судно энергией, нужно максимально увеличить площадь панелей и сократить потребление электроэнергии. Для этого электросамолёт должен быть легким, иметь низкое лобовое сопротивление и высокую подъемную силу. Однако самолёту все равно понадобятся аккумуляторы достаточного объема для полёта ночью и в пасмурную погоду, а также для взлёта и посадки, требующих повышенного расхода энергии. Для летательного аппарата лучше всего подойдут литий-ионные или литий-полимерные аккумуляторы, потому что они обладают достаточно высокой энергоёмкостью, эффективностью и способны поддерживать работоспособность в широком диапазоне температур [1].

Существуют различные перспективные направления развития солнечных элементов. Одним из них является технология, позволяющая путём нанесения напыления на любую поверхность превратить её в фотоэлемент. Процесс производства довольно простой по сравнению с процессом изготовления обычных кремниевых панелей. В основе напыляемого состава используют минерал перовскит. Полученный слой может иметь толщину лишь 1 мкм, что позволяет дополнительно уменьшить массу и стоимость аппарата.

Другим вариантом применения солнечных панелей в авиации является их размещение на дирижаблях. Они обладают большой площадью поверхности для установки панелей, и дирижабль не тратит энергию на поддержание себя в воздухе, что делает такое транспортное средство ещё более автономным. Помимо ранее перечисленных применений, такой транспорт можно было бы использовать для дешёвых воздушных грузовых перевозок без необходимости наличия аэродрома в начальной и конечных точках.

Было построено несколько экспериментальных пилотируемых и беспилотных летательных аппаратов на солнечной тяге. Например, БПЛА Airbus

Zephyr продержался в воздухе 64 дня без перерыва, пока не потерпел крушение из-за шторма [4]. Этот аппарат с размахом крыльев 25 м весил всего 75 кг.

Вывод. Использование солнечных панелей в авиации ограничено их эффективностью и экспериментальным характером технологии, однако может получить широкое распространение с развитием новых технологий и появлением более эффективных фотоэлементов.

Литература

1. Назаренко, П.А. Модель БПЛА на солнечной энергии/ П.А. Назаренко, В.И. Сатарова. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/model-bpla-na-solnechnoy-energii> (дата обращения: 12.04.2024). – Текст: электронный.

2. Солнечные батареи для БПЛА. – URL: <https://topwar.ru/177461-solnechnye-batarei-dlja-bpla.html> (дата обращения: 12.04.2024). – Текст: электронный.

3. Milestone in solar cell efficiency achieved. – URL: <https://www.sciencedaily.com/releases/2016/05/160517121811.htm> (дата обращения: 12.04.2024). – Текст: электронный.

4. The Airbus Zephyr Comes Crashing Down In Arizona. – URL: <https://simpleflying.com/airbus-zephyr-flight-ends/> (дата обращения: 12.04.2024). – Текст: электронный.

5. Вытовтов, А.В. Современные беспилотные летательные аппараты / А.В. Вытовтов, А.В. Калач, С.Ю. Разиньков. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-bespilotnye-letatelnye-apparaty> (дата обращения: 12.04.2024). – Текст: электронный.

6. Ковалёв, М.А. Фотоэлектрические преобразователи в системе электроснабжения атмосферного псевдоспутника / М.А. Ковалёв, В.А. Зеленский, А.А. Назаров, Д.Н. Овакимян, Р.М. Мирзоев. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/fotoelektricheskie-preobrazovateli-v-sisteme-elektrosnabzheniya-atmosfernogo-psevdosputnika> (дата обращения: 12.04.2024). – Текст: электронный.

Чепурко Аким Дмитриевич, студент гр. ИИ-23, ФГБОУ ВО «Донецкий национальный технический университет», 283001, ДНР, г. Донецк, ул. Артема, 58.

e-mail: akim-chief@ya.ru

Научный руководитель:

Глухова Жанна Лукьяновна, к.ф.-м.н., доцент, доцент кафедры физики, ФГБОУ ВО «Донецкий национальный технический университет», 83001, г. Донецк, ул. Артема, 58.

e-mail: zhglukhova@yandex.ru

THE USE OF SOLAR PANELS IN UNMANNED AERIAL VEHICLES

Annotation. The prospects of using solar panels in aviation are considered. A method for creating solar panels by spraying a material with photovoltaic properties onto the surface of an aircraft is presented. The potential of atmospheric satellites based on unmanned aerial vehicles powered by solar energy is analyzed.

Keywords: UAV, solar energy, renewable energy, atmospheric satellite, electric airplane, balloon.

Chepurko Akim Dmitrievich, student gr. II-23, Donetsk National Technical University, 283001, DPR, Donetsk, Artyom str., 58.

e-mail: akim-chief@ya.ru

Scientific supervisor:

Glukhova Zhanna Lukyanovna, Ph.D., Associate Professor, Associate Professor of the Department of Physics, Donetsk National Technical University, 283001, Donetsk, Artem str., 58.

e-mail: zhglukhova@yandex.ru





УДК 556.114.7

Шевченко Д. Я.,

студент гр. ВК-54 а ФГБОУ ВО «ДонНАСА»

Научный руководитель: к.х.н., доц.

Соболь О.В.,

доцент кафедры физики и прикладной химии

ФГБОУ ВО «ДонНАСА»

КОНДУКТОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ УДЕЛЬНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОВОДИМОСТИ И ОБЩЕЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ ПРИРОДНЫХ ВОД

Аннотация. Электрическая проводимость природной воды зависит в основном от концентрации растворенных минеральных солей и температуры. Природные воды представляют смешанные растворы сильных электролитов. По значениям электропроводности природной воды можно приближенно судить о минерализации воды с помощью предварительно установленных зависимостей.

Ключевые слова: электрическая проводимость, природная вода, минерализация.

Введение. Величина удельной электропроводности служит приблизительным показателем суммарной концентрации электролитов, главным образом неорганических, и используется в программах наблюдений за состоянием водной среды для оценки минерализации вод.

Постановка задачи и ее решение.

Электропроводность природной воды. Удельная электрическая проводимость раствора электролита χ – это электрическая проводимость объема раствора, заключенного между двумя параллельными электродами, имеющими

площадь по одному квадратному метру и расположенными на расстоянии одного метра друг от друга.

Удельная электрическая проводимость является величиной, обратной удельному сопротивлению ρ :

$$\chi = \frac{1}{\rho}. \quad (1)$$

Удельное сопротивление определяется по уравнению

$$\rho = \frac{R \cdot S}{l}, \quad (2)$$

где R – сопротивление проводника, Ом; l – длина проводника, м; S – поперечное сечение проводника, м².

Из уравнений (1) и (2) следует, что

$$\chi = \frac{1}{R} \cdot \frac{l}{S}, \quad (3)$$

где $\frac{1}{R} = L$ – проводимость проводника, См = Ом⁻¹.

Размерность удельной электропроводности выражается обратной величиной

$$[\chi] = \frac{1}{\text{Ом} \cdot \text{м}} = \text{Ом}^{-1} \cdot \text{м}^{-1} = \text{См} \cdot \text{м}^{-1}. \quad (4)$$

В основу измерения удельной электрической проводимости (УЭП) раствора положен принцип измерения проводимости раствора в ячейке Кольрауша и автоматического умножения результатов на постоянную K ячейки согласно формуле (4):

$$\chi = K \cdot G, \quad (5)$$

где G – электропроводность раствора, См; K – постоянная ячейки, хранящаяся в памяти прибора, м⁻¹.

Полученное значение УЭП может быть автоматически пересчитано в значение концентрации одного из распространённых электролитов (минерализацию) по формуле (5):

$$\chi_{25} = 10^3 \cdot \lambda_0 \cdot (1 - a \cdot \sqrt{C + b \cdot C}), \quad (6)$$

Электрическая проводимость природной воды зависит в основном от концентрации растворенных минеральных солей и температуры. Природные воды представляют смешанные растворы сильных электролитов. Минеральную часть воды составляют ионы Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- . Этими ионами и обуславливается электропроводность природных вод. Присутствие других ионов, например Fe^{3+} , Fe^{2+} , Mn^{2+} , Al^{3+} , NO_3^- , HPO_4^{2-} , H_2PO_4^- , не сильно влияет на электропроводность, если эти ионы не содержатся в воде в значительных количествах (например, ниже выпусков производственных или хозяйственно-бытовых сточных вод). По значениям электропроводности природной воды можно приближенно судить о минерализации воды с помощью предварительно установленных зависимостей.

Нормируемые величины минерализации приблизительно соответствуют удельной электропроводности 2 мСм/см (1000 мг/дм^3) и 3 мСм/см (1500 мг/дм^3) в случае как хлоридной (в пересчете на NaCl), так и карбонатной (в пересчете на CaCO_3) минерализации.

Минерализация природной и питьевой воды.

Суммарное содержание всех найденных при химическом анализе воды минеральных веществ; обычно выражается в мг/дм^3 (до 1000 мг/дм^3) и % (промилле или тысячная доля при минерализации более 1000 мг/дм^3).

Минерализация природных вод, определяющая их удельную электропроводность, изменяется в широких пределах. Большинство рек имеет минерализацию от нескольких десятков миллиграммов в литре до нескольких сотен. Их удельная электропроводность варьирует от 30 мкСм/см до 1500 мкСм/см. Минерализация подземных вод и соленых озер изменяется в интервале от 40-50 мг/дм^3 до 650 г/кг (плотность в этом случае уже значительно отличается от единицы). Удельная электропроводность атмосферных осадков (с минерализацией от 3 до 60 мг/дм^3) составляет величины 20-120 мкСм/см.

Многие производства, сельское хозяйство, предприятия питьевого водоснабжения предъявляют определенные требования к качеству вод, в частности, к минерализации, так как воды, содержащие большое количество

солей, отрицательно влияют на растительные и животные организмы, технологию производства и качество продукции, вызывают образование накипи на стенках котлов, коррозию, засоление почв.

Таблица 1. Классификация природных вод по минерализации

Категория вод	Минерализация, г/дм ³
Ультрапресные	<0,2
Пресные	0,2-0,5
Воды с относительно повышенной минерализацией	0,5-1,0
Солоноватые	1,0-3,0
Соленые	3-10
Воды повышенной солености	10-35
Рассолы	>35

В соответствии с гигиеническими требованиями к качеству питьевой воды суммарная минерализация не должна превышать величины 1000 мг/дм³. По согласованию с органами департамента санэпиднадзора для водопровода, подающего воду без соответствующей обработки (например, из артезианских скважин), допускается увеличение минерализации до 1500 мг/дм³.

Кондуктометр АНИОН-7020. Кондуктометр/концентратомер АНИОН-7020, совместно с входящим в его комплект датчиком комбинированным выносным ДКВ-1, предназначен для измерения удельной электрической проводимости, степени минерализации в пересчёте на выбранный электролит, а также температуры раствора.

Прибор предоставляет пользователю возможность самостоятельного выбора электролита для расчета степени минерализации из следующего списка: LiOH, NaBr, NaCl, NaClO₄, Na₂CO₃, NaF, NaHCO₃, NaOH, NH₄Cl, NH₄NO₃, ZnCl₂, BaCl₂, CaCl₂, Ca(NO₃)₂, CaSO₄, CuCl₂, CuSO₄, FeCl₂, HBr, HCl, HClO₄, HNO₃, KBr, KCl, KI, KNO₃, KOH, K₂SO₄, LiCl.

При работе в режиме автоматической термокомпенсации существует возможность выбора одной из двух температур приведения: 20 °С или 25 °С.

Прибор обеспечивает запись результатов в электронный блокнот и хранение содержимого блокнота при выключенном питании.

Внешний вид кондуктометра АНИОН-7020 схематически изображён на рис. 1.

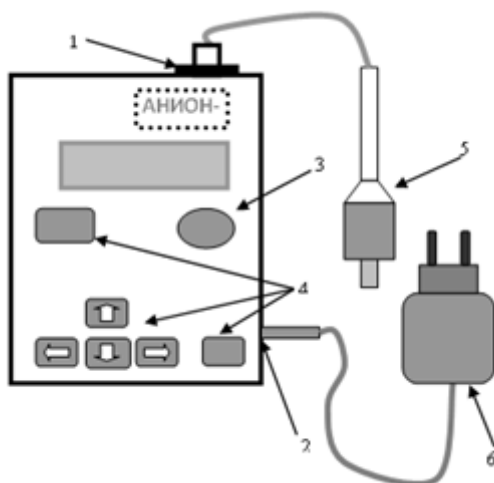


Рисунок 1. Кондуктометр АНИОН 7020: 1 – разъем датчика выносного; 2 – сетевой разъем; 3 – кнопка включения прибора; 4 – кнопки управления; 5 – датчик комбинированный выносной; 6 – сетевой адаптер

Для выполнения экспериментов измерений удельной электропроводности и минерализации следующих проб: а) бидистиллированной воды; б) дистиллированной воды; в) минеральной воды; г) водопроводной воды; д) речной воды; е) воды из пруда-накопителя; ж) дождевой воды; з) снежной воды; и) воды ливневого стока; к) родниковой воды, отбор проб и пробоподготовку производят по стандартной методике. Для проб (д-к) необходимо определение содержания нерастворимых примесей. В случае исследования снега сначала снег оттаивают при комнатной температуре и получают талую воду.

Воду фильтруют через предварительно взвешенный складчатый фильтр, перенося осадок на фильтр количественно. Измеряют объём талой воды каждой пробы. Бумажные фильтры помещают в сушильный шкаф, нагретый до 60-80 °С, или оставляют при комнатной температуре на сутки. После

высушивания фильтры взвешивают и определяют массу осадка. Для определения содержания нерастворимых примесей в 1 кг снега (другой природной воды) делят массу осадка на массу (объём) пробы.

Кондуктометрические измерения с помощью прибора АНИОН–7020 осуществляются в следующем порядке.

а) Собрать кондуктометр согласно рисунку 1, причём комбинированный выносной датчик 5 подсоединяется к разъёму 1, а шнур от сетевого адаптера 6 – к разъёму 2.

б) В чистый сухой стакан налить по метку исследуемой воды; поместить датчик так, чтобы он не касался стенок, и включить кондуктометр, нажав кнопку 3. Температура раствора после опускания в него датчика стремится к новому равновесному состоянию. Это процесс длится 3-5 мин, в течение которых раствор необходимо периодически перемешивать.

в) После стабилизации данных на дисплее значение УЭП занести в лабораторный журнал.

г) С помощью кнопок управления 4 переключают прибор на измерение общей минерализации (символы «УЭП» вверху дисплея меняются на «NaCl»). Значение общей минерализации образца (мг NaCl на 1 л раствора) заносится в лабораторный журнал.

Результаты анализа.

Таблица 2. Вид таблицы для занесения результатов проведённых экспериментальных измерений

№ пробы	Содержание мех. примесей, мг/кг	УЭП, См/см	Общая минерализация, мгNaCl/л	Категория воды по минерализации
1				
.....				
n				

Вывод. Удельная электропроводность – удобный суммарный индикаторный показатель антропогенного воздействия на водную среду [1-5].

Литература

1. Маврин, Г.В. Методическое пособие к лабораторным и практическим занятиям для студентов направления подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность» / Г.В. Маврин, Д.А. Харлямов, и др. – Набережные Челны: ИНЭКА, 2015. – 98 с. – Текст: непосредственный.

2. Федорова, А.И. Практикум по экологии и охране окружающей среды: Учебное пособие для студ. высш. учеб. Заведений / А.И. Федорова, А.Н. Никольская. – М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2003. – 288 с. – Текст: непосредственный.

3. Начала кондуктометрии. – URL: <http://www.geocities.com/novedu/> (дата обращения: 06.04.2024). – Текст: электронный.

4. Калищун, В.И. Лабораторный практикум по водоотведению и очистке сточных вод: Учебное пособие для вузов / В.И. Калищун, Ю.М. Ласков, Ю.В. Воронов, Е.В. Алексеев. – М.: Стройиздат, 2001. – 272 с. – Текст: непосредственный.

5. Карпов, Ю.А. Методы пробоотбора и пробоподготовки / Ю.А. Карпов, А.П. Савости. – М.: БИНОМ, 2003. – 243 с. – Текст: непосредственный.

Шевченко Давид Ярославович, студент гр. ВК-54 а, ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, ДНР, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

Научный руководитель:

Соболь Оксана Викторовна, к.х.н., доцент кафедры физики и прикладной химии, ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, ДНР, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: cluck@mail.ru

**CONDUCTOMETRIC DETERMINATION OF SPECIFIC ELECTRICAL
CONDUCTIVITY AND TOTAL MINERALIZATION OF NATURAL
WATERS**

Abstract. The electrical conductivity of natural water depends mainly on the concentration of dissolved mineral salts and temperature. Natural waters are mixed solutions of strong electrolytes. By the values of electrical conductivity of natural water, it is possible to approximate the mineralization of water using previously established relationships.

Keywords: electrical conductivity, natural water, mineralization.

Shevchenko David, student of gr. VK-54 a, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, 286123, DPR, Makeevka, Derzhavin str., 2.

Sobol Oksana, Ph.D., Associate Professor of the Department of Physics and applied chemistry, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, 286123, DPR, Makeevka, Derzhavin str., 2.

e-mail: cluck@mail.ru





УДК 678.686

Поветкина А.А.,

студентка гр. ИЗОС – 5а, ФГБОУ ВО «ДонНАСА»

Научный руководитель: к.т.н., доцент

Самойлова Е.Э.,

доцент кафедры «Физика и прикладная химия»,

кафедры «Техносферная безопасность»,

ФГБОУ ВО «ДонНАСА»

РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО УЛУЧШЕНИЮ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АЗОВСКОГО МОРЯ

Аннотация. Рассмотрена и проанализирована проблема экологического состояния Азовского моря. Разработаны мероприятия по улучшению акватории Азовского моря.

Ключевые слова: соленость, водный баланс, экологическая проблема, гидрохимическое и биологическое состояние, Азовское море.

Введение: Азовское море – одно из самых мелководных и мелких морей в мире. Его площадь составляет 39000 км², объем воды – 290 км³, средняя глубина – 7 м, максимальная – 15 м.

Экологическое состояние Азовского моря стремительно ухудшается в связи с возрастающим воздействием хозяйственной деятельности. Нарушаются условия воспроизводства пресноводных видов рыб, изменяется количество и состав поступающих в море биогенных элементов, увеличивается соленость, растет загрязнение рек и морской воды пестицидами, фенолами, а в некоторых районах и нефтепродуктами.

Постановка задачи: рассмотреть и проанализировать проблемы экологического состояния Азовского моря. Разработать мероприятия по улучшению акватории Азовского моря.

1. Гидрохимическое и биологическое состояние Азовского моря.

Азовское море – солоноватый водоем. Его гидрохимический режим формируется под влиянием материкового стока, жизнедеятельности гидробионтов, температуры, атмосферной циркуляции, водообмена с Черным морем и заливом Сиваш.

Наличие растворенного в воде кислорода – важное условие существования всей водной биоты. Результаты морских научных исследований Южного научного центра РАН (ЮНЦ РАН) в Азовское море в 2003-2018 гг. свидетельствует о наличии зон дефицита кислорода в акваторию Таганрогского залива.

Биологическая продуктивность Азовского моря зависит не только от баланса биогенных соединений, но и от скорости их внутреннего круговорота. Для поддержания высокой продукции органического вещества скорость оборачиваемости биогенных веществ фактор более важный, чем концентрация этих веществ в морской среде.

Соединения фосфора в Азовском море находятся в основном в форме органических соединений. Относительное содержание минеральных форм фосфора составляет в среднем 12% при колебаниях 6-40%. Вертикальные градиенты концентраций фосфатов наиболее характерны для лета. В отдельные годы, отличающиеся низким содержанием кислорода, вертикальные градиенты концентраций фосфатов достигают около 100 мкг/л.

ФГУ «Азовморинформцентр» проводил многолетний мониторинг морской среды Азовского моря для оценки его экологического состояния. Загрязнение Азовского моря происходит по следующим причинам:

- поступление отходов предприятий промышленных городов, находящихся на побережье;
- деятельность портов и увеличение судоходства;

- сброс хозяйственно-бытовых стоков и сточных вод промышленных предприятий;

- неорганизованный сток.

2. Проблемы увеличения солености морской воды.

Для Азовского моря величина солености воды – это важный показатель не только гидрохимического режима моря, но и ключевой фактор в формировании биопродуктивности и биоразнообразия как самой акватории, так и прибрежных и устьевых районов.

Ведущим фактором при формировании режима солености Азовского моря является материковый сток. Соленость Таганрогского залива и юго-восточных прибрежных районов находится под значительным влиянием стока рек Дон и Кубань, а южный предпроливный район испытывает значительное воздействие черноморских вод.

За период 1960-2022 гг. значения среднегодовой солености воды варьировалась от 9,29 ‰ в 2006 г. дорекордного значения 14,97 ‰ в 2021 г. В 2021 г. отмечались еще более высокие, также являющиеся рекордными, показатели среднегодовой солености собственно моря (15,29‰). Максимальная (за 1960-2022 гг.) соленость Таганрогского залива отмечалась в 2020 г. и составляла 11,78 ‰.

На наличие зависимости солености от материкового стока указывает асинхронность изменений солености и годового объема материкового стока в Азовское море в многолетней динамике этих параметров (рисунок 1).

3. Мероприятия по улучшению экологического состояния азовского моря.

1. Смена приоритетов развития региона: минимизация промышленного производства, основными видами деятельности в приморских районах должны стать рекреация и рыбное хозяйство.

2. Сокращение безвозвратного водопотребления и увеличение речного стока, в том числе за счёт снижения водоёмкости производств.

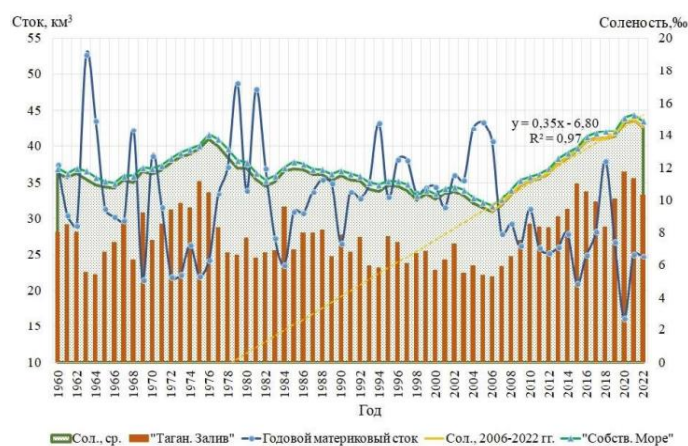


Рисунок 1. Динамика изменения среднегодовой солености и годовых объемов материкового стока Азовского моря за период 1960-2022 гг.

3. Значительное расширение охраняемых территорий и акваторий для сохранения генно- и экофонда.

4. Установление жёсткого законодательства по управлению и охране береговой зоны.

5. Постоянный мониторинг состояния морской среды прибрежных районов и моря.

6. Широкое применение на территориях, использующих для орошения воды рек, впадающих в бассейн Азовского моря, новой технологии выращивания риса, позволяющей снизить расход воды в десятки раз.

7. Введение платы за пользование водой для орошения.

8. Прекращение сброса в море, лиманы и реки неочищенных сточных вод, разделение бытовых и промышленных стоков, обеспечение последних закрытыми циклами водообмена, канализация ливневых стоков и обеспечение их очистки перед выпуском в море, предотвращение попадания в море и лиманы неочищенных дренажных вод.

Вывод: увеличение солености морской воды в Азовском море может привести к ряду проблем, включая ухудшение условий для морской флоры и фауны, изменение морских экосистем, а также негативное влияние на качество воды и биологическое разнообразие. Увеличение солености может также вызвать проблемы для пресноводных ресурсов, таких как реки и озера, которые

впадают в Азовское море. В целом, увеличение солености морской воды в Азовском море требует внимания и принятия мер для уменьшения негативных последствий.

Литература

1. Современные опасные экзогенные процессы в береговой зоне Азовского моря: монография / Г. Г. Матишов, С. В. Бердников, Л. А. Беспалова [и др.]; под редакцией Л. А. Беспалова. – Ростов-на-Дону: Издательство ЮФУ, 2015. – 324 с. – ISBN 978-5-9275-1835-7. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/68575.html> (дата обращения: 08.04.2024). – Текст: электронный.

2. Алексеев, С.И. Экология: учебное пособие / С.И. Алексеев — Москва: Евразийский открытый институт, Московский государственный университет экономики, статистики и информатики, 2006. – 119 с. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/11124.html> (дата обращения: 08.04.2024). – Текст: электронный.

3. Стрелков, А.К. Охрана окружающей среды и экология гидросферы: учебник /А.К. Стрелков, С.Ю. Теплых. – Самара: Самарский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2013. – 488 с. – ISBN 978-5-9585-0523-4. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/20495.html> (дата обращения: 08.04.2024). – Текст: электронный.

4. Экология и безопасность жизнедеятельности: материалы V Всероссийской научно-практической конференции (25 ноября 2014 года) / Е.А. Афолина [и др.]. — Комсомольск-на-Амуре: Амурский гуманитарно-педагогический государственный университет, 2014. – 203 с. – ISBN 978-5-85094-581-7. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/51804.html> (дата обращения: 08.04.2024). – Текст: электронный.

Поветкина Анастасия Александровна, студентка группы ИЗОС-5а, ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», д.2, ул. Державина, г. Макеевка, Донецкая область, ДНР РФ, 86123.

e-mail: povetkina.a.a.-izos-5a@donnasa.ru

Научный руководитель:

Самойлова Елена Эдуардовна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Физика и прикладная химия», кафедры «Техносферная безопасность», ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», ул. Державина, д. 2, г. Макеевка, Донецкая область, ДНР РФ, 86123.

e-mail: e.e.samojlova@donnasa.ru

DEVELOPMENT OF MEASURES TO IMPROVE THE ECOLOGICAL CONDITION OF THE SEA OF AZOV

Annotation. The problem of the ecological state of the Sea of Azov is considered and analyzed. Measures have been developed to improve the water area of the Sea of Azov.

Keywords: salinity, water balance, ecological problem, hydrochemical and biological state, Sea of Azov.

Anastasia Alexandrovna Povetkina, a student of the IZOS-5a group, Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, Derzhavin str., 2, Makeyevka, 86123, DPR, Russia.

e-mail: povetkina.a.a.-izos-5a@donnasa.ru

Scientific supervisor:

Samojlova Helen, candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Physics and Applied Chemistry, Department of Technosphere Safety, Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, Derzhavin str., 2, Makeyevka, 86123, DPR, Russia.

e-mail: e.e.samojlova@donnasa.ru





УДК 504.064.3

Ходарева М.В.,

студентка гр. ЛА – 4а, ФГБОУ ВО «ДонНАСА»

Научный руководитель: к.т.н., доцент

Самойлова Е.Э.,

доцент кафедры «Физика и прикладная химия»,

ФГБОУ ВО «ДонНАСА»

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ДОНБАССА

Аннотация. В работе рассмотрены основные источники водоснабжения Донбасса, их экологическое состояние на сегодняшний день.

Ключевые слова: поверхностные воды, подземные воды, экологическая оценка, источники загрязнения

Введение. Все водные объекты на территории Донецкой Народной Республики – национальное достояние народа, они складываются из поверхностных вод (рек, водохранилищ, прудов, моря), подземных вод. Реки Донецкой Народной Республики немногочисленны и маловодны.

Водный фонд Донецкой Народной Республики включает в себя 1695 поверхностных водных объектов, в т.ч.:

- 4 средние реки общей протяжённостью в границах Республики 410 км;
- 851 малых рек и ручьёв общей протяжённостью 5433 км;
- 840 прудов и водохранилищ;
- Азовское море, протяжённость береговой линии которого составляет 50 км;
- подземные воды.

На территории Донецкой Народной Республики основные водотоки с густой овражно-балочной системой — реки: Кальмиус, Миус, Крынка, Грузской Еланчик, Мокрый и Сухой Еланчик, р. Водяная, р. Лозовая.

Реки Донецкой Народной Республики относятся к бассейну рек Северского Донца, Днепра и рек Приазовья.

Канал Северский Донец-Донбасс – главный источник водоснабжения Донецкой Народной Республики.

Несмотря на это, водообеспеченность Донецкой Народной Республики остаётся одной из самых низких. Воды р. Кальмиуса, р. Крынки и других немногочисленных рек не могут в полной мере удовлетворить имеющихся потребностей. В ДНР нет также больших озёр и малочисленных запасов подземных вод, поэтому вопросы экономного использования и охраны водных ресурсов для ДНР особо актуальны.

Постановка задачи. Проанализировать состояние источников водоснабжения ДНР, их основные загрязнители.

Результаты. В данной работе рассмотрены проблемы водоснабжения Донбасса, а также экологические аспекты водоснабжения.

Реки Донбасса и их краткая характеристика

Река Миус – самая длинная река южного склона Донецкого кряжа. Её исток – малоприметный родник на территории Донецкого кряжа, и, протекая по Луганской, Донецкой и Ростовской областям, впадает в Миусский лиман Таганрогского залива Азовского моря.

По реке Миус на участке между посёлками Миус и Княгиневка в Луганской области проходит административная граница между Луганской и Донецкой областями.

Корни возникновения названия реки можно искать в тюркском языке. Одно из тюркских созвучных с названием реки слов переводится как «рог» или «угол». В те времена так называли места, где реки сливаются. В данном конкретном случае речь может идти о месте впадения реки Крынки в Миус. Кроме того, в тюркском языке есть ещё одно слово «миюш», переводимое

современниками как «топь» или «грязь», что может выглядеть как характеристика заросшей камышом поймы реки.

Река имеет по три правых и левых притока. К правым можно отнести реки Крынку, Глухую и Ольховчик, а к левым – Миусик, Нагольную и Крепенькую.

Основные воды, за счёт которых река подпитывается, образуются в результате таяния снега и межсезонных дождей.

На разных участках реки Миус и её притоках сооружено множество водохранилищ и прудовых хозяйств. Наибольшее водохранилище – Ольховское (питьевое) расположено на реке Ольховая, левом притоке реки Крынки. Крупными также являются Ханжёнковское и Зуевское водохранилища на реке Крынке. Грабовское водохранилище площадью 1,6 км², расположенное на реке Миус, – источник водоснабжения г. Снежное.

Река Крынка – река, протекающая в Донецкой области, а также в Матвеево-Курганском районе Ростовской области России. Главный правый приток реки Миус. Относится к бассейну Азовского моря.

Название реки, по-видимому, возникло в её верховье, истоки которой обильно питались ключами – крынками, или, по местному произношению, «крымками» (отсюда и другой вариант гидронима – Крымка). Кстати, обозначение водных потоков словом «крынка» (что означает: криница или яма с водой, образованная родником) издавна было известно в бассейнах Днепра и Дона.

Река образуется слиянием двух рек – Садки и Булавин юго-западнее г. Енакиево, протекает в пределах Шахтёрского и Амвросиевского районов и впадает в Миус на расстоянии 84 км от устья последнего возле посёлка Крынка (Матвеево-Курганский район Ростовской области), в 18 км выше по течению от Матвеев Кургана.

Наиболее крупные правые притоки реки — реки Корсунь и Караван. Наиболее крупные левые притоки реки – реки Булавинка, Громовая, Ольховая, Большая Скелеватая, Орловка, Шишовая (Малая), Большая Шишовая, Савостьянка, Камышеваха, Калиновая I и Калиновая II.

Русло реки зарегулировано многочисленными плотинами, а также Ханжёнковским (возле посёлка Нижняя Крынка) и Зуевским (возле города Зугрэс) водохранилищами.

Протяжённость реки Крынка – 180 км. Питание снеговое и дождевое, а также за счёт вод многочисленных подземных источников.

Река Лугань. Слово «Лугань» состоит из двух корней «луг-» и «ан». Второй часто означает «вода», «река» или «верховный бог», что не противоречиво, так как рекам, дарующим урожаи и жизнь, поклонялись как богам. А корень «луг» обозначает не только «залитый лес», этому корню соответствуют также прилагательные «золотой», «сияющий».

Лугань берёт начало на территории города Горловки, у железнодорожной насыпи в районе станции Байрак, и протекает по Донецкой и Луганской областям. Правый приток реки Северский Донец. Длина реки – 198 км.

Питание смешанное, состоит из снегового и дождевого.

Река Кальмиус. В старину в государственных бумагах нынешняя река Кальмиус именовалась по-славянски Кали (Кала). Составляющие название Кальмиус слова «кала» и «миус» имеют древнее происхождение. В преобладающем большинстве термин «кале», «кала» означает крепость, замок, в диалектах – холм, скала, то есть каменистое место. По одной из версий, название Кальмиусу, задолго до тюрков, дали кочевавшие на его берегах скифы, называя Калк-Кочевой.

О Кальмиусе впервые упомянуто лишь в 16 веке. В письме крымского хана запорожцам в 1762 г. говорится, что «..место, называемое Кальмиусом, нам и всему татарскому народу неизвестно». Это свидетельствует, что речка Кали тогда ещё не называлась тюркскими народами Кальмиусом.

Река Кальмиус берёт своё начало на юго-западных склонах Донецкого кряжа в небольшой балке около пос. Минеральное Ясиноватского района и впадает в Азовское море. Длина реки 209 км.

Река Кальмиус протекает в пределах Ясиноватского, Старобешевского, Тельмановского и Новоазовского районов Донецкой области.

Водность реки в верховье и среднем течении быстро нарастает за счёт сезонных попусков из Верхне-Кальмиусского водохранилища, но в основном за счёт водосборной площади города (85-90% городской территории) и шахтных вод шахт г. Макеевки, а также г. Донецка. Родниковое питание реки несущественно.

На р. Кальмиус устроены водохранилища (Верхнекальмиусское, Нижнекальмиусское, Старобешевское). В Верхнекальмиусском водохранилище заканчивается канал Северский Донец-Донбасс, строительство которого было завершено в 1958 году в целях обеспечения питьевой водой Донбасса. Нижнекальмиусское водохранилище – каскад, состоящий из двух водохранилищ, разделённых дамбой. Водохранилище находится в городской черте Донецка и разделяет Ворошиловский (правый берег) и Калининский (левый берег) районы. Общая площадь зеркала двух водоёмов – 60 гектаров. В пгт. Новый Свет находится Старобешевское водохранилище. Объём водохранилища 44 млн. м³, данное водохранилище относится к водоёмам охладителям теплоэлектростанции.

В настоящее время значительная часть канала находится в зоне ведения боевых действий, что стало причиной неоднократной остановки канала и привело к ухудшению качества питьевой воды.

Гигиеническая оценка результатов химико-микробиологического контроля безопасности качества питьевой воды проводилась по 2-м временным периодам: I – довоенный период и II – военный период до 2021 г.

ГУП «Компания «Вода Донбасса» в ходе водоподготовки, при оценке воды, подаваемой населению, использует в своей работе украинские ГСанПиН 2.2.4-т-10.

Основными загрязнителями водных ресурсов Донбасса являются сточные воды металлургической, коксохимической, теплоэнергетической, угледобывающей отраслей, а также жилищно-коммунального хозяйства.

В Республике металлургическую деятельность осуществляют филиалы ЗАО «Внешторгсервис» – №1 «Донецкий металлургический завод», №2

«Енакиевский металлургический завод», №3 «Макеевский металлургический завод». Для очистки сточных вод используют механический метод очистки с использованием горизонтальных отстойников.

Коксохимическую отрасль среди филиалов ЗАО «Внешторгсервс» представляют: филиал №4 «Енакиевский коксохимпром» (нет БХУ), филиал №7 «Макеевкокс», филиал №6 «Ясиновский коксохимический завод». В результате деятельности образуются следующие виды производственных стоков: хозяйственные, ливневые, а также производственные (так называемые фенольные) сточные воды, образование которых связано со спецификой коксохимического производства, с термической деструкцией каменного угля при получении кокса. В результате выделяющаяся вода загрязняется практически всеми химическими продуктами коксования. Так как сточные воды коксохимического производства – одни из наиболее опасных, как источник загрязнения водоёмов, и трудны с точки зрения их очистки среди промышленных сточных вод, поэтому проблема очистки сточных вод коксохимического производства решается комплексом физико-химических, механических и биохимических способов, которые используются для очистки сточных вод, в том числе фенольных.

Теплоэнергетическая отрасль ДНР представлена ОП «Зуевская тепловая энергетическая станция», СПП «Зуевская экспериментальная теплоэлектростанция», ОП «Старобешевская тепловая электрическая станция». В ходе производственной деятельности данных предприятий могут образовываться хозяйственные, производственные стоки (в т.ч. замасленные стоки), ливневые, теплообменные. Замасленные стоки, содержащие нефтепродукты, подвергаются физико-химическому методу очистки, с применением флотаторов, сорбционных фильтров. Эффективность работы очистных сооружений при очистке от нефтепродуктов составляет 96%.

Угольная отрасль – это отрасль топливной промышленности, которая включает добычу каменного угля в шахтах, его обогащение, и представлена шахтами (например, теми, которые осуществляют добычу угля со сбросом шахтных вод в водные объекты по г. Донецк): ОП «Шахта

им. А.А. Скочинского», ГП «Шахта им. А.Ф. Засядько», ОП «Шахта им. Челюскинцев».

Чаще всего вода, выданная на поверхность, отстаивается в горизонтальных отстойниках, которые представляют собой прямоугольные резервуары, выполненные из железобетона и оборудованные водораспределительными и водосборными устройствами. Продолжительность отстаивания составляет 1-3 ч. Эффективность осаждения до 60%. Кроме того, для эффективного осветления могут использовать пруды-отстойники.

Шахтные воды закрывающихся шахт также оказывают существенное влияние на водные объекты, в сбросах шахтных водах имеются превышения концентраций по железу и марганцу.

К предприятиям **жилищно-коммунального хозяйства**, которые обеспечивают эксплуатацию систем водоснабжения и водоотведения ДНР, относятся предприятия КП «Компания «Вода Донбасса», ГП «Вода Донбасса». Процесс очистки включает в себя механическую очистку, биологическую очистку стоков от органических загрязнений.

Контроль за работой очистных сооружений и их влиянием на водные объекты осуществляет Госкомэкополитики при Главе Донецкой Народной Республики. В настоящее время Госкомэкополитики при Главе ДНР выдаёт разрешительные документы, в которых устанавливаются лимиты объёмов сброса загрязняющих веществ в водные объекты [1, 2].

С целью оценки экологической ситуации водных объектов специалистами Госкомэкополитики при Главе ДНР постоянно проводятся отборы проб из водных объектов Республики.

Кроме того, в соответствии с совместным Планом наблюдений за состоянием водных объектов в зоне влияния поверхностных водоотливных комплексов, проводится совместный отбор (Госводрыбхоз ДНР, Госкомэкополитики при Главе ДНР, Республиканский центр санитарно-эпидемиологического надзора, ГУП ДНР «ГУРШ») проб воды в водных объектах, куда осуществляются сбросы шахтных вод.

С учётом наступления тепла у большинства людей появляется желание отдохнуть у водного объекта, при этом хотелось бы обратить внимание на соблюдение основных правил, а именно:

- во-первых, после себя необходимо всегда убирать мусор, особенно вблизи водохранилищ, прудов или рек, не бросать мусор в водную среду;
- во-вторых, категорически нельзя мыть автомобили в не предназначенных для этого местах;
- в-третьих, не следует выливать в воду бытовые отходы, такие как нефтепродукты, краски, лаки, растворители и подобную бытовую химию.

Литература

1. Высоцкий, С.П. Критические экологические проблемы Донбасса // Экологическая ситуация в Донбассе. 2016. – Том 1. – С. 301-309. – Текст: непосредственный.
2. КП «Компания «Вода Донбасса». – URL: <http://www.voda.dn.ua/ru/> (дата обращения 12.04.2024). – Текст: электронный.

Ходарева Мария Викторовна, студентка группы ЛА – 4а, ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», ул. Державина, д. 2, г. Макеевка, Донецкая область, ДНР РФ, 86123.

e-mail: hodareva.m.v-la-4a@donnasa.ru

Самойлова Елена Эдуардовна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Физика и прикладная химия», кафедры «Техносферная безопасность», ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», ул. Державина, д. 2, г. Макеевка, Донецкая область, ДНР РФ, 86123.

e-mail: e.e.samojlova@donnasa.ru

ASSESSMENT OF THE ENVIRONMENTAL SITUATION OF DONBASS WATER BODIES

Annotation. The paper considers the main sources of water supply in Donbass, their ecological state today.

Keywords: surface waters, groundwater, environmental assessment, pollution sources

Khodareva Maria Viktorovna, student of the LA – 4a group, Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, Derzhavin str., 2, Makeyevka, 86123, DPR, Russia.

e-mail: hodareva.m.v-la-4a@donnasa.ru

Samoilova Elena Eduardovna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Physics and Applied Chemistry, Department of Technosphere Safety, Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, Derzhavin str., 2, Makeyevka, 86123, DPR, Russia.

e-mail: e.e.samojlova@donnasa.ru



УДК 53.06

Федорченко А.С.,

студент гр. ААХ-29 б ФГБОУ ВО «ДонНАСА»

Научный руководитель: к.х.н., доц.

Соболь О.В.,

доцент кафедры физики и прикладной химии

ФГБОУ ВО «ДонНАСА»

СХОДСТВО И РАЗЛИЧИЕ МОТОЦИКЛОВ «УРАЛ» И «ДНЕПР»

Аннотация. К тяжелым мотоциклам в Советском Союзе, да и в настоящее время, совершенно особенное отношение. Наиболее узнаваемыми в данном виде это творения Киевского мотоциклетного завода – «Днепр» и Ирбитского мотоциклетного завода – «Урал». Оба мотоцикла имеют свои сильные и слабые стороны. В данной работе проведен сравнительный анализ этих двух тяжелых мотоциклов.

Ключевые слова: мотоцикл, модель, «Днепр», «Урал», мощность, двигатель, комплектующие.

Введение. Стоит начать со сходства этих двух моделей: оба мотоцикла имеют один прототип – немецкий BMW-R71. В 40-е годы XX века выпуск первой модели советского аналога немецкого байка под индексом М-72 был налажен в Ирбите, а в 1951 г. – и в Киеве.

Несмотря на кажущуюся абсолютную схожесть и взаимозаменяемость многих деталей, «Днепр» и «Урал» все же имеют существенные отличия.

Постановка задачи и ее решение.

Различия между мотоциклами «Урал» и «Днепр»:

1. Габариты. «Урал» был немного больше в ширину – 165 см, у «Днепра» этот параметр находился на уровне 150 см.

2. Топливный бак. У «Урала» он имел округлую форму, у «Днепра» – прямоугольную.
3. Сиденья. На «Днепре», как правило, применяли сплошные сиденья, а на «Урале» – отдельные.
4. Расположение приборной панели. На «Урале» она встраивалась прямо в переднюю фару, а у «Днепра» применялась отдельно.
5. Скорость. «Днепр» разгонялся до 125 км/ч, «Урал» мог развивать скорость до 135–140 км/ч (рис. 1).



Рисунок 1. Общий вид мотоциклов «Урал» и «Днепр»

1) *Производитель.* Мотоциклы «Урал» производили, производят, и скорее всего будут это делать в Ирбите, на территории России. Если углубляться в историю, то завод несколько раз перекочевывал по разным городам, но это не столь важно. Киевский «Днепр», производили на территории бывшей Украинской ССР, и позже просто на Украине. На данный момент производства мотоциклов «Днепр» там нет. Не так давно там можно было еще купить остатки комплектующих от этих мотоциклов, возможно и поныне есть такая возможность.

2) *Внешний вид.* Крылья на «Днепре» имеют более закругленный профиль, бак «Днепра» более угловатый, в то время как «Урал» имеет более классический, каплевидный вид. Еще бросаются в глаза крышки клапанов, у «Днепра» они угловатые, напоминающие прямоугольник, на «Урале» углы сглаженные, в целом похожи на овал. Рама «Урала» имеет больше прямых углов. Ступицы

колес «Урала» стальные, штампованные, имеют вид похожий на "ромашку", и спицы разной длины в силу своей конструкции, а вот на «Днепре» ступицы выполнены из более легкого сплава, имеют просто круглую форму. Приборная панель на «Днепре» больше, вынесена на отдельный щиток, в то время как на «Урале» он сделан "монолитно" с фарой, чаще всего имеет 4 лампочки, в старых версиях 2. На «Днепре» 5 лампочек, за счет индикатора давления. Боковые прицепы у мотоциклов так же практически одинаковы и взаимозаменяемы.

3) *Техническая часть.* Безусловно, разные двигатели, хотя и одной кубатуры, общая архитектура построения и т.д. Самое главное, это конечно же конструкция коленчатого вала.

У «Урала» коленчатый вал составной, т.е. спрессованный из отдельных частей, изначально позиционируется как не разборный, подшипники нижней головки шатуна - роликовые.

Плюсы данной конструкции – относительная живучесть при неисправностях системы смазки и нетребовательность к давлению масла.

Минусы – меньшая прочность (известны случаи проворачивания в местах прессового соединения) и то, что ремонту он практически не поддается (теоретически возможно распрессовать и собрать заново, но нецелесообразно в виду большой трудоемкости и сложности).

А вот на «Днепре» коленчатый вал литой, монолитный, подшипники нижних головок шатунов - на вкладышах (подшипники скольжения), шатуны разъемные – как у автомобильных двигателей.

Плюсы: вкладыши теоретически должны прослужить дольше и способны воспринимать большие нагрузки по причине большей площади контакта с валом по сравнению с роликами. Конструкция вполне ремонтпригодна – по аналогии с автомобильными коленвалами. Это позволяет при ремонте избегать дорогостоящей замены коленвала, как в случае с «Уралом».

Минусы – при перерывах в подаче смазки под давлением вкладыши умрут очень быстро. Т.е. необходимо чуткое наблюдение за уровнем и давлением масла

Исходя из этого у «Днепра» более сложная система смазки, она требует более тонкой очистки масла, и стабильного давления. Если не обслуживать должным образом систему смазки, то давление может "плавать" на низких оборотах, или вообще постоянно быть низким. На «Днепре» установлена центрифуга для очистки масла, а вот что бы ее почистить, надо частично разбирать двигатель, мелочь, но на «Урале» обычный бумажный фильтр, выкрутил старый, поставил новый, никакой промывки центрифуги. Соответственно на «Днепре» можно справа заметить датчик давления масла. Так же немного разные формы картера, форма поршней и т.д. Разные коробки передач, с разными передаточными значениями. Разные воздушные боксы.

Коробка «Днепра» немного длиннее, различны так же конструкции воздушных фильтров, на «Днепре» он бумажный, на «Урале» масляный. И главное, на всех КПП «Днепра» есть задняя передача, в то время как на Ураловских она есть только на ранних модификациях, и то довольно редко. Передаточные числа коробки «Днепра» так же отличаются, 4-я передача «Днепра» немного длиннее, поэтому эту коробку логично ставить если необходимо увеличить скорость. Так же коробки «Днепра» отличаются более большим ходом лапки КПП, и мягкостью переключения.

Основные отличия в технических характеристиках.

Длина: «Днепр» 2420-2430 мм. «Урал» 2420 – 2490 мм.

Ширина: «Днепр» 1500 мм. «Урал» 1650 мм.

Высота: 1100 мм

Скорость: 95 – 105 км/час.

Вес: «Днепр» 330-355 кг; «Урал» – 310-340 кг.

Расход топлива на 100 км. пути: «Днепр» 8-9 литров; «Урал» 6-8 литров.

Мощность: «Днепр» 32 л.с.; «Урал» 32 л.с./ (М 67-36 36 л.с.)

Бак топлива: 19-22 литра.

Вместимость масла в картер двигателя 2,0 – 2,3 л.

Коробки передач 0,8 – 1,5 л.

Выводы. Оба мотоцикла были достаточно надежны, обладали высокой ремонтпригодностью, а также отличались неприхотливостью. Серьезные отличия между «Днепром» и «Уралом» заключались в коленвале. У мотоцикла ИМЗ коленвал был не таким прихотливым к качеству и частоте смазки, как у мотоцикла КМЗ. Однако, у «киевлянина» коленвал был прочнее и надежнее, что делало его более предпочтительным в глазах некоторых мотоциклистов. Однако, была у «Уралов» самая серьезная «проблема». Выпускали их в СССР заметно меньше, чем киевские мотоциклы. Поэтому и на дорогах «Днепр» встречались в целом чаще, чем «Урал». Последний как раз-таки был самым желанным мотоциклом, надежным помощником в хозяйстве. В первую очередь потому, что был мощнее киевлянина. Все остальное было делом вкуса. В мотоциклах ИМЗ хвалили ходовую и колеса. В мотоциклах КМЗ – коробку передач, сиденье, лучшую компоновку приборов [1-3].

Литература

1. Разница между мотоциклами Днепр и Урал. – URL: <https://thedifference.ru/chem-otlichaetsya-motocikl-dnepr-ot-urala/> (дата обращения: 06.04.2024). – Текст: электронный.
2. Чем отличается мотоцикл «Урал» от «Днепра», что лучше? – URL: <https://dzen.ru/a/XGvzUe8RtwCvHoVI> (дата обращения: 06.04.2024). – Текст: электронный.
3. «Днепр» против «Урала»: почему в СССР граждане предпочитали киевский, а не ирбитский мотоцикл. – URL: <https://novate.ru/blogs/041222/64796/> (дата обращения: 06.04.2024). – Текст: электронный.

Федорченко Алексей Сергеевич студент гр. ААХ-29 б, ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, ДНР, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

Научный руководитель:

Соболь Оксана Викторовна, к.х.н., доцент кафедры физики и прикладной химии, ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, ДНР, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: cluck@mail.ru

SIMILARITY AND DIFFERENCE BETWEEN «URAL» AND «DNEPR» MOTORCYCLES

Abstract. Heavy motorcycles in the Soviet Union, and at present, have a very special attitude. The most recognizable in this form are the creations of the Kyiv Motorcycle Plant – «Dnipro» and the Irbit Motorcycle Plant – «Ural». Both motorcycles have their strengths and weaknesses. In this paper, a comparative analysis of these two heavy motorcycles was carried out.

Key words: motorcycle, model, Dnipro, Ural, power, engine, components.

Fedorchenko Alexey, student of gr. AAKh-b, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, 286123, DPR, Makeevka, Derzhavin str., 2.

Scientific adviser:

Sobol Oksana, Ph.D., Associate Professor of the Department of Physics and applied chemistry, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, 286123, DPR, Makeevka, Derzhavin str., 2.

e-mail: cluck@mail.ru



УДК 53.06

Шарака Д.И.,

студент гр. ААХ-29 б ФГБОУ ВО «ДонНАСА»

Научный руководитель: к.х.н., доц.

Соболь О.В.,

доц. кафедры физики и прикладной химии

ФГБОУ ВО «ДонНАСА»

ПОДВЕСКИ НА ВНЕДОРОЖНИКАХ И ПИКАПАХ

Аннотация. Подвеска автомобиля, или система поддресоривания – совокупность деталей, узлов и механизмов, играющих роль соединительного звена между кузовом автомобиля. Входит в состав шасси. Современные автомобильные подвески становятся сложными конструкциями, сочетающими механические, гидравлические, пневматические и электрические элементы, зачастую имеют электронные системы управления, что позволяет достичь сочетания высоких параметров комфортабельности, управляемости и безопасности.

Ключевые слова: автомобиль, внедорожник, пикап, подвеска, система поддресоривания.

Введение. Подвеска выполняет следующие функции: физически соединяет колёса или неразрезные мосты с несущей системой автомобиля – кузовом или рамой; передаёт на несущую систему силы и моменты, возникающие при взаимодействии колёс с дорогой; обеспечивает требуемый характер перемещения колёс относительно кузова или рамы, а также необходимую плавность хода.

Основными элементами подвески являются: упругие элементы, которые воспринимают и передают нормальные (направленные по вертикали) силы

реакции дороги, возникающие при наезде колеса на её неровности; направляющие элементы, которые задают характер перемещения колёс и их связи между собой и с несущей системой, а также передают продольные и боковые силы и их моменты.

Амортизаторы, которые служат для гашения колебаний несущей системы, возникающих вследствие действия дороги.

В реальных подвесках зачастую один элемент выполняет сразу несколько функций. Например, многолистовая рессора в классической рессорной подвеске заднего моста воспринимает одновременно как нормальную реакцию дороги (то есть, является упругим элементом), так и боковые и продольные силы (то есть, является и направляющим элементом), а также за счёт межлистового трения выступает в качестве несовершенного фрикционного амортизатора. Однако в подвесках современных автомобилей, как правило, каждую из этих функций выполняют отдельные конструктивные элементы, достаточно жёстко задающие характер перемещения колёс относительно несущей системы и дороги, что обеспечивает заданные параметры устойчивости и управляемости.

Постановка задачи и ее решение. Рассмотрим варианты подвесок на данный тип автомобилей подробнее. Здесь присутствуют несколько видов подвесок: автомобили с зависимой передней и задней подвесками; автомобили с независимой передней и зависимой задней подвеской; автомобили с полностью независимой подвеской (рис. 1).



Рисунок 1. Общий вид подвески на пикап

Разбирать устройство начнем с задней подвески. Наиболее распространенной задней подвеской внедорожников является рессорная или пружинная подвеска с жестким неразрезным мостом (рис. 2)

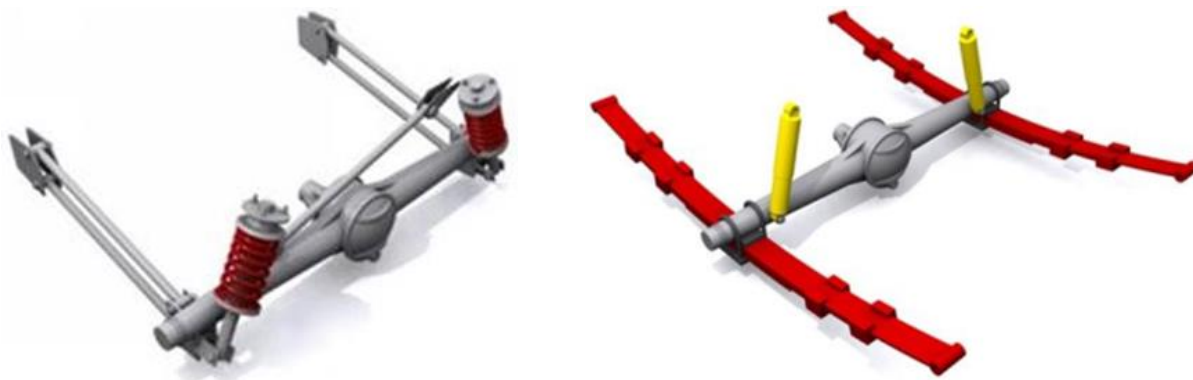


Рисунок 2. Справа рессорная подвеска, слева – пружинная на четырех продольных рычагах

Рессорная подвеска имеет простую конструкцию, высокую надежность, выдерживает очень большие нагрузки и поэтому чаще всего применяется на тяжелых джипах и пикапах. Но в погоне за ценой и надежностью автопроизводители используют рессорные подвески и на более легких недорогих внедорожниках. Пружинные подвески немного сложнее рессорных, но при этом компактны и обычно довольно мягкие и длинноходные и устанавливаются на более легких и комфортных внедорожниках. В остальных же случаях на паркетниках и спортивных городских внедорожниках применяются различные варианты независимых рычажных задних подвесок.

Передние подвески внедорожников так же бывают с жестким неразрезным мостом, но сегодня подобные конструкции встречаются редко. Стремясь улучшить управляемость и устойчивость автомобилей на шоссе автопроизводители все чаще применяют независимые пружинные или торсионные подвески (рис. 3).



Рисунок 3. Передняя подвеска: слева – торсионная, справа – пружинная.

В состав подвески автомобиля также входит стабилизатор поперечной устойчивости. Назначение этого устройства — уменьшение наклона автомобиля при движении на поворотах, а также повышение его устойчивости и управляемости (рис. 4).

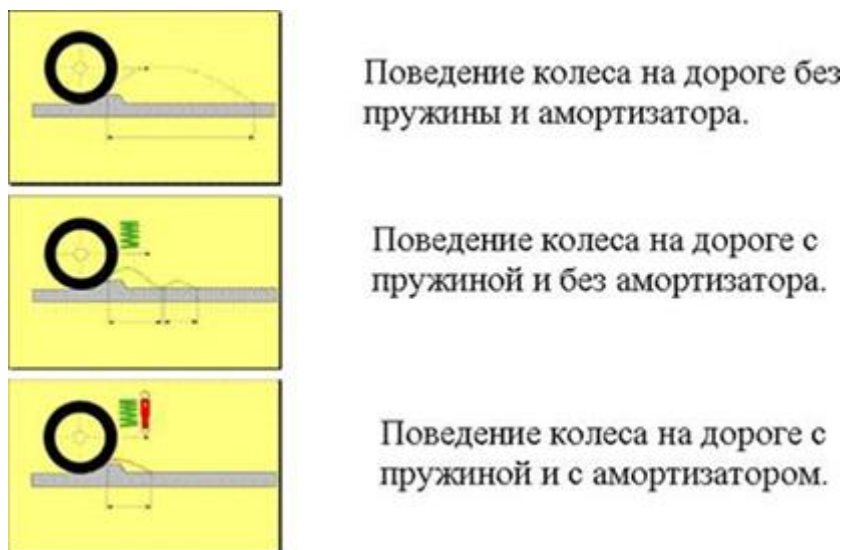


Рисунок 4. Поведение колеса автомобиля с различными видами подвесок

Когда автомобиль выполняет поворот, его кузов с внутренней стороны поворота приподнимается над поверхностью дороги, а с внешней — наоборот, сближается к ней, что создает опасность опрокидывания. Этому препятствует стабилизатор, который, прижавшись к поверхности вместе с автомобилем с одной его стороны, одновременно прижимает другую сторону. Если одно из колес автомобиля наезжает на неровность, то стабилизатор стремится вернуть его в первоначальное положение. Однако от последствий лихачества не спасет

ни один стабилизатор: подтверждением этому являются частые случаи опрокидывания автомобилей.

Торсионная подвеска. На многих современных внедорожниках используется подвеска этого типа. Опять же это по сути подвеска на двух поперечных рычагах, но вместо пружины в ней используется торсион –упругий металлический стержень, работающий на скручивание. Он играет ту же роль, что и рессоры, пружины или резиновые блоки. Но в отличие от них он работает только на скручивание (французское слово *torsion* – означает скручивание). Такую подвеску стали называть стержневая подвеска (она же - торсионная!). Инженер Фердинанд Порше-старший в конце 20-х-начале 30-х годов оформил несколько патентов на стержневую подвеску. Он применил ее в 1934 году на гоночных Auto-Union, а в 1940-м уже стояла на серийных машинах Volkswagen, как армейских, так и гражданских. В 1935 году стержневая подвеска колес в ее оптимальном варианте нашла массовое применение на Citroen Traction Avant. Порше увидел в торсионе его главное достоинство - компактность, и отсюда - малую массу. Эти качества особенно ценны для машин с очень плотной компоновкой и жесткими ограничениями по весу – гоночные автомобили, внедорожники, армейские колесные машины. Примеры тому Ferrari F2001, Toyota Landcruiser, ракетовоз МАЗ 547. Андре Лефевр, создатель Citroen TA, усмотрел в торсионе другое достоинство. Его стержень довольно длинный, чем длиннее, тем мягче подвеска, а потому, один конец торсиона, идущего вдоль машины, присоединяется к рычагу подвески, а другой закрепляется в одной из поперечин рамы или несущего кузова. Таким образом, все нагрузки от дорожных толчков переносятся в самое сильное место автомобиля, и они распределяются по раме или кузову наивыгоднейшим образом. Для первой массовой модели с несущим кузовом это было немаловажно. В связи с широким распространением подвески передних колес типа МакФерсон все меньше фирм стали применять торсионную. Одной из причин отказа от торсионов явилась деликатная технология изготовления. Однако для полноприводных внедорожников с рамой и микроавтобусов торсионная подвеска оказалась идеальной. На Toyota Prado,

Isuzu Trooper, Ford Expedition, Chevrolet Blazer и других применяются длинные продольные торсионы, присоединенные к оси нижнего, а на VW T4 верхнего рычага передней подвески и завязанные другим концом на поперечину рамы.

Активная подвеска. Активной называется подвеска, которая может изменять положение и жесткость упругих элементов по команде от управляющего устройства, которое в свою очередь получает данные о положении кузова от различных датчиков. Основные виды активной подвески: пневматическая, гидравлическая и пневмогидравлическая. Наиболее широкое применение активная подвеска получила в автобусах и троллейбусах, где она позволяет избежать кренов кузова при неравномерном распределении пассажиров по салону, и в грузовиках. В легковых автомобилях применяется реже из-за сложности и дороговизны (рис. 5) [1-3].

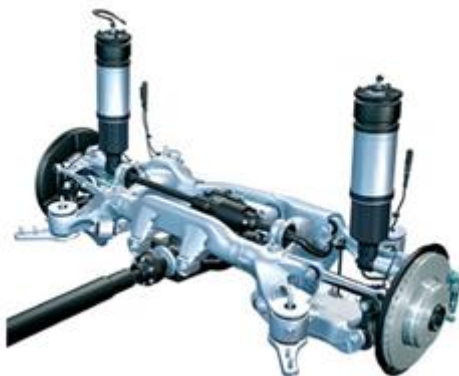


Рисунок 5. Активная подвеска.

Выводы. В состав подвески автомобиля также входит стабилизатор поперечной устойчивости. Назначение этого устройства – уменьшение наклона автомобиля при движении на поворотах, а также повышение его устойчивости и управляемости. Когда автомобиль выполняет поворот, его кузов с внутренней стороны поворота приподнимается над поверхностью дороги, а с внешней – наоборот, сближается к ней, что создает опасность опрокидывания. Этому препятствует стабилизатор, который, прижавшись к поверхности вместе с автомобилем с одной его стороны, одновременно прижимает другую сторону. Если одно из колес автомобиля наезжает на неровность, то стабилизатор стремится вернуть его в первоначальное положение. Однако от последствий

лихачества не спасет ни один стабилизатор: подтверждением этому являются частые случаи опрокидывания автомобилей.

Литература

1. Подвеска автомобиля. – URL: <http://nsportal.ru/ap/library/nauchno-tekhnicheskoe-tvorchestvo/2011/10/10/referat-podveska-avtomobilya-0> (дата обращения: 02.04.2023). – Текст: электронный.

2. Принцип работы активной подвески современного автомобиля и ее основные элементы. – URL: <https://car.ru/news/automobili/220021-printsip-raboty-aktivnoy-podveski-sovremennogo-avtomobilya-i-ee-osnovnyie-eielementyi/> (дата обращения: 02.04.2024). – Текст: электронный.

Шарака Данил Игоревич, студент гр. ААХ-29 б, ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, ДНР, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

Научный руководитель:

Соболь Оксана Викторовна, к.х.н., доцент; доцент кафедры физики и прикладной химии, ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, ДНР, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: cluck@mail.ru

OFF-ROAD AND PICKUP TRUCK SUSPENSIONS

Abstract. Car suspension, or springing system – a set of parts, assemblies and mechanisms that play the role of a connecting link between the car body. Included in the chassis. Modern car suspensions are becoming complex designs that combine mechanical, hydraulic, pneumatic and electrical elements, often have electronic control systems, which allows you to achieve a combination of high parameters of comfort, controllability and safety.

Keywords: car, SUV, pickup, suspension, suspension system.

Sharaka Danil, student of gr. ААKh-b, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, 286123, DPR, Makeevka, Derzhavin str., 2.

Sobol Oksana, Ph.D., Associate Professor; Associate Professor of the Department of Physics and applied chemistry, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, 286123, DPR, Makeevka, Derzhavin str., 2.

e-mail: cluck@mail.ru



УДК: 631.8

Жарук В.И.,

студентка гр. ЛА – 4а, ФГБОУ ВО «ДонНАСА»

Научный руководитель: к.т.н., доцент

Самойлова Е.Э.,

доцент кафедры «Физика и прикладная химия»,

кафедры «Техносферная безопасность»,

ФГБОУ ВО «ДонНАСА»

РОЛЬ АЗОТА В ПИТАНИИ РАСТЕНИЙ

Аннотация. Проведен анализ влияния минеральных и органических удобрений на распределение нитратного азота в системах почва - растения и почва - водная среда. Оценены возможные последствия применения удобрений на окружающую среду и здоровье человека. А также рассмотрены приемы сохранения экологически безопасного состояния почв и водной среды при применении удобрений.

Ключевые слова: агрохимия, агроэкосистема, почвенное плодородие, сельское хозяйство, удобрения.

Введение. В настоящее время главной задачей земледелия является увеличение урожайности культурных растений. Для этого в сельском хозяйстве используются технологии, которые предусматривают интенсивное применение минеральных удобрений, ядохимикатов, многократную обработку почвы, превращение на обширных территориях естественных биоценозов в искусственные. Направленность на индустриально-технологические системы земледелия позволила многим развитым странам в относительно короткий

отрезок времени значительно увеличить объемы производства продуктов питания [1].

Нерегулируемое использование средств химизации является одним из факторов ухудшения окружающей среды. Вносимые в почву агрохимикаты распределяются в системах почва-растение, почва-водная среда, почва-атмосферный воздух. Нарушение регламентов применения минеральных и органических удобрений (внесение повышенных доз) может приводить к возрастанию содержания нитратного азота в почве, сельскохозяйственной продукции, грунтовых водах. Употребление в пищу продуктов с повышенным содержанием нитратов представляет опасность для здоровья населения. Контроль содержания нитратного азота в почвах сельскохозяйственных угодий и продуктах растениеводства является необходимым условием получения, соответствующей санитарным нормам, производимой продукции.

Разработка технологий экологически безопасного использования удобрений актуальна в настоящее время. Негативное воздействие органических и азотных удобрений на окружающую среду связано прежде всего, с изменением направленности процессов трансформации азота в почве; изменением потоков миграции азота в почве и водных экосистемах; усилением образования газообразных азотистых соединений [1].

Постановка задачи. Применение удобрений в сельском хозяйстве играет важную роль в повышении урожайности, управлении плодородием почв и пищевой ценности сельскохозяйственных культур. Нарушение гигиенических и агрохимических регламентов применения удобрений приводит к чрезмерному накоплению их в почве, растениях они загрязняют пищевые продукты и продовольственное сырье, тем самым оказывая токсическое действие на организм человека. В зависимости от химического состава различают удобрения азотные, фосфорные, известковые, калийные, бактериальные, микроудобрения, комплексные и другие (рис. 1) (Мусин, Нуриев, 2006).

Необходимость в удобрениях объясняется тем, что естественный круговорот азота, фосфора, калия, других питательных для растений

соединений, не может восполнить потерь этих биоэлементов, выносимых из почвы с урожаем.

Важно правильно определять дозы и соотношения питательных элементов, выбирать оптимальные формы удобрений, сроки и способы их внесения. Все это позволяет повысить усвояемость питательных элементов удобрений сельскохозяйственными растениями, и, следовательно, снижать потери минеральных удобрений в окружающую среду (Смирнов, Муравин, 1977).



Рисунок 1. Основные виды удобрений.

Азот – основной элемент питания всех растений. Содержание его в растениях в среднем составляет около 1-3% от массы сухого вещества. Основные формы на Земле – газообразный молекулярный азот атмосферы, который составляет около 76 % воздуха по массе и связанный азот литосферы. Но молекулярный азот атмосферы не может усваиваться высшими растениями. В почве содержится лишь минимальная часть литосферного азота и только от 0,5 до 2 процентов почвенного азота доступно растениям. Такой азот представлен в форме NO_3^- и NH_4^+ -ионов. Ион NO_3^- подвижен, плохо фиксируется в почве и легко вымывается поверхностными водами в водоемы и глубже по профилю почвы. Содержание нитратов в почве повышается весной, когда создаются благоприятные условия для деятельности нитрифицирующих бактерий.

Катионы NH^4 менее подвижны, хорошо адсорбируются отрицательно заряженными частицами, меньше вымываются осадками.

Степень азотного питания определяет размеры и интенсивность синтеза белка и других азотистых органических соединений в растениях и, следовательно, ростовой процесс. Нехватка азота отражается особенно на росте вегетативных органов. Отличительным показателем азотного голодания растений является замедление роста вегетативных органов и, из-за нарушения выработки хлорофилла, появление бледно-зеленой или желто-зеленой окраски листьев [2].

Так как азот повторно используется растениями, признаки его дефицита появляются, прежде всего, у нижних листьев. При длительном и остром азотном голодании, в зависимости от вида растений, бледно-зеленый цвет листьев растений переходит в различные тона красного, желтого и оранжевого цвета, после этого пораженные листья высыхают и отмирают. При полноценном обеспечении азотом листья должны быть темно-зеленые, растения хорошо кустятся и формировать мощный стебель – листовой аппарат, а затем полноценные репродуктивные органы. Избыток снабжения растений азотом вызывает замедление их развития (созревания) и ухудшает структуру урожая. Растения образуют большую вегетативную массу в ущерб товарной части урожая. У клубне- и корнеплодов избыток азота может привести к израстанию ботвы, а у льна и зерновых – к полеганию посевов [2].

Калий также является одним из основных элементов питания растений, наряду с азотом и фосфором. В растениях его количество в среднем составляет 0,3 процента по массе, причем, практически весь он находится в ионной форме.

Часть из этого находится в структурных элементах клетки, другая часть – в клеточном соке. Роль калия в жизни растений многообразна и велика. Он содержится в листьях, корнях, стеблях, плодах, причем в вегетативных органах его, обычно, больше, чем в плодах. Также в старых растениях калия меньше, чем в молодых. Он способен регулировать транспорт углерода в растениях, в результате в плодах и ягодах, при созревании, увеличивается количество сахара,

в растительных клетках активизирует синтез органических веществ. Нормальная обеспеченность растений калием увеличивает рост луковиц, корней и клубней, а также повышает их зимостойкость. Калий способствует поддержанию водного баланса в растениях, влияет на азотный обмен. При остром дефиците калия в клетках накапливается избыток аммиака, что замедляет процесс дыхания, фотосинтеза и растяжения клеток, что в свою очередь, может вызывать гибель ростового кончика, нарушается окраска листьев и даже их опадение, приводит к гибели растения. При недостатке калия плоды у фруктов становятся менее сладкими, зерно у злаков – шуплое и невсхожее. Отсутствие калия также приводит растение к гибели (Боглова, Шапошникова, Фандо 2008).

Фосфор. Большая часть этого элемента находится в растениях в виде органических соединений. Он входит в состав белков, ядра клеток, нуклеопротеидов, нуклеиновых кислот, ферментов, фитина, витаминов, липидов, участвует в образовании и превращении углеводов и азотистых веществ, в процессах дыхания и брожения. Фосфор является носителем энергии в растении, так как он способен образовывать соединения с большими запасами энергии.

Нормальное снабжение растений этим элементом сокращает период созревания, ускоряет образование органов плодоношения. Все растения чувствительны к недостатку фосфора в раннем возрасте, когда усваиваемая способность неразвитой корневой системы крайне слаба. Достаточная обеспеченность растений фосфором способствует повышению зимостойкости растений, увеличивает содержание углеводов в растениях, способствует более глубокому проникновению корней в почву. Разнообразные формы фосфорных соединений, имеющих разную растворимость и находящихся в почве в разных количественных соотношениях, принимают участие в питании растений. Неусвояемые растениями органические фосфаты составляют значительную долю от валовых запасов фосфора. Растения используют лишь небольшую часть подвижных фосфатов, которые содержатся в почве (около 5 - 15%). Этот процесс находится в тесной зависимости от ряда агрохимических свойств почв, и прежде

всего от кислотности, содержания фосфора в почве, гумуса, наличия подвижного алюминия.

Фосфор оказывает большое влияние на плодородие почв с высоким содержанием алюминия, железа, марганца, он связывает эти элементы, снижая их отрицательное воздействие на продуктивность растений [3].

Потери азота из почвы. Несмотря на интенсивный рост производства азотных удобрений, азот остается наиболее дефицитным элементом питания, лимитирующим урожайность сельскохозяйственных культур практически во всех почвенно-климатических зонах земного шара. Нитратный азот мигрирует с влагой не только в почве, но и в глобальном масштабе на всей планете Земля (рис. 2).

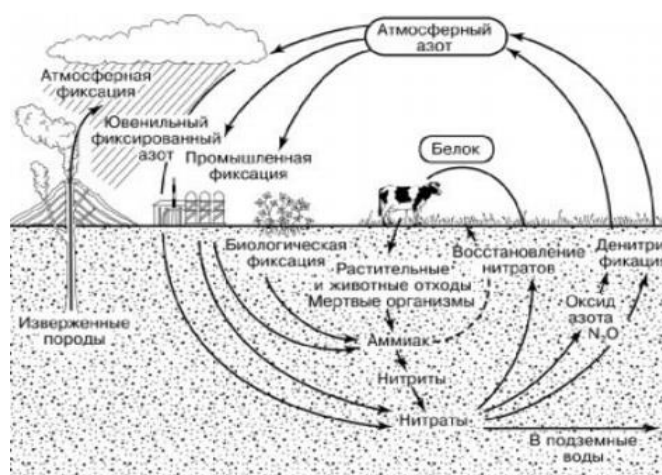


Рисунок 2. Круговорот азота в биосфере.

Известно, что основными источниками азота в питании растений являются: азот почвы, биологический азот, технический азот. В земледелии России роль и значимость этих источников в азотном балансе в разные эпохи были неоднозначны. Длительное время практически единственным источником был и остается азот почвы [3].

Применение азотных удобрений способствует значительной дополнительной минерализации азота почвенных запасов, размер которой зависит не только от количества гумуса, но и от его качественного состава. С

увеличением доз азотных удобрений коэффициенты использования азота удобрений уменьшаются, а газообразные его потери увеличиваются [4].

Потери азота из почвы в газообразной форме и за счет вымывания нитратов являются основной причиной снижения коэффициентов использования и эффективности азотных удобрений, в тоже время они в решающей степени определяют возможность отрицательного воздействия высоких доз азотных удобрений на окружающую среду. Поэтому изучение природы и размера потерь азота из почвы при различных условиях имеет очень важное значение.

Вымывание азота из почвы происходит в результате поверхностного и внутрипочвенного стока (рис. 3). Величина этих потерь зависит от количества осадков, их распределения, норм полива в орошаемых районах, рельефа местности, наличия растительного покрова, физико-механических свойств почвы, системы технологий выращивания культур. Миграция азота из почвы может частично пополняться его поступлением с атмосферными осадками [4].



Рисунок 3. Поверхностный сток дождевых осадков с пахотной земли

Потери азота почвы и удобрений происходят вследствие денитрификации – процесса восстановления нитратного азота до свободного молекулярного азота (N_2) или до газообразных окиси и закиси азота (NO и N_2O).

Длительное время считалось, что потери азота из почвы в газообразной форме являются следствием только денитрификации. Однако в последующем были расширены представления о размерах и механизмах потерь азота. Экспериментально установлено, что потери азота в газообразной форме могут происходить не только в результате диссимиляторного восстановления

нитратов, но и при окислении аммонийного азота в ходе первой фазы процесса нитрификации. По современным представлениям нитрификация – это сложный многоступенчатый процесс, осуществляемый автотрофными микроорганизмами.

Биологическая сущность этого процесса и основные закономерности были изучены С.Н. Виноградским. Им установлено, что нитрификация происходит в две стадии. Первая фаза нитрификации – окисление аммония в нитриты – отличается наибольшей сложностью и происходит с образованием не менее двух промежуточных продуктов. Вторая фаза представляет собой окисление нитритов в нитраты. Образовавшаяся азотная кислота подкисляет почву. Экологическое значение гетеротрофной нитрификации заключается в том, что в отличие от автотрофной нитрификации, она активно протекает в кислых условиях среды, внося существенный вклад в общий баланс окисления азота в природе, тем самым, пополняя газообразные потери его в форме закиси [5].

Содержание азота и зольных элементов в растениях и их органах может сильно колебаться и обуславливается биологическими особенностями культуры, условиями питания и возрастом. Количество азота в растениях непосредственно коррелирует с содержанием белка, а его всегда больше в семенах и молодых листьях, нежели в соломе созревших культур. В клубнях и корнеплодах азота меньше, чем в ботве. Наиболее высоким содержанием золы (до 20% и более) отличаются листовые овощи (салат, шпинат). У растений имеются значительные различия в составе и содержании зольных элементов. Доказана безусловная необходимость макро- и микроэлементов для растений. Эти элементы могут входить в состав органических соединений, обеспечивают аккумуляцию и перенос энергии в растениях, участвуют в обмене углеводов, жиров и белков как компоненты ферментов природы, либо, не входя в состав органических соединений, обуславливают физико-химические свойства отдельных клеточных и субклеточных структур и возможность нормального обмена веществ в клетках.

Результаты. В рамках данной работы рассматривается распределение нитратного азота в системах почва – растение и почва – водная среда.

При определении реального баланса азота в почве необходимо рассчитывать содержание азота в минеральных удобрениях согласно установленным стандартам при условии правильного хранения, а содержание азота в органических – определять путем ежегодных анализов, а не по справочной литературе.

Вынос азота и его качественный состав зависят от ряда факторов, определяющих запас на участке азотных соединений и условия их смыва поверхностным стоком. К этим условиям относятся: физико-химические свойства почвы, объем водного стока и его внутригодовое распределение, режим орошения, произрастающие культуры, вносимые удобрения (химический состав, дозы, сроки применения). Известно, что азот удобрений поступает в почву в аммиачной, амидной и нитратной формах, однако вынос его наблюдается преимущественно в нитратной форме.

Грунтовые воды, формирующиеся в условиях хорошо освоенных сельскохозяйственных угодий, содержат 0,11...17 мг/л нитратного азота.

Эвтрофикация (гипертрофикация) означает обогащение воды питательными веществами, в частности азотсодержащими или фосфорсодержащими веществами, вызывающими ускоренный рост водорослей и высших растений, нарушающими баланс водной среды и ухудшающими качество воды (рис. 4).

Эвтрофикация водоемов представляет собой природный процесс, развитие которого обусловлено геохимической миграцией в ландшафтах биофильных элементов. Сельское хозяйство является главной антропогенной причиной эвтрофикации. Азот и фосфор – ключевые химические элементы в процессе эвтрофикации – вымываются с полей в поверхностные воды (поверхностный сток и осадки), и избыток питательных веществ включается в естественное распределение макроэлементов. Такой процесс, в естественных условиях, из-за ограниченного поступления биогенных элементов, происходит на протяжении нескольких тысячелетий. Но под воздействием антропогенного фактора, и в особенности применения минеральных и органических удобрений, образование

первичной продукции в водоемах повышается в несколько раз. Таким образом, это способствует очень быстрому переходу водоемов от одного трофического уровня к другому, чаще всего такие изменения приводят к превращению водного объекта в болото. Скорость таких преобразований настолько высока, что срок жизни водной экосистемы может сокращаться с десятков тысяч до нескольких сотен лет.



Рисунок 4. Эвтрофикация водоема

Эвтрофикация водоемов может представлять опасность для здоровья человека и сельскохозяйственных животных. Сине-зеленые водоросли являются продуцентами токсических веществ, которые могут способствовать повреждению кожных покровов, возникновению острых аллергических конъюнктивитов и заболеванию дыхательной системы [6]. Установлено, что содержащаяся в водорослях тиамилаза, аккумулируясь в организме планктоноядных рыб, может вызывать разрушение витамина В1, развивающаяся тиаминная недостаточность может быть причиной их гибели. Регулярное употребление человеком и млекопитающими рыбы с признаками В1-авитаминоза приводит к возникновению у них желудочно-кишечных заболеваний и гафской болезни [7].

Эвтрофикация наземных экосистем представляет собой еще один экологический феномен, заслуживающий большего внимания. Эвтрофикация наземных экосистем может затрагивать леса и пастбища, где избыток фосфора

стимулирует рост растений, предпочитающих богатую фосфором среду и конкурирующих с видами, плохо переносящими высокий уровень содержания фосфора. Исчезновение видов растений сопровождается исчезновением животных, привыкших кормиться этими растениями. Это оказывает негативное воздействие на пищевую цепочку в целом, что еще больше сокращает биоразнообразие в эвтрофицированных экосистемах.

Влияние нитратного азота на здоровье человека. На сегодняшний день возникают вопросы исследования экологических последствий распределения в биологических системах нитратов и нитритов.

Органические вещества почвы являются основным источником нитратов, в ходе минерализации которых и формируется нитратный запас водных и наземных экосистем. Азотсодержащие минеральные удобрения стали дополнительными источниками нитратов, сюда также можно отнести сточные воды промышленных предприятий, стоки и отходы животноводческих комплексов, атмосферные осадки, коммунально-бытовые отходы [6].

Все растения постоянно извлекают нитраты из почвы, перерабатывая их в органические соединения, такие как: аминокислоты, белки и другие.

Однако нитраты распределяются в растениях очень неравномерно. Для организма человека нитраты сами по себе безвредны. Но часть из них превращается в нитриты (соли азотистой кислоты), которые могут блокировать дыхание клеток.

У разных растений способность к накоплению нитратов неодинакова. Самой высокой обладают листовые овощи: капуста, зеленые культуры, салаты, а также корнеплоды; меньше – баклажаны, томаты, перцы. Особенное опасение нитраты вызывают своим присутствием в пресных водах децентрализованного управления (родники, скважины, колодцы) (Сигора, 2013).

Нитраты оказывают на организм человека токсическое влияние. В результате систематического поступления в организм, они могут оказывать и канцерогенное воздействие. Высокая концентрация этих веществ влияет на усвоение витамина А, может приводить к нарушениям работы щитовидной

железы, сердца, центральной нервной системы. Нитраты, попадая в желудочно-кишечный тракт человека, подвергаются многочисленным биохимическим превращениям. Под действием микрофлоры они восстанавливаются до нитритов. Токсичность образовавшихся соединений в двадцать раз выше исходных. Попадая в кровь, нитриты, взаимодействуют с гемоглобином, изменяя валентность железа, и превращают его в метгемоглобин, который уже не способен выполнять функцию переносчика кислорода. Для детей раннего возраста появление метгемоглобина в крови особенно опасно, что объясняется низкой кислотностью в их желудке, она способствует развитию микроорганизмов, которые участвуют в превращении нитратов в нитриты, отсутствием хорошо сформированных ферментных систем перевода метгемоглобина в гемоглобин и потреблением на единицу массы тела больших объемов жидкости в сравнении с взрослым организмом (Новиков, Окладников, 1985).

Последние расчеты показали, что нитратно-нитритная нагрузка для детей в возрасте от шести месяцев до шести лет на 84,2—111,2% больше, чем у взрослых, даже при употреблении одних и тех же продуктов питания. Ослабление иммунной системы, снижение умственной и физической работоспособности, изменение биотоков головного мозга, появление стойких аллергических реакций является следствием хронической интоксикации организма человека нитратами и нитритами является. Метгемоглобиния не всегда сопровождается внешне заметными симптомами, это очень усложняет диагностирование заболевания. Нитриты, включаются в обменные процессы, изменяя активность некоторых ферментов, повышают, прямым или косвенным путем, чувствительность организма к воздействию мутагенных и канцерогенных факторов. Эпидемиологические исследования обнаружили наличие прямой связи между смертностью от рака желудка и содержанием нитратов в продуктах питания и питьевой воде (Андрианов, Ильницкий, 1989).

Для взрослого человека предельно допустимая норма нитратов – 5 мг на 1 кг массы тела человека, это значит, что на человека весом в 60 кг приходится

0,25 г. Для ребенка до шести лет максимальная допустимая доза составляет не более 50 мг. А для отравления грудного малыша хватит и 10 мг нитратов.

Смертельная доза нитратов для человека составляет 8...15 г. Сравнительно легко человек переносит дневную дозу нитратов в 15...200 мг; 500 мг – это предельно допустимая доза (600 мг – уже токсичная доза для взрослого человека) [7].

Выводы. Интенсификация сельскохозяйственного производства сопровождается увеличением объемов применения средств химизации, что является одним из факторов, существенно влияющих на качество окружающей среды и здоровья населения.

Применение повышенных доз минеральных и органических удобрений приводит к возрастанию потока нитратного и аммонийного азота в системах почва – растения и почва – водная среда.

Литература

1. Авдонин, Н.С. Свойства почвы и урожай / Н.С. Авдонин. – М.: Колос, 1965. – 271 с. – Текст: непосредственный.
2. Авдонин, Н.С. Научные основы применения удобрений / Н.С. Авдонин. – М., 1972. – 175 с. – Текст: непосредственный.
3. Васильев, В.А. Справочник по органическим удобрениям / В.А. Васильев, Н.В. Филиппова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Росагропромиздат, 1988. – 255 с. – Текст: непосредственный.
4. Кидин, В.В. Особенности питания и удобрения сельскохозяйственных культур: учебное пособие / В.В. Кидин. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2009. – 412 с. – Текст: непосредственный.
5. Кулаковская, Т.Н. Оптимизация агрохимической системы почвенного питания растений / Т.Н. Кулаковская. – М.: Агропромиздат, 1990. – 219 с. – Текст: непосредственный.

Жарук Вероника Игоревна, студентка группы ЛА-4а, ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», ул. Державина, д. 2, г. Макеевка, ДНР, РФ, 86123.

e-mail: zharuk.v.i-la-4a@donnasa.ru

Научный руководитель:

Самойлова Елена Эдуардовна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Физика и прикладная химия», кафедры «Техносферная безопасность», ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», ул. Державина, д. 2, г. Макеевка, ДНР, РФ, 86123.

e-mail: e.e.samojlova@donnasa.ru

ROLE OF NITROGEN IN PLANT NUTRITION

Annotation. An analysis of the influence of mineral and organic fertilizers on the distribution of nitrate nitrogen in the soil-plant and soil-aqueous systems was carried out. The possible consequences of the use of fertilizers on the environment and human health are assessed. Techniques for maintaining the environmentally safe state of soils and the aquatic environment when using fertilizers are also considered.

Key words: agrochemistry, agroecosystem, soil fertility, agriculture, fertilizers.

Zharuk Veronika Igorevna, student of group LA-4a, Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, Derzhavin str., 2, Makeyevka, 86123, DPR, Russia, 86123.

e-mail: zharuk.v.i-la-4a@donnasa.ru

Scientific adviser:

Samoilova Elena Eduardovna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Physics and Applied Chemistry, Department of Technosphere Safety, Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, Derzhavin str., 2, Makeyevka, 86123, DPR, Russia, 86123.

e-mail: e.e.samojlova@donnasa.ru



УДК 697.9

Авраменко М.М.,

студент гр. ТГВ-58 а ФГБОУ ВО «ДонНАСА»

Научный руководитель: к.х.н., доц.

Соболь О.В.,

доц. кафедры физики и прикладной химии

ФГБОУ ВО «ДонНАСА»

РАЗВИТИЕ ВЕНТИЛЯЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Аннотация. Наличие вентиляционной системы необходимо для обеспечения воздухообмена внутри здания путем удаления излишней влаги, тепла, вредных веществ. Ее присутствие – одно из главных условий для обеспечения жизнедеятельности человека. Если в помещении отсутствуют любые виды систем вентиляции, это вредит человеческому организму, приводит к образованию грибков и других микроорганизмов, т.к. в условиях отсутствия воздухообмена образуется конденсат.

Вентиляция общественных зданий и сооружений – это инженерная система, которая создает комфортные условия для работников и посетителей. Она поддерживает необходимую температуру, комфортный уровень влажности и чистоту воздуха на уровне, предусмотренном действующими нормативами СанПиН. Эта система также обеспечивает и пожарную безопасность объекта.

Ключевые слова: вентиляционная система, воздухообмен, микроклимат, здание, человек.

Введение. Начало истории вентиляции было положено настолько давно, что, в сравнении со средней продолжительностью человеческой жизни, жизнь вентиляции как науки, организации микроклимата, покажется просто громадной. Пионеры вентиляционных систем использовались при сооружении царских

палат, ритуальных культовых сооружений и прочих весьма серьезных объектов. При этом следует всегда делать скидку на то, что не всякое культурное сообщество могло позволить себе построить систему, обеспечивающую на все 100 % возложенные на нее задачи. Причина банальна – не было необходимого количества опыта и наработок в этой области. Вместе с тем, наши предки делать это пытались, и данные попытки постепенно способствовали усовершенствованию вентиляционных систем.

Постановка задачи и ее решение. Чистый воздух комфортной температуры в общественных зданиях создает нужные условия для работы и отдыха людей. Инженерная система, которая подает воздушные массы в комнаты и удаляет их, обязательна для таких объектов капитального строительства. Без них строение не получится сдать в эксплуатацию.

Зачем нужна вентиляция помещений:

- летом воздух нагревается и требует замены на прохладный;
- от работы станков, компьютеров, копировальных аппаратов скапливается пыль, которую нужно удалять;
- технологические процессы приводят к образованию неприятных запахов и дыма, которые негативно влияют на самочувствие работников;
- дыхание человека и сантехника увеличивают влажность воздуха, поэтому уровень водяного пара необходимо постоянно уменьшать во время проветривания.

Вентиляция в общественных зданиях строится при их возведении, капитальном ремонте или модернизации. Ее характеристики подбираются с учетом санитарных и строительных норм, которые действуют в нашей стране.

Классификация систем вентиляции.

Системы классифицируют по разным критериям:

- способу подачи;
- назначению;
- способу воздухообмена;
- конструктивному исполнению.

Тип вентиляции определяют на этапе проектирования строения. При этом принимают во внимание как экономическую так, и техническую сторону, а также санитарно-гигиенические условия.

Виды вентиляционной системы по способу подачи.

Если базироваться на способах подачи и изъятия воздуха из помещения можно выделить 3 категории вентиляции:

- естественная;
- механическая;
- смешанная.

Выполняют проектирование вентиляции, если такое решение способно обеспечить воздухообмен, соответствующий установленным нормам.

Когда вентиляция естественного типа не удовлетворяет требования санитарно-гигиенических нормативов, выбирают второй вариант – механический способ активации воздушной массы.



Рисунок 1. Промышленная разновидность вентиляционной системы



Рисунок 2. Механическая вентиляция в паре с воздушным отоплением

Устройство и назначение элементов систем вентиляции и воздуха.

В состав системы механической вентиляции входят:

- вентиляторы – осуществляют принудительную подачу воздуха на заданной скорости;
- вентиляционные каналы – по ним движется поток;
- вытяжные решетки — монтируются на внутренней стене помещения, выполняют барьерную и декоративную функцию;
- диффузоры – колпачки выходов вентиляционных каналов. Обеспечивают равномерное перемешивание подаваемого в помещения воздуха и препятствуют образованию сквозняков;
- соединители, колена, тройники, переходные элементы для соединений с вентиляторами – монтажные компоненты;
- колпаки, абсорберы, воздухозаборники (крышные, настенные и отдельно стоящие) – осуществляют подачу свежего воздуха в систему;
- воздухоотводы (крышные и настенные) – выводят отработанный воздух;
- монтажные кронштейны – помогают закрепить оборудование и вентиляционные каналы.

Устройство систем вентиляции предполагает наличие акустических глушителей (снижают шум) и фильтров (очищают воздух).

Естественная вентиляция.

Работа самотечной вентиляции основана на естественном движении воздуха, вызванном разницей давления и температур внутри и снаружи здания. Свежий воздух поступает в здание через щели в окнах и дверях или специальные воздухозаборники. Отработанный – выходит наружу через вытяжные отверстия, соединенные с воздуховодами. Вентиляционные решетки размещаются под потолком в кухне, ванной и туалете.

В здании с проектируемой естественной вентиляцией направления воздушных потоков располагаются двумя способами:

1. Снизу вверх (влияние разницы температур и плотности воздуха).
2. С наветренной стороны на подветренную (действие ветра).

В помещениях типа кладовой или хозяйственного подвала без вентиляционных каналов в наружной стене устанавливается приточный клапан, оборудованный снаружи вентиляционной решеткой или сеткой

На эффективность самотечной вентиляции влияют следующие факторы:

- внешнее атмосферное давление (сила ветра);
- разница температур: внешняя и внутренняя;
- высота, на которой происходит воздухообмен;
- сопротивление внутри воздуховодов.

Самотечная вентиляция зависит от погодных условий, не регулируется, связана с необходимостью строительства вентиляционных каналов, малоэффективна.

Механическая вентиляция.

Системы механической вентиляции могут реализовываться по-разному.

Самые популярные решения:

- вытяжные вентиляторы монтируются в воздуховоды и обеспечивают более эффективное удаление отработанного воздуха, чем при естественной вентиляции;
- подача и удаление воздуха возможна с помощью центрального вентилятора в приточно-вытяжной установке;
- механическая вентиляция с рекуперацией – теплообменники позволяют рекуперировать (возвращать) тепло и экономят энергию для обогрева дома.

Механическая вентиляция не зависит от условий снаружи здания и работает эффективнее естественной. Позволяет контролировать и регулировать количество приточного и вытяжного воздуха. Обладает большей эффективностью.

Гибридная вентиляция.

Гибридная вентиляция – это сочетание естественной и механической вентиляции. Работает попеременно, подстраиваясь под погодные условия. Использует разницу температур и ветер. При необходимости запускает работу вентилятора, который расположен в вентиляционном канале.

Преимущества и недостатки вентиляции.

Плюсы и минусы, а также основы эксплуатации систем вентиляции определяются принципом их работы. Естественная вентиляция, как правило, ничего не стоит. Не нужно тратиться на закупку дорогих комплектующих, оплачивать счета за электроэнергию, ремонт и сервис. В этом – главный плюс. Минусы – в непостоянстве и зависимости от погоды за окном. Этот тип вентиляции работает безупречно при разнице внешней и внутренней температуры в 15°C и умеренном ветре. Если на улице слишком холодно и ветер порывистый, комната быстро выстывает. Если за окном слишком жарко, естественная вентиляция перестает работать.

Перечень недостатков:

1. Поскольку регулировать самотечную вентиляцию в зависимости от условий невозможно, она часто малоэффективна.
2. В случаях, когда температура наружного воздуха слишком высока, возникает обратная тяга.
3. Естественная вентиляция требует строительства воздухопроводов, что увеличивает инвестиционные затраты.
4. Вентиляционные решетки могут располагаться только в стенах, прилегающих к вентиляционным каналам.
5. Стены, через которые проходят вентиляционные каналы, должны соответствовать определенным требованиям.

Преимущества механической вентиляции – в управляемости, регулируемой производительности и функциональности. При проектировании рассчитывается мощность устройства, которая оптимальна для конкретного помещения. Можно задать скорость работы вентилятора и установить фильтры,

которые будут очищать воздух. Работа принудительной вентиляции не зависит от погоды и ограничена лишь характеристиками оборудования. Установка рекуператора сокращает затраты на отопление на 60-80% (целесообразно в холодном климате при большой разнице наружной и внутренней температур). Минусы: более высокие, в сравнении с естественной, затраты на проектирование, монтаж, обслуживание.

Рекомендации по выбору систем вентиляции.

Какую систему вентиляции выбрать? Это вопрос можно перефразировать так: стоит ли дополнять естественную вентиляцию, которая уже есть в наших домах, механической? Ответ: конечно, да. Однако нужно определить, какое решение будет оптимальным. Если речь идет о бытовой вентиляции (нужно организовать приток свежего воздуха в комнату), достаточно портативных решений. Стеновой или оконный клапан, проветриватель, более дорогой и функциональный бризер отлично справятся с задачей. Эти устройства имеют встроенный вентилятор, как опцию – канальный нагреватель, фильтры. Для коммерческих и производственных помещений организовать качественную циркуляцию воздуха без приточно-вытяжной установки невозможно.

Вывод. Не существует типовых решений для каждого вида объектов. Основы проектирования систем вентиляции предполагают эффективную совместную работу. К выбору оборудования в каждом конкретном случае нужно подходить индивидуально.

Литература

1. Краткая история вентиляции. – URL: <https://www.c-o-k.ru/articles/kratkaya-istoriya-ventilyacii> (дата обращения: 02.04.2024). – Текст: электронный.
2. Виды системы вентиляции. – URL: <https://sovet-ingenera.com/vent/raschety/vidy-sistem-ventilyacii.html> (дата обращения: 02.04.2024). – Текст: электронный.

3. Вентиляция и кондиционирование основные рекомендации. – URL: <https://ceds.ru/blog/ventilyatsiya-i-konditsionirovanie-osnovy-rekomendatsii-osnovy/> (дата обращения: 02.04.2024). – Текст: электронный.

Авраменко Максим Михайлович, студент гр. ТГВ-58 а, ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, ДНР, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

Научный руководитель:

Соболь Оксана Викторовна, к.х.н., доцент кафедры физики и прикладной химии, ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, ДНР, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: cluck@mail.ru

DEVELOPMENT OF VENTILATION OF BUILDINGS AND STRUCTURES

Abstract. The presence of a ventilation system is necessary to ensure air exchange inside the building by removing excess moisture, heat, harmful substances. Its presence is one of the main conditions for ensuring human life. If there are no any types of ventilation systems in the room, this harms the human body, leads to the formation of fungi and other microorganisms, because in the absence of air exchange, condensate is formed.

Ventilation of public buildings and structures is an engineering system that creates comfortable conditions for workers and visitors. It maintains the required temperature, comfortable humidity level and air purity at the level provided for by the current standards of Sanitary rules and regulations. This system also ensures fire safety of the facility.

Keywords: ventilation system, air exchange, microclimate, building, person.

Avramenko Maksim, student of gr. TGV-58 a, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, 286123, DPR, Makeevka, Derzhavin str., 2.

Sobol Oksana, Ph.D., Associate Professor of the Department of Physics and applied chemistry, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, 286123, DPR, Makeevka, Derzhavin str., 2.

e-mail: cluck@mail.ru





УДК 678.686

Валуев Н.Р.,

студент гр. ИЗОС – 5а, ФГБОУ ВО «ДонНАСА»

Научный руководитель: к.т.н., доцент

Самойлова Е.Э.,

доцент кафедры «Физика и прикладная химия»,

кафедры «Техносферная безопасность»,

ФГБОУ ВО «ДонНАСА»

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СЖИГАНИЯ ТКО

Аннотация. Тема данной работы посвящена изучению экологических проблем, связанных с процессом сжигания твердых коммунальных отходов (ТКО) с целью получения тепла. В работе рассматриваются основные аспекты этой проблематики, включая воздействие выбросов на окружающую среду, здоровье человека и экосистемы, а также анализ существующих методов управления и решения данной проблемы.

Ключевые слова: ТКО (твердые коммунальные отходы), сжигание, аммиак, углекислый газ, угарный газ.

Введение: Современное общество сталкивается с рядом серьезных экологических проблем, среди которых особое место занимает проблема управления твердыми коммунальными отходами (ТКО). Одним из распространенных методов обращения с ТКО является их сжигание с целью получения тепла и энергии. Однако этот процесс несет за собой ряд экологических рисков и проблем, которые требуют серьезного внимания и исследования.

Постановка задачи: Цель данного исследования заключается в анализе экологических проблем, возникающих при сжигании ТКО, рассмотреть воздействие таких действий на окружающую среду.

Результаты работы: анализ экологических проблем, возникающих при сжигании ТКО.

Деятельность человека связана с появлением огромного количества разнообразных отходов. Отходы являются источником поступления вредных химических, биологических и биохимических веществ в окружающую среду, отрицательно влияют на окружающий природный ландшафт. Это создает определенную угрозу здоровью и жизни населения.

Твердые коммунальные отходы – отходы, образующиеся в жилых помещениях в процессе потребления физическими лицами, а также товары, утратившие свои потребительские свойства в процессе их использования физическими лицами в жилых помещениях в целях удовлетворения личных и бытовых нужд. К твердым коммунальным отходам также относятся отходы, образующиеся в процессе деятельности юридических лиц, индивидуальных предпринимателей и подобные по составу отходам, образующимся в жилых помещениях в процессе потребления физическими лицами [1].

В России ежегодно образуется более 60 млн тонн твердых коммунальных отходов (ТКО). В среднем на человека приходится до 400 кг отходов в год. Уровень переработки в России составляет лишь 5-7%, в то время как в странах Европейского союза перерабатывается до 60% ТКО. Таким образом, в России более 90% мусора направляется на полигоны и несанкционированные свалки, и количество накопленных отходов растет. Из-за изношенности инфраструктуры по сбору и захоронению ТКО большая часть отходов на сегодняшний день захоранивается на открытых полигонах и свалках, не оборудованных средствами специальной защиты почв, вод и прилегающих территорий от загрязнения.

Определение выделения загрязняющих веществ было сделано экспериментальным методом. В рамках данного исследования проводился ряд модельных экспериментов, по горению наиболее распространенных отходов.

Бралась навеска 500 граммов каждого вида отходов, поджигалась и на расстоянии одного метра от пламени в столбе дыма производился замер содержащихся газов с помощью газоанализатора МАГ-6П. Наиболее активно при горении выделялись Аммиак (NH_3), Углекислый газ (CO_2) и угарный газ (CO). Для наиболее наглядного представления результатов экспериментов, они представлены в столбчатых диаграммах [2].

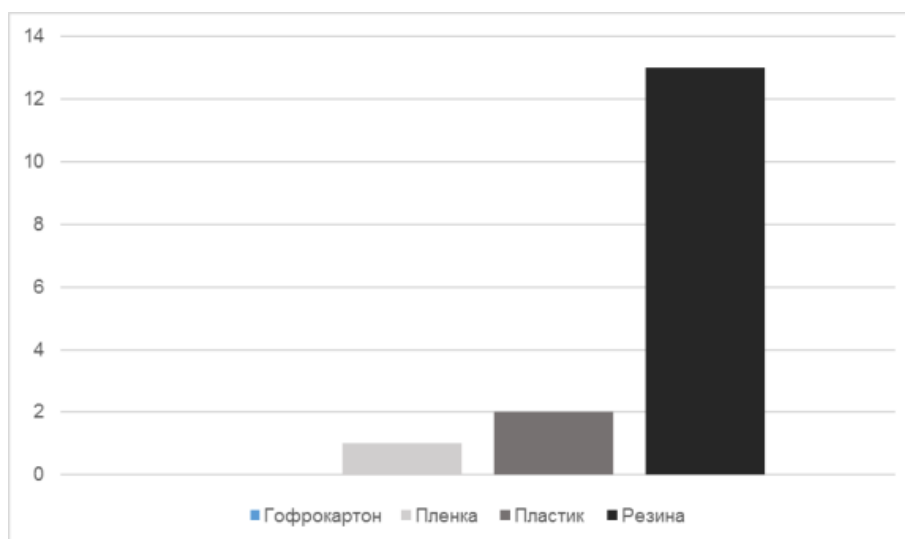


Рисунок 1. Выделение аммиака (NH_3) при горении различных видов ТКО, мг/м³

Аммиак образующийся при сжигании ТКО может вызвать ряд негативных последствий для здоровья человека:

Раздражение глаз, носа и горла: высокие концентрации аммиака в воздухе могут вызывать раздражение слизистых оболочек глаз, носа и горла, что проявляется в виде слезотечения, чихания, кашля и затруднения дыхания.

Ожоги кожи: контакт с концентрированными растворами аммиака может привести к ожогам кожи и раздражению.

Повреждение дыхательных путей: вдыхание высоких концентраций аммиака может привести к повреждению дыхательных путей, что может вызвать затруднение дыхания и воспаление легких.

Отравление: при вдыхании больших количеств аммиака или при продолжительном воздействии он может вызвать отравление, что проявляется в виде головной боли, тошноты, рвоты, головокружения и обморока.

Воздействие на органы: повторное или длительное воздействие аммиака может оказать вредное воздействие на различные органы, включая почки, печень и нервную систему.

Также аммиак негативно влияет на окружающую среду.

Загрязнение водных ресурсов: выбросы аммиака в атмосферу могут оседать на поверхности водоемов, приводя к загрязнению воды. Это может негативно сказываться на живых организмах, обитающих в воде, и вызывать дисбаланс в экосистемах.

Воздействие на почву: аммиак, оседая на почве, может изменять ее химический состав и pH, что может привести к вымыванию питательных веществ и загрязнению грунтовых вод. Это может негативно повлиять на рост и развитие растений, а также на качество почвы для сельскохозяйственного использования.

Атмосферное загрязнение: выбросы аммиака могут способствовать формированию смога и других видов атмосферного загрязнения. При участии аммиака могут образовываться азотные оксиды и другие вредные вещества, которые негативно влияют на качество воздуха и здоровье людей.

Влияние на биоразнообразие: высокие концентрации аммиака могут быть токсичными для многих видов растений и животных, что может привести к нарушению биоразнообразия и уменьшению численности и разнообразия видов в экосистемах.

Кислотные дожди: аммиак, взаимодействуя с другими загрязняющими веществами в атмосфере, может способствовать образованию кислотных дождей, что может привести к разрушению природных экосистем, повреждению лесов и водоемов [3].

Углекислый газ (CO_2), образующийся при сжигании твердых коммунальных отходов (ТКО), может представлять опасность как для здоровья человека, так и для окружающей среды.

СЕКЦИЯ «ФИЗИКА И ПРИКЛАДНАЯ ХИМИЯ»

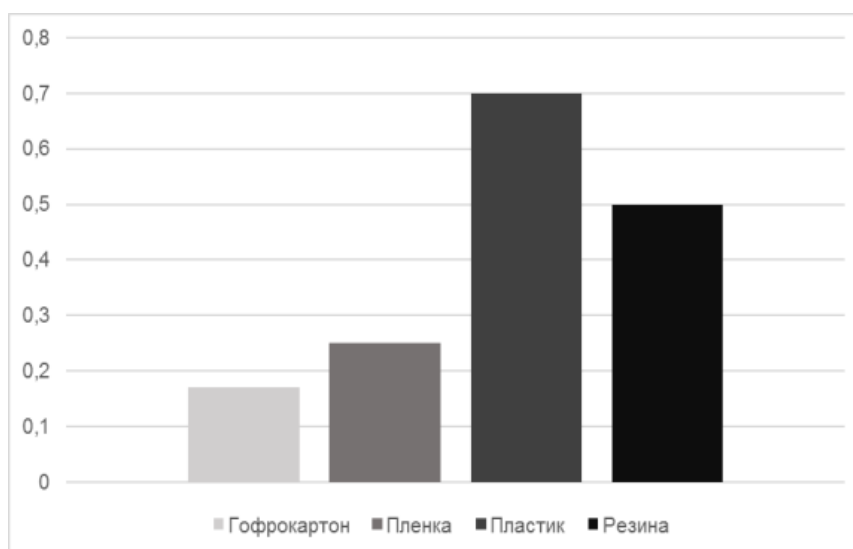


Рисунок 2. Выделение Углекислого газа (CO₂) при горении различных видов ТКО, %

Для человека. Отравление: высокие концентрации углекислого газа в воздухе могут вызвать отравление человека. При вдыхании высоких концентраций CO₂ может произойти кислородное голодание, что приведет к головной боли, головокружению, тошноте, рвоте, а в экстремальных случаях – к потере сознания и смерти.

Воздействие на дыхательную систему: длительное вдыхание углекислого газа может оказывать негативное воздействие на дыхательную систему, вызывая затруднение дыхания, дискомфорт и раздражение слизистых оболочек.

Для окружающей среды. Участие в парниковом эффекте: выбросы углекислого газа при сжигании ТКО способствуют увеличению содержания этого газа в атмосфере, что является одной из причин глобального потепления и изменения климата.

Кислотные дожди: углекислый газ взаимодействует с другими атмосферными компонентами, образуя кислотные соединения, которые могут вызвать кислотные дожди. Это может нанести ущерб растительному покрову, почвам и водным экосистемам.

Воздействие на биоразнообразие: изменение климатических условий из-за увеличения концентрации углекислого газа может привести к снижению биоразнообразия и угрозе для многих видов растений и животных [4].

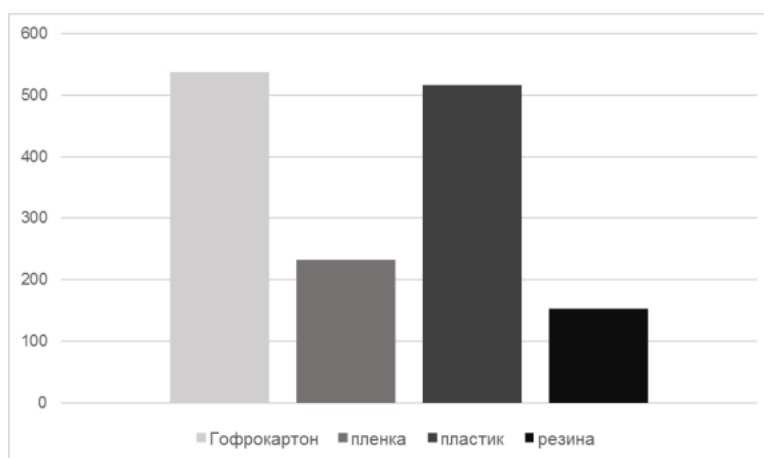


Рисунок 3. Выделение угарного газа (CO) при горении различных видов ТКО, мг/м³

Угарный газ, который может образовываться при сжигании твердых коммунальных отходов (ТКО), состоит главным образом из окиси углерода (CO) и может представлять серьезную опасность как для человека, так и для окружающей среды.

Для человека. Отравление угарным газом: угарный газ является ядовитым для человека. При вдыхании его высоких концентраций происходит замещение кислорода в крови, что может привести к отравлению и асфиксии. Первые симптомы могут включать головную боль, головокружение, тошноту и рвоту, а в случае продолжительного воздействия – потерю сознания и смерть.

Токсичное воздействие на органы: длительное воздействие угарного газа может привести к серьезным повреждениям органов, включая нервную систему, сердце и легкие.

Для окружающей среды. Атмосферное загрязнение: выбросы угарного газа в атмосферу могут приводить к загрязнению воздуха, что может негативно сказываться на качестве окружающей среды и здоровье людей.

Экологический ущерб: высокие концентрации угарного газа могут нанести ущерб растительности и животному миру, включая земные и водные экосистемы [5].

Литература

1. Бусыгин, В. О. Количество выделяемых газов при горении различных видов твердых коммунальных отходов / В.О. Бусыгин, А.А. Бунин, Ю.А. Даниленко. // Молодой ученый. — 2018. — № 22 (208). — С. 87-90. — Текст: непосредственный.

2. Козлова, Е.И. Экологические последствия сжигания твердых коммунальных отходов в мегаполисах // Экология и город. — 2017. — №1. — С. 18-25. — Текст: непосредственный.

3. Григорьев, Д.С. Экологические риски и угрозы при сжигании ТКО и пути их снижения // Экологические технологии и инновации. — 2018. — №3. — С. 30-37. — Текст: непосредственный.

4. Жукова, М.А. Сравнительный анализ экологических последствий сжигания ТКО и альтернативных способов утилизации // Экологическая наука и технологии. — 2019. — №4. — С. 12-19. — Текст: непосредственный.

5. Васильев, Г.И. Оценка воздействия сжигания ТКО на здоровье населения // Экологическая медицина. — 2020. — №2. — С. 56-63. — Текст: непосредственный.

Валуев Никита Русланович, студент группы ИЗОС-5а, ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», ул. Державина, д. 2, г. Макеевка, Донецкая область, ДНР РФ, 86123.

e-mail: valuev.n.r-izos-5a@donnasa.ru

Научный руководитель:

Самойлова Елена Эдуардовна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Физика и прикладная химия», кафедры «Техносферная безопасность», ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», ул. Державина, д. 2, г. Макеевка, Донецкая область, ДНР РФ, 86123.

e-mail: e.e.samojlova@donnasa.ru

ENVIRONMENTAL PROBLEMS OF MSW INCINERATION

Annotation. The topic of this work is devoted to the study of environmental problems associated with the process of burning municipal solid waste (MSW) in order to generate heat. The paper examines the main aspects of this issue, including the impact of emissions on the environment, human health and ecosystems, as well as an analysis of existing management methods and solutions to this problem.

Keywords: MSW (municipal solid waste), incineration, ammonia, carbon dioxide, carbon monoxide.

Valuev Nikita Ruslanovich, student of the IZOS-5a group, Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, Derzhavin str., 2, Makeyevka, 86123, DPR, Russia.

e-mail: valuev.n.r-izos-5a@donnasa.ru

Scientific supervisor:

Samoilova Elena Eduardovna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Physics and Applied Chemistry, Department of Technosphere Safety, Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, Derzhavin str., 2, Makeyevka, 86123, DPR, Russia.

e-mail: e.e.samojlova@donnasa.ru





УДК 538.9; 530.145;539.18

Янушевская В.Р.,

студ. группы ТИМС-3а, ФГБОУ ВО «ДонНАСА»

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент

Покинтелица Е.А.,

доцент кафедры «Физика и прикладная химия»,

ФГБОУ ВО «ДонНАСА»

ДЖУЛИУС РОБЕРТ ОППЕНГЕЙМЕР – «РАЗРУШИТЕЛЬ МИРОВ»

Аннотация. В статье рассмотрен вклад Роберта Оппенгеймера в области квантовой механики, физики конденсированного состояния и астрофизики. Разобрали, какие технологии и приложения, разработанные на основе открытий Оппенгеймера, были созданы.

Ключевые слова: квантовая механика, черные дыры, ядерные реакции, атомная бомба.

Введение. Джулиус Роберт Оппенгеймер (1904-1967) был американским физиком и одним из ведущих ученых XX века. Его исследования охватывали различные области физики, включая физику атомного ядра, квантовую механику, физику элементарных частиц и физику конденсированного состояния.

Постановка задачи. Рассмотреть вклад Роберта Оппенгеймера в различные области физики и определить, какие технологии и приложения, разработанные на основе открытий Оппенгеймера, были созданы.

Результаты. Представим некоторые из значимых исследований Оппенгеймера. Оппенгеймер был одним из ведущих ученых, работавших в области квантовой механики. Он проводил исследования в области квантовой теории поля, квантовой электродинамики и квантовой статистики. Его работы в

этой области внесли значительный вклад в понимание основных принципов и законов квантовой физики. Особенно это проявлялось в следующих аспектах.

Оппенгеймер работал над теорией электрона и его взаимодействия с электромагнитным полем. Он разработал методы квантовой теории поля, которые позволили более точно описывать и предсказывать поведение электрона в различных системах. Его работы сыграли важную роль в развитии квантовой электродинамики (КЭД).

Ученый-физик исследовал явление расщепления энергетических уровней в атомах и молекулах в присутствии электромагнитного поля и других внешних воздействий. Он разработал теорию эффекта Зеемана и теорию расщепления уровней в магнитном поле, что привело к пониманию механизмов взаимодействия атомов с электромагнитным излучением.

Оппенгеймер также внес вклад в развитие квантовой статистики и статистической механики. Он работал над различными моделями и методами, описывающими статистическое распределение частиц в системах с учетом квантовых свойств. Его работы помогли расширить понимание вероятностных свойств квантовых систем и развить методы математического описания статистической физики.

Он проявлял интерес к астрофизике и исследовал различные аспекты космологии и физики звезд. Он изучал структуру звезд, процессы, происходящие в звездных ядрах, и механизмы эволюции звезд. Вместе с другими учеными он предложил концепцию Оппенгеймера-Вольфа, объясняющую образование нейтронных звезд. В 1939 году Оппенгеймер предсказал существование «умирающих звезд», которые сегодня называют черными дырами. Его исследования в области гравитационного сжатия оказались революционными.

В ядерной физике Оппенгеймер был экспертом в области изучения ядерных реакций. Его работы включали изучение процессов деления ядер, ядерных реакций в звездах и реакций синтеза легких элементов внутри звезд.

Оппенгеймер также проявлял интерес к физике элементарных частиц и ядерной физике высоких энергий. Он изучал свойства и взаимодействия

элементарных частиц и внес вклад в развитие теоретических моделей и экспериментальных методов в этой области.

Оппенгеймер внес вклад в теорию возбуждения атомов и молекул, изучая их спектры и энергетические уровни. Это помогло расширить понимание структуры атомов и молекул, а также свойств электронных состояний.

Роберт Оппенгеймер внес важный вклад в развитие физики конденсированного состояния, и вот несколько его особенно значимых открытий в этой области.

1. Фазовый переход. Оппенгеймер и его коллеги исследовали фазовые переходы, такие как фазовый переход второго рода. Они разработали модели и теории, объясняющие изменения в структуре и свойствах материалов при переходе между различными фазами. Это открытие имело фундаментальное значение для понимания поведения материалов при изменении условий окружающей среды, например, при изменении температуры или давления.

2. Теория жидкого гелия. Оппенгеймер вместе с коллегами разработал теорию сверхтекучести, объясняющую уникальные свойства гелия при очень низких температурах. Он также предложил модели для описания колебательных и вращательных состояний молекул внутри жидкого гелия.

3. Квантовое туннелирование и теория твердых тел. Ученый разработал модели, объясняющие явления, такие как тепловое расширение и проводимость в твердых материалах на основе квантово-механических эффектов, включая туннелирование электронов через потенциальные барьеры.

4. Физика полупроводников. Роберт Оппенгеймер изучал электронные свойства полупроводников и влияние дефектов на их проводимость. Его работы способствовали развитию полупроводниковых приборов и технологий, включая полупроводниковые диоды и транзисторы.

Открытия Роберта Оппенгеймера в физике конденсированного состояния привели к разработке различных технологий и приложений. Вот некоторые из них.

Вклад ученого был столь значимым, что стал основой для создания полупроводниковых приборов, включая полупроводниковые диоды, транзисторы, интегральные схемы и другие электронные компоненты, которые являются основой современной электроники. Технологии полупроводниковой электроники применяются в компьютерах, мобильных устройствах, телекоммуникациях, солнечных батареях и других областях.

Оппенгеймер внес важный вклад в изучение электронных состояний в конденсированной среде и теорию возбуждения атомов и молекул. Это стало основой для разработки лазеров (лазерное излучение усиливается в конденсированной среде). Лазеры широко применяются в науке, медицине, коммуникациях, материаловедении, промышленности и других областях.

Он исследовал свойства жидкого гелия и сверхтекучесть. Впоследствии было открыто явление сверхпроводимости, когда материалы при очень низких температурах теряют сопротивление электрическому току. Это открытие привело к разработке сверхпроводниковых материалов и сверхпроводниковых устройств, которые используются в магнитных резонансах, суперкомпьютерах, энергетике и других областях.

Исследования Оппенгеймера в области физики твердого тела и конденсированного состояния послужили основой для развития нанотехнологий. Наноматериалы и наноструктуры, такие как квантовые точки и нанотрубки, имеют особые свойства, основанные на квантовых эффектах. Они находят применение в электронике, фотонике, медицине, сенсорах, энергетике и других областях.

Наверное, самым известным фактом об ученом является то, что он был одной из ключевых фигур, работавших над разработкой ядерной физики во время Второй мировой войны. В 1942 году Оппенгеймер стал директором проекта «Манхэттен» – секретной программы разработки атомной бомбы. Его вклад включал теоретическое и экспериментальное исследование ядерных реакций и реакторных процессов. Именно благодаря его научным знаниям и организационным навыкам было возможно провести успешное испытание

первой атомной бомбы в июле 1945 года. В результате атомные бомбы были сброшены на японские города Хиросиму и Нагасаки (6 и 9 августа 1945 года), что привело к капитуляции Японии и окончанию войны.

Реакция на успешное испытание атомной бомбы была многогранной. С одной стороны, это был важный научный прорыв, который открыл новые горизонты в области физики. С другой стороны, это привело к использованию атомной бомбы в военных целях, что вызвало широкий спектр этических вопросов. Оппенгеймер, как основной создатель атомной бомбы, столкнулся с серьезными последствиями этого открытия. Во-первых, был поднят вопрос о том, является ли этическим создание оружия массового уничтожения. Во-вторых, появились вопросы о том, как это оружие должно быть использовано. Оппенгеймер сам признавал, что испытывал смешанные чувства по поводу своего открытия, говоря: «Я стал Смертью, разрушителем миров», цитируя ее из индуистской Бхагавадгиты после успешного испытания ядерного оружия «Тринити».

После взрыва двух атомных бомб в августе 1945 года Оппенгеймер больше никогда не работал над оружием.

Вывод. Исследования Роберта Оппенгеймера оказали огромное влияние на различные области физики и привели к развитию новых теорий, моделей и практических приложений. Его работы продолжают вдохновлять исследователей и имеют значительное значение для современной науки и технологий.

В заключение хочется сказать, что Оппенгеймер оставил нам множество уроков, которые важно помнить:

1. Наука не существует в вакууме и ее результаты могут быть использованы как для блага, так и для вреда.
2. Необходимость контроля над мощными технологиями и оружием.
3. Ответственность ученых за последствия их открытий.

Литература

1. Храмов, Ю.А. Физики: Биографический справочник. – 2-е изд., испр. и дополн. / Ю.А. Храмов; под ред. А.И. Ахиезера. М.: Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1983. – 400 с. – Текст: непосредственный.

2. Горелик, Г.Е. Параллели между перпендикулярами: Андрей Сахаров, Эдвард Теллер, Роберт Оппенгеймер / Г.Е. Горелик // Вопросы истории естествознания и техники, 2002. – № 2. – С. 300–312. – Текст: непосредственный.

Янушевская Владислава Руслановна, студентка группы ТИМС-3а, ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286128, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: yanushevskaya.v.r-tims-3a@donnasa.ru

Научный руководитель:

Покинтелица Елена Анатольевна, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры «Физика и прикладная химия» ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286128, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: o.a.pokyntelytsia@donnasa.ru

JULIUS ROBERT OPPENHEIMER – «THE DESTROYER OF WORLDS»

Annotation. The article examines the contribution of Robert Oppenheimer in the fields of quantum mechanics, condensed matter physics and astrophysics. We analyzed which technologies and applications developed on the basis of Oppenheimer's discoveries were created.

Keywords: quantum mechanics, black holes, nuclear reactions, the atomic bomb.

Yanushevskaya Vladislava Ruslanovna, student of the IMTC-8a group, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture», 286128, Makeevka, Derzhavin str., 2.

e-mail: yanushevskaya.v.r-tims-3a@donnasa.ru

Scientific supervisor:

Pokintelitsa Elena Anatolyevna, Ph.D. tech. Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Physics and Applied Chemistry, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture», 286128, Makeyevka, Derzhavin str., 2.

e-mail: o.a.pokyntelytsia@donnasa.ru





УДК 53.06

Шабаль В.О.,

студент гр. ААХ-29 в ФГБОУ ВО «ДонНАСА», г. Макеевка

Научный руководитель: к.х.н., доц.

Соболь О.В.,

доц. кафедры физики и прикладной химии

ФГБОУ ВО «ДонНАСА»

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЯДЕРНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ НА ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВАХ

Аннотация. Проблема создания компактных ядерных реакторов для автомобилей давно волнует человечество. Невероятно экономичный, практически вечный, довольно экологичный (если не учитывать вероятность аварии) двигатель мог бы спасти Землю от истощения ресурсов, поспособствовать очищению атмосферы, облегчить жизнь обыкновенному человеку. Но пока на атомной тяге передвигаются разве что крупные корабли и подлодки; когда дело дойдёт до автомобилей и поездов – неизвестно. Хотя истории известно несколько попыток поставить реактор на колёса.

Ключевые слова: автомобиль, ядерная установка, реактор, двигатель.

Введение. Размеры – вот основная проблема, не позволяющая снабдить автомобиль ядерным двигателем. Одна только система охлаждения, требующая постоянного притока свежего теплоносителя, занимает столько места, что полезное пространство атомного автомобиля сводится к нулю. Стационарные АЭС используют для охлаждения воду, поступающую из внешних резервуаров, у атомных кораблей и подлодок тоже нет недостатка в теплоотводящем материале, а вот наземному транспорту весь запас охладителя придётся возить с собой. Чисто теоретически проблему может решить создание реактора,

работающего по принципу управляемого термоядерного синтеза. Он будет заметно безопаснее и компактнее существующих систем. Но, к сожалению, подобный источник энергии остаётся лишь фантастикой.

Тем не менее, несколько концептов атомных автомобилей в XX веке увидели свет. Некоторые – в виде макетов, некоторые – в виде рисованных скетчей. Можно выделить две вспышки интереса к наземному атомному транспорту – в 1950-1960-х и в 2010-2011 годах.

Постановка задачи и ее решение. *Ford Nucleon (1957)*. Концепт-кар Ford Nucleon стал самым знаменитым атомным автомобилем. Он стал первой подобной разработкой, а также одной из двух таких машин, созданных хотя бы в виде макета и продемонстрированных на автошоу. Автомобиль продумали от первого до последнего винтика, учли необходимость обслуживания на дорогах общего пользования и фактор опасности облучения пассажиров.

Техническое задание было получено группой фордовских инженеров в 1956 году, а годом позже концепт был готов. Конечно, функциональность Ford Nucleon вызывала сомнения. Всего два пассажироместа и крошечный багажник спереди: автомобиль мог служить разве что развлекательным транспортным средством. Ядерная установка, занимавшая 2/3 объёма и массы автомобиля, была уменьшенной копией стандартного реактора S2W с подводной лодки USS Nautilus. Правда, уменьшить 35-тонную машину высотой 6 метров до «автомобильных» размеров не представлялось возможным: конструкторы прекрасно это понимали. В ограниченном объёме нужно было разместить сам реактор, парогенератор и две турбины: одна должна была создавать крутящий момент (иначе говоря, вращать колёса), другая – крутить электрогенератор. Проблему охлаждения планировалось решить с помощью конденсации отработавшего пара обратно в воду.



Рисунок 1. Уильям Форд рядом с моделью концепт-кара, 1957 год

В принципе, идея выглядела реализуемой и даже работоспособной. Основным плюсом являлось полное отсутствие выбросов в атмосферу и чудовищная долговечность силового агрегата. Конечно, заправить новые урановые стержни в старый реактор было проблематично, поэтому «заправлялась» машина путём смены реактора. Но одной заправки должно было хватить как минимум на 8 000 километров (рассматривались варианты до 30 000), так что проблемой это не считалось. Обогащать же использованные реакторы планировалось в заводских условиях – так сегодня работают, например, станции по зарядке и обмену газовых баллонов. Наконец, важнейшим плюсом являлась бесшумность «Нуклеона». За отсутствием процесса внутреннего сгорания ничего, кроме чуть слышного гудения турбин, не нарушало бы покой окружающего мира.

И всё-таки автомобиль оставался весьма громоздким. Футуристический дизайн, конечно, сглаживал это впечатление, но инженеры понимали важность изоляции салона от реактора, и потому масса и размеры защитных пластин были соизмеримы с массой и размерами самого двигателя. Именно в целях безопасности, а не по прихоти художника кабина была вынесена вперёд, чтобы максимально отдалить пассажиров от опасного «сердца» автомобиля. Капсулу с горючим разместили в самой отдалённой от кабины части – внизу, под

двигателем, с тройным слоем изоляции. Но что такое 1-2 метра для радиоактивного излучения? Ничего.

Ford Nucleon был изготовлен в виде макета в масштабе 3/8, показан на ряде выставок и салонов. Но время шло, а компактные реакторы всё не появлялись и не появлялись. Полноразмерную копию машины строить не имело смысла, тем более что сама компания Ford не имела достаточных мощностей для разработки собственного атомного движка. Ведущий американский производитель реакторов для подводных лодок Westinghouse Electric тоже не торопился с изменением форм-фактора своих конструкций. И амбициозный проект свернули, так толком и не дав ему старта. Но спустя пять лет он получил продолжение.

Ford Seattle-ite XXI (1962). В 1961 году ООН приняла знаменитую декларацию о запрещении применения ядерного и термоядерного оружия. Соответственно, огромному количеству лабораторий, работавших в этой области, пришлось приостановить исследования. Усилия срочно требовалось направить в мирное русло. Маркетологи компании Ford заметили в этом определённый сигнал и тут же отправили задание инженерам: продолжить тему «Нуклеона». И появился Ford Seattle-ite XXI.

На этот раз разработчики постарались не повторить ошибки, сделанные при конструировании предыдущей модели. В частности, они сохранили традиционную автомобильную компоновку: двигатель спереди, затем салон, затем – багажник нормальных размеров. Конечно, автомобиль получился огромным, но это было в духе американцев 1960-х и не нарушало понятия обывателя о прекрасном. Сразу же появилась проблема. В «Нуклеоне» тяжеленный реактор «лежал» на неуправляемой задней оси. В Seattle-ite всю массу движка нужно было каким-то образом разместить на переднем мосту, при этом обеспечив нормальный радиус разворота автомобиля и адекватную управляемость. Выход из ситуации был найден довольно оригинальный: передних осей было сделано две. Все четыре колеса поворачивались, при этом спокойно выдерживая массу реактора. В отличие от своего предшественника, Seattle-ite был изготовлен в масштабе 1:1.

Ещё более удивительной была возможность «отстегнуть» всю переднюю часть автомобиля и заменить её на другую. Сегодня многие автомобили предлагаются с несколькими вариантами двигателей. В Seattle-ite можно было менять силовые агрегаты; предполагался экономичный вариант мощностью 60 л.с. и скоростной мощностью 400 л.с.

Так как компактного атомного движка на 1962 год по-прежнему не существовало, инженеры не очень волновались по поводу его конструкции и систем. Зато они постарались уместить в концепт как можно больше фантастических идей, которые по тем временам частенько были технологически невозможны. Чего мелочиться, если машину всё равно построить нельзя (пока что).



Рисунок 2. Промо-картинка Seattle-ite: компания надеялась, что в ближайшее время человек подчинит себе атом и автомобиль можно будет пустить в серию

Так, в конструкции Ford Seattle-ite XXI нашёл место ряд решений, опередивших своё время на полвека. Например, у концепт-кара не было руля как такового. Управлять «Фордом» предполагалось с помощью касания пальцами специальной панели – прообраза современного тачскрина. Также в салоне был предусмотрен бортовой компьютер (тоже с тачскрином, которого на тот момент не существовало), придуманный художниками интерфейс которого чем-то напоминал Windows (Биллу Гейтсу было тогда 7 лет). Основным назначением компьютера было прокладывание маршрута – это стало прообразом GPS-навигатора. Датчики, установленные по всему корпусу, учитывали дорожную

обстановку, близость других машин, погодные условия. По сути, инженеры «Форда» предсказали появления и парктроника, и датчиков дождя с автоматическим включением щёток. Стёкла Ford Seattle-ite XXI имели изменяемую степень затемнения в зависимости от светового потока снаружи.

Ещё одной изюминкой была возможность установки силового агрегата на топливных элементах вместо атомного двигателя. Опять же, стоит напомнить, что первые работоспособные и компактные топливные элементы появились в 1980-х годах, а повсеместно их стали использовать только в XXI веке.



Рисунок 3. Схема крепления силового агрегата к автомобилю

Ford Seattle-ite XXI в отличие от предшественника был изготовлен в виде полноразмерного макета. Автомобиль получился очень низким и изящным, на ряде автосалонов он произвёл фурор, но технологические барьеры не позволили создать даже опытный образец концепт-кара.

Сегодня почти все фантастические идеи, предложенные в Seattle-ite, легко реализуемы. Кроме самой главной – компактного атомного двигателя. Поэтому этот удивительный автомобиль продолжает поражать воображение конструкторов всего мира.



Рисунок 4. «Памир-630Д» – передвижная атомная электростанция, размещенная на автомобильном шасси

Российский автопром.

Над атомными авто задумывались не только за рубежом – в СССР разрабатывался проект «Волга-Атом», и к концу 1961 года он уже был достаточно детально проработан. Двигатель А21 представлял собой вполне традиционный четырехцилиндровый агрегат, в котором на торцах поршней и цилиндров были расположены шайбы из обогащенного изотопом ^{235}U . Однако дальше расчетов на бумаге проект не пошел.

Также в нашей стране шла работа над проектом мобильной атомной электростанции для отдаленных районов. Это была АЭС, перевозимая на четырех самоходных гусеничных шасси, созданных на базе тяжелого танка Т-10. ТЭС-3 была разработана в лаборатории «В» (Физико-энергетическом институте в Обнинске). Шасси (объект 27) занимались в ОКБ Кировского завода. На первом шасси размещался реактор с биозащитой и воздушным радиатором, на втором – парогенераторы и циркуляционные насосы, на третьем – турбогенератор, на четвертом – пульт управления и резервное оборудование.

Развертывание станции занимало несколько часов. На ходу она функционировать не могла. Биозащиту на ТЭС-3 обеспечивать было несложно, так как требующий изоляции реактор располагался на отдельном энергосамоходe – его просто поместили в замкнутую свинцовую емкость.

В 1960 году передвижная АЭС была готова к эксплуатации. 13 октября 1961 года состоялся ее первый опытный пуск. Она неплохо себя показала, испытания продолжались до 1965 года. Первоначально ее проектировали для работы на Крайнем Севере, но традиционные энергоустановки на жидком топливе тогда оказались проще и экономичнее.

Экономическая нецелесообразность вынудила закрыть проект, и в 1969 году так нигде и не использованную ТЭС-3 законсервировали.

Позднее в Институте ядерной энергетики Академии наук Белорусской ССР (сейчас – Объединенный институт энергетических и ядерных исследований «Сосны») началась разработка более современной системы «Памир-630Д»,

значительно отличавшейся от ТЭС-3 как принципиальными решениями, так и «носителем». «Груз ответственности» взвалили на «плечи» тягача МАЗ-7960, созданного на основе модели 537. Интересно, что если Обнинский ФЭИ оснастил установку водо-водяным реактором с воздушным радиатором, в котором в качестве охладителя использовалась циркулирующая вода, то белорусские атомщики поступили иначе: на роль теплоносителя и рабочего тела они выбрали тетраокись азота, отличающуюся высокой теплоемкостью, теплопроводностью и плотностью при низкой вязкости. Применение тетраоксида азота позволило сделать 630-киловаттный реактор одноконтурным и более компактным. Всеми процессами в АЭС заведовали бортовые ЭВМ, в случае аварии в дело вступала пассивная система аварийного охлаждения реактора.

«Памир-630Д» состояла из четырех машин. Первый МАЗ вез в полуприцепе грузоподъемностью 65 тонн реактор, сопутствующее оснащение и два автономных дизель-генератора. Во второй машине находился турбогенератор, вырабатывающий электричество. Была еще пара вспомогательных КрАЗов с системой управления и резервными дизель-генераторами.

Считается, что проект «Памир-630Д» законсервировали, в числе прочего, из-за аварии на Чернобыльской АЭС, произошедшей 26 апреля 1986 года, как раз в это время мобильный комплекс проходил испытания и дважды выводился на проектную мощность. Одним из официальных объяснений закрытия проекта в феврале 1988 года стала «недостаточная научная обоснованность выбора теплоносителя».

Cadillac World Thorium Fuel (2011). Специалисты небольшой компании Laser Power Systems решили пойти по правильному пути: отталкиваясь не от футуристического дизайна, а от технологических возможностей и практических задач. В первую очередь они решили отказаться от уранового реактора, как сложного и чрезмерно опасного для пассажиров автомобиля. В качестве альтернативы был выбран торий.

В принципе, торий неоднократно пытались применить в атомной промышленности. Будучи менее радиоактивным, он вполне способен заменить уран и плутоний, используемые сегодня. Кроме того, торий гораздо более распространён и потому относительно дешёв. Правда, схема работы тория в ядерном реакторе довольно хитроумна. Сначала изотоп торий-232 должен захватить тепловой нейтрон и посредством реакции превратиться в изотоп уран-233; последний уже непосредственно принимает участие в реакции.



Рисунок 5. Компонка Thorium повторяет придуманную инженерами Ford для концепта Nucleon

Идея ториевого реактора для автомобиля пришла к инженерам в процессе разработки лазера на основе тория (лазеры – основное направление компании). Как ни странно, ториевый лазер выдаёт на выходе не пучок света, а тепловую волну, причём узконаправленную. А тепло – это та же самая энергия. Специалисты утверждают, что на 1 грамме тория можно два раза объехать вокруг экватора, и, скорее всего, не ошибаются.

Концепт-кар Thorium был разработан на базе Cadillac. По компоновке он в точности повторяет Ford Nucleon: вынесенная вперёд кабина и реактор, занимающий 70% полезного пространства автомобиля. Дизайнер и руководитель амбициозного проекта – инженер Лорен Кулесус.

Сложно сказать, построят ли инженеры Laser Power Systems свой автомобиль в полноразмерном варианте. Но если построят, у них будет шанс стать первыми в мире создателями атомного автомобиля [1-3].

Вывод. С каждым годом человечество всё ближе и ближе подбирается к подчинению атомной энергии. Запасы нефти на Земле ограничены, запасы угля – тоже, а вот радиоактивного топлива хватит на десятки тысяч лет, причём даже при неэкономном расходовании. Главное, научиться грамотно использовать эту опасную энергию.

Литература

1. Атомные автомобили: прошлое и будущее. – URL: <https://www.mirf.ru/science/atomnye-avtomobili/> (дата обращения: 04.04.2024). – Текст: электронный.
2. Наука и Техника. Почему у нас нет машин с ядерным двигателем? – URL: <https://naukatehnika.com/mashina-s-yadernym-dvigatелеm.html> (дата обращения: 04.04.2024). – Текст: электронный.
3. Концепции атомных двигателей. – URL: https://atomicexpertnew.ru/nuclear_propulsion_concepts (дата обращения: 04.04.2024). – Текст: электронный.

Шабаль Владислав Олегович, студент гр. ААХ-29 в, ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, ДНР, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

Научный руководитель:

Соболь Оксана Викторовна, к.х.н., доцент; доцент кафедры физики и прикладной химии, ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, ДНР, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: cluck@mail.ru

USE OF NUCLEAR ENGINES ON CARS

Abstract. The problem of creating compact nuclear reactors for cars has long worried humanity. An incredibly economical, almost eternal, rather environmentally friendly (if you do not take into account the likelihood of an accident) engine could save the Earth from depletion of resources, contribute to the purification of the

atmosphere, make life easier for an ordinary person. But so far, only large ships and submarines are moving on atomic thrust; when it comes to cars and trains is unknown. Although history knows several attempts to put the reactor on wheels.

Keywords: car, nuclear installation, reactor, engine.

Shabal Vladislav, student gr. AAKh-29 b, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture (DonNACEA), 286123, DPR, Makeevka, Derzhavin str., 2.

Sobol Oksana, Ph.D., Associate Professor; Associate Professor of the Department of Physics and applied chemistry, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture (DonNACEA), 286123, DPR, Makeevka, Derzhavin str., 2.

e-mail: cluck@mail.ru





УДК 678.686

Моисейчик О.С.,

студент гр. ИЗОС – 5а, ФГБОУ ВО «ДонНАСА»

Научный руководитель: к.т.н., доцент

Самойлова Е.Э.,

доцент кафедры «Физика и прикладная химия»,

кафедры «Техносферная безопасность»,

ФГБОУ ВО «ДонНАСА»

КАНАЛИЗАЦИОННЫЕ ОЧИСТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ (КОС)

Аннотация. Канализационные очистные сооружения (КОС) являются важной частью инфраструктуры городов и населенных пунктов, обеспечивающих обработку сточных вод перед их сбросом в окружающую среду. В данной научной статье будет рассмотрена роль и принцип работы КОС, а также важность их эффективного функционирования для сохранения окружающей среды и здоровья людей.

Ключевые слова: Канализационные очистные сооружения (КОС), окружающая среда, БПК, ХПК, антропогенная деятельность, сточные воды

Введение. В связи с ситуацией, сложившейся в настоящее время: бурное развитие различных отраслей промышленности (металлургических, нефтеперерабатывающих, химических), сельского хозяйства, транспортной инфраструктуры и других видов антропогенной деятельности, водоочистка сточных вод является одной из лидирующих и актуальных проблем наших дней. Необходимость в очищении сточных вод от всевозможных типов загрязнений возникает, если качество исследуемой воды не соответствует общепринятым регламентированным требованиям.

Постановка задачи: рассмотреть и проанализировать работу канализационных очистных сооружений.

1. Сточные воды.

Сточные воды – это пресные воды, поступившие с разных видов антропогенной деятельности и в результате претерпевшие некоторые изменения своих физико-химических свойств. Основная характеристика, по которой производят классификацию сточных вод, – их происхождение. По этому критерию сточные воды подразделяют на большие 3 группы:

- 1) бытовые;
- 2) производственные;
- 3) атмосферные.

Бытовые сточные воды – это сточные воды, образующиеся в жилых, административных и других помещениях и поступающие в водоотводящую сеть от различных санитарных объектов. В бытовых водах содержатся загрязнители минерального и органического характера, последние из которых являются наиболее опасными с санитарной точки зрения. Бытовые воды имеют БПК = 100-400 мг/л; ХПК = 150-600 мг/л, в результате чего их расценивают как сильно загрязнённые сточные воды.

Производственные сточные воды – это сточные воды, образующиеся в результате производства всевозможных видов продукции (использованные технические жидкости, технологические и промывные воды и др.). В зависимости от типа рассматриваемой сферы промышленности в сточных водах могут присутствовать как органические виды загрязнителей, так и неорганические, растворимые и нерастворимые.

Атмосферные (дождевые) сточные воды – это сточные воды, образующиеся в процессе выпадения осадков на жилых, промышленных территориях, АЗС и т.д. В атмосферных водах преимущественно содержатся нерастворённые минеральные загрязнения и примеси органического происхождения. БПК данных сточных вод равняется 50-60 мг/л.

2. Канализационные очистные сооружения.

Канализационные очистные сооружения предназначены для удаления загрязнений из сточных вод, которые образуются в результате деятельности жилого и промышленного секторов. Они осуществляют физико-химическую и биологическую обработку сточных вод, удаляя из них органические и неорганические загрязнения, а также бактерии и другие микроорганизмы. Принцип работы КОС основан на использовании различных процессов очистки. Первоначально сточные воды проходят механическую очистку, во время которой осуществляется удаление крупных твердых частиц и песка. Затем следует биологическая очистка, в ходе которой органические загрязнения разлагаются при помощи биологических процессов, осуществляемых микроорганизмами. Для более эффективной очистки воды может применяться также химическая обработка, включающая использование различных реагентов.

Важность эффективного функционирования КОС трудно переоценить. Несвоевременное или некачественное очищение сточных вод может привести к загрязнению водных ресурсов, негативному воздействию на экосистемы и здоровье людей. Загрязненные сточные воды могут содержать опасные химические вещества, патогенные микроорганизмы и другие вредные примеси, которые могут нанести вред как экосистемам водных объектов, так и людям, использующим эти воды для питья или других потребностей. Поэтому необходимо постоянно совершенствовать технологии очистки сточных вод и обеспечивать надлежащее обслуживание и эксплуатацию КОС. Использование новых методов и технологий, таких как нанотехнологии, обратный осмос и ультрафильтрация, может значительно повысить эффективность очистки и снизить воздействие на окружающую среду.

3. Очистка сточных вод.

Перейдём непосредственно к самому процессу водоочистки.

Методы очистки сточных вод поддаются классификации и бывают 3 видов:

- 1) механические;
- 2) физико-химические;

3) биохимические.

Механическая водоочистка – это, как правило, предварительная стадия перед последующей биологической очисткой. К элементам механической очистки сточных вод относят: решётки, сита, песколовки, отстойники, фильтры различных конструкций. При необходимости снижения концентрации взвешенных веществ в сточных водах на 40-50% и БПК_{полн} – на 20-30% ограничиваются механической очисткой. [2, с. 85-120]

Такая схема применяется при расходе сточных вод не более 10 тыс. м³/сут. При механическом методе водоочистки также используют комплексные установки, сочетающие в себе все выше изложенные технологические операции. Ярким примером такой установки является пластинчатый фильтр. Работа с пластинчатыми фильтрами значительно снижает энергозатраты, шумовое загрязнение, трудоёмкость процесса водоочистки и сокращает время очистки на 20%, что делает установку один из наиболее эффективных оборудования нашего времени.

Основная область применения методов физико-химической водоочистки – очистка производственных сточных вод. Данный вид очистки применяется для водных расходов – 10-20 тыс. м³/сут [5-6].

Физико-химическая очистка удаляет из сточных вод тонкодисперсные и растворенные неорганические вещества, уничтожает трудноокисляемые и органические соединения. К методам данной очистки относят: адсорбцию, коагуляцию, флотацию, и др. Одними из наиболее эффективных методов обеззараживания сточных вод являются: термический метод, электрокаталитический, плазмохимический.

Термический метод применяют до производительности 50 м³/сут., электрокаталитический – до 200 м³/сут, плазмохимический – от 100 м³/сут и выше. Все перечисленные виды водоочистки достаточно широко используются на практике и имеют ряд преимуществ перед остальными методами физико-химической водоочистки: возможность полной автоматизации процесса очистки

сточных вод, снижение энергозатрат, сооружения водоочистки быстро выходят на режим [7].

Биологические же методы очистки сточных вод основываются на жизнедеятельности микроорганизмов, которые минерализуют растворённые органические соединения, являющиеся для микроорганизмов источниками питания. Сооружения по очистке данным методом можно разделить на два направления. К первому виду относят сооружения, в которых процесс биологической очистки протекает в условиях близких к естественным. Ко второму же – сооружения, где аналогичная очистка осуществляется в искусственно созданных условиях (в аэротенках и биофильтрах). Последний вид очистки (искусственный) является наиболее эффективным и часто применяемым в наше время.

При биологической очистке используют активный ил, что представляет собой совокупность различных микроорганизмов. В настоящее время использование активного ила стало широко применяться при обработке стоков, отчего считается одним из наиболее актуальных методов современной очистки сточных вод. На основе проведённых исследований в сфере водоочистки была произведена модернизация сооружений искусственной биологической очистки сточных вод за счёт переоборудования действующих аэротенков в режим нитриденитрификации [8].

Внедрение подобной технологии значительно повысит эффективность процесса очистки сточных вод от соединений азота, сократит эксплуатационные затраты, уменьшит массу загрязняющих веществ. [9] Ввиду стремительно развивающихся отраслей промышленности, роста населённых пунктов, численности населения потребление водных ресурсов неминуемо растёт, также в результате процесса водопользования увеличиваются объёмы сточных вод. Именно поэтому особое значение имеет развитие современной системы водоотведения бытовых и производственных сточных вод, обеспечивающих высокую степень защиты окружающей нас среды от всевозможных загрязнений. Предпосылками успешного решения этих задач являются разработки,

выполняемые высококвалифицированными специалистами, использующими новейшие достижения науки и техники в области строительства и реконструкции водоотводящих сетей и очистных сооружений. Таким образом, эффективное удаление всевозможных видов загрязнений из сточных вод позволит обеспечить наиболее благоприятные условия использования водных ресурсов во всех сферах антропогенной деятельности.

Литература

1. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям. Очистка сточных вод с использованием централизованных систем водоотведения поселений, городских округов (ИТС 10–2019) : утвержден приказом Министерства промышленности и торговли Российской Федерации, Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии от 12 декабря 2019 г. № 2981 : введен в действие 01.09.2020. – Москва: Бюро НДТ. – 2019. – 434 с. – Текст: непосредственный.

2. Воронов, Ю.В. Водоотведение и очистка сточных вод: учебное пособие / Ю.В. Воронов, С.В. Яковлев. – Москва: М., 2006. – 704 с. – Текст: непосредственный.

3. Ковалева, О.В. Технология очистки городских сточных вод: учеб.-метод. пособие по выполнению курсового проекта. В 2 ч. Ч. 1. Механическая очистка / О.В. Ковалева, О. Б. Меженная. – Гомель: БелГУТ, 2019. – 58 с. – Текст: непосредственный.

4. Меженная, О. Б. Технология очистки городских сточных вод: учеб.-метод. пособие по выполнению курсового проекта. В 2 ч. Ч. 2. Биологическая очистка / О. Б. Меженная, О. В. Ковалева. – Гомель: БелГУТ, 2019. – 98 с. – Текст: непосредственный.

5. Технологии очистки сточных вод: учебное пособие / Д. С. Дворецкий, Е. В. Хабарова, О. В. Зюзина [и др.]. – Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2018. – 81 с. – ISBN 978-5-8265-1948-6. – Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART. – URL:

<https://www.iprbookshop.ru/94380.html> (дата обращения: 04.03.2023). – Текст: электронный.

6. Гудков, А. Г. Механическая очистка сточных вод: учебное пособие / А.Г. Гудков. – 2-е изд. – Москва, Вологда: Инфра-Инженерия, 2019. – 188 с. – ISBN 978-5-9729-0311-5. – Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/86601.html> (дата обращения: 06.04.2024). – Текст: электронный.

SEWAGE TREATMENT PLANTS (CBS)

Annotation. Sewage treatment plants (CBS) are an important part of the infrastructure of cities and towns that ensure the treatment of wastewater before its discharge into the environment. This scientific article will consider the role and principle of operation of CBS, as well as the importance of their effective functioning for the preservation of the environment and human health.

Keywords: Sewage treatment plants (CBS), environment, BOD, COD, anthropogenic activity, wastewater

Моисейчик Олег Сергеевич, студент группы ИЗОС-5а, ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», д.2, ул. Державина, г. Макеевка, ДНР, РФ, 86123.

e-mail: moiseychik.o.s-izos-5a@donnasa.ru

Научный руководитель:

Самойлова Елена Эдуардовна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Физика и прикладная химия», кафедры «Техносферная безопасность», ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», д.2, ул. Державина, г. Макеевка, ДНР, РФ, 86123.

e-mail: e.e.samojlova@donnasa.ru

Moiseychik Oleg Sergeevich, a student of the IZOS-5a group, Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, Derzhavin str., 2, Makeyevka, 86123, DPR, Russia.

e-mail: moiseychik.o.s-izos-5a@donnasa.ru

Scientific supervisor:

Samojlova Helen, candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Physics and Applied Chemistry, Department of Technosphere Safety, Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, Derzhavin str., 2, Makeyevka, 86123, DPR, Russia.

e-mail: e.e.samojlova@donnasa.ru





УДК 621.373.826

Беляев В.Н.,

студ. группы ИЗОС-86, ФГБОУ ВО «ДонНАСА»

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент

Покинтелица Е.А.,

доцент кафедры «Физика и прикладная химия»,

ФГБОУ ВО «ДонНАСА»

ЛАЗЕРНЫЕ СИСТЕМЫ В КОСМОСЕ

Аннотация. В статье рассмотрены проблемы, возникающие при использовании лазеров в космических исследованиях. Предложены способы их устранения.

Ключевые слова: лазер, излучение, монохроматичность, когерентность, рассеяние.

Введение. Уникальные свойства лазеров делают их мощными инструментами в различных областях, от медицины и промышленности до научных исследований и коммуникаций. За счет своей точности, мощности и специализированных характеристик лазеры играют важную роль в современных технологиях и находят все больше новых применений.

Приведем ключевые свойства лазеров, которые обуславливают их широкое применение:

1. Высокая плотность энергии. Лазеры способны достичь очень высокой плотности энергии в маленькой точке. Это делает их идеальными для прецизионных операций, таких как медицинская хирургия, где требуется точность и минимальные повреждения окружающих тканей. Также лазеры используются в промышленности для резки, сверления и сварки материалов,

таких как сталь, благодаря своей способности достигать высокой энергии в узком пучке.

2. Монохроматичность. Лазеры излучают свет с очень узким спектром, что означает, что свет имеет одну определенную длину волны. Это свойство позволяет использовать лазеры в множестве приложений, включая оптическую связь, научные исследования, измерения и точную калибровку.

3. Когерентность. Лазеры генерируют когерентный свет, т.е. все волны света синхронизированы и колеблются в фазе. Это позволяет использовать лазеры в интерференционных приложениях, таких как голограммы, интерференционные измерения и создание точных оптических схем.

4. Направленность. Лазеры создают узкий и направленный пучок света, который может быть сфокусирован в очень маленькую точку. Это делает их идеальными для применений, где требуется концентрированная энергия, например, в маркировке и гравировке, оптической информационной записи и исследованиях в области оптики.

Некоторые из возможных направлений развития лазерной технологии в будущем включают:

– квантовые вычисления, где лазеры могут быть использованы в квантовых компьютерах для создания и управления кубитами - основными единицами информации в квантовых системах, что может привести к гораздо более мощным и быстрым вычислениям, чем это возможно с использованием классических компьютеров;

– медицинскую диагностику и лечение. В будущем лазеры могут быть использованы для более точной и эффективной диагностики и лечения различных заболеваний. Например, разработка новых типов лазеров и оптических методов может помочь в раннем обнаружении рака и в более точной хирургической интервенции;

– область энергетики. Например, использование лазеров для термоядерного синтеза может предложить альтернативный источник энергии,

который является экологически чистым и обеспечивает высокую энергетическую эффективность;

– производство и материаловедение. Дальнейшее развитие лазерных технологий может привести к более точным и эффективным методам обработки и манипулирования материалами. Это может быть полезно в областях, таких как нанотехнологии, 3D-печать, создание новых материалов с заданными свойствами и других промышленных процессах;

– космические исследования. Здесь лазеры могут быть использованы для удаленного зондирования и измерения различных параметров космических объектов. Например, лазеры могут использоваться для изучения состава атмосферы планет и спутников, а также для измерения расстояний и скоростей в космосе.

Постановка задачи. Рассмотреть проблемы, возникающие при использовании лазеров в космических исследованиях и предложить способы их устранения.

Результаты. Основными сложностями, возникающими при использовании лазеров в космических исследованиях, могут быть такие:

1. Лазерное излучение может подвергаться оптическим искажениям при прохождении через атмосферу Земли или другие среды в космосе. Это может привести к потере энергии, изменению фокусировки и смещению точности позиционирования лазерного луча.

Решение проблемы. Оптическое искажение может быть уменьшено или компенсировано, например, активной адаптацией в реальном времени. Этот метод использует системы коррекции аберраций, такие как системы адаптивной оптики, которые непрерывно анализируют искажения и корректируют их в реальном времени. Адаптивная оптика использует деформируемые зеркала или другие оптические элементы, которые могут изменять свою форму, чтобы компенсировать аберрации, вызванные атмосферой или другими средами.

Помимо этого, возможно применение специальных волновых фронтов, таких как волны-носители фазы или волны сферических аберраций. Эти методы

требуют заранее известной информации об искажениях, которую можно использовать для создания компенсирующих волновых фронтов.

Также можно рассмотреть использование больших диаметров лазерных лучей. Это связано с тем, что больший диаметр луча снижает угловое распространение лазерного излучения и, следовательно, снижает влияние атмосферных аберраций.

Не следует забывать об использовании специальных длин волн. Например, инфракрасные длины волн могут иметь меньшую чувствительность к атмосферным эффектам, чем видимый свет. Подбор оптимальной длины волны может помочь уменьшить искажения.

В случае, когда искажения не могут быть полностью устранены или компенсированы, можно использовать алгоритмы обработки сигналов для улучшения качества изображения или сигнала. Это может включать методы восстановления изображений, усреднение или фильтрацию данных для уменьшения шума и искажений.

Конкретные методы компенсации оптических искажений будут зависеть от конкретных условий и требований приложения. В некоторых случаях может потребоваться комбинация нескольких методов для достижения наилучших результатов.

2. Еще одной проблемой при использовании лазеров в космических исследованиях может быть то, что **лазерное излучение может рассеиваться или отражаться от атмосферных частиц или поверхностей космических объектов**, что может привести к потере энергии и ухудшению разрешающей способности измерений.

Устранение рассеивания или отражения от атмосферных частиц или поверхностей космических объектов при использовании лазера может быть сложной задачей, но существуют различные подходы для уменьшения этих эффектов. Вот несколько путей, которые могут быть использованы.

Решение. Во-первых, это использование лазерных систем с высокой мощностью. Более высокая мощность может обеспечить больше энергии,

которая может преодолеть рассеяние и позволить лучше проникать сквозь атмосферу или осуществлять более эффективную иллюминацию поверхностей космических объектов.

Во-вторых, можно применять системы детекции и обратной связи. Это позволяет адаптировать параметры лазерной системы на лету, чтобы уменьшить влияние искажений. Например, можно изменять форму лазерного пучка или регулировать его мощность в зависимости от обнаруженных искажений.

В-третьих, это использование специальных оптических покрытий или материалов. Это может включать антирефлексионные покрытия, покрытия снижения рассеяния или поверхности с определенной структурой, которая минимизирует отражение.

В-четвертых, возможно применение сверхкоротких лазерных импульсов, поскольку они имеют широкий спектр частот. Это позволяет избежать интерференции между рассеянным или отраженным излучением и основным лазерным сигналом.

В-пятых, можно управлять геометрией лазерного пучка, такой как его размер или форма. Например, использование бигауссовой или мульти-модовой геометрии пучка может улучшить прохождение через атмосферу или снизить отражение от поверхностей.

3. Интерференция. В космическом пространстве могут находиться другие лазерные источники, например, в виде коммуникационных систем или лазерных приборов на спутниках. Это может вызывать взаимное влияние и интерференцию между лазерными лучами, что может затруднить точные измерения и обработку данных.

Решение проблемы. Для избегания интерференции между лазерными лучами применимы следующие методы.

Можно использовать пространственное разделение, чтобы лазерные лучи в пространстве не перекрывались. Это может быть достигнуто с помощью оптических элементов, таких как делители пучка, зеркала или объективы.

Можно прибегнуть к разделению лазерных лучей во времени, генерируя их в разные моменты времени. Это может быть достигнуто с помощью быстрых переключателей или модуляторов. При разделении по времени лазерные лучи могут работать независимо друг от друга, что исключает возможность интерференции.

Следующий метод для недопущения интерференции – использование лазерных лучей с разными длинами волн. Различные длины волн не будут взаимодействовать интерференционно, поскольку интерференция происходит между лучами с одинаковой длиной волны. Это может быть полезно, если нужно работать с несколькими лазерами одновременно.

Возможно модулирование фазы или частоты лазерных лучей таким образом, чтобы они различались.

Рассмотрим использование поляризационной интерференции. Если лазерные лучи поляризованы по-разному, то они могут быть разделены с помощью поляризационных элементов, таких как поляризационные зеркала или поляризационные делители пучка. Поляризационная интерференция может использоваться для разделения и управления лазерными лучами.

Модулируйте пространственный профиль лазерных лучей с помощью специальных оптических элементов, таких как пространственные световые модуляторы или голографические элементы. Пространственная модуляция может помочь создать различные пространственные моды лучей, которые не будут взаимодействовать интерференционно.

4. Еще к проблемам, которые могут возникнуть с лазерными системами в космосе можно отнести их **устойчивость к экстремальным условиям**, таким как радиационное излучение, экстремальные температуры и механические воздействия во время запуска и работы в космосе. Необходимы специальные конструкции и материалы, чтобы обеспечить надежную работу лазеров в таких условиях.

Пути решения проблемы. Для обеспечения устойчивости лазерных систем в космосе используются специальные материалы и конструкции, которые

способны выдерживать экстремальные условия и обеспечивать надежную работу. Некоторые из них включают следующее.

Использование материалов с высокой термической стабильностью, такие как кремний, карбид кремния, алюминий и некоторые керамики.

В космическом пространстве присутствует радиационное излучение, которое может повредить электронику и оптику лазерных систем. Поэтому используются специальные материалы, которые обладают высокой устойчивостью к радиации, например, некоторые полимеры и композитные материалы.

Лазерные компоненты и оптика могут быть покрыты специальными защитными покрытиями, которые обеспечивают защиту от воздействия агрессивных сред и повышенной влажности в космическом пространстве. Это также помогает предотвратить повреждение от микрометеоритов и космической пыли.

Во время запуска и работы в космосе лазерные системы могут подвергаться вибрациям и ударам. Поэтому используются специальные конструкции, которые обеспечивают амортизацию и устойчивость к вибрациям, а также защиту от ударов и механических воздействий.

Лазерные системы генерируют тепло, которое необходимо отводить, чтобы предотвратить перегрев и сохранить стабильность работы. Для этого используются специальные системы охлаждения, такие как активное охлаждение с использованием флюидов или пассивное охлаждение с использованием теплоотводящих материалов.

Лазерные системы должны быть защищены от попадания пыли, газов, влаги и других внешних воздействий. Используются герметичные и герметизированные корпуса, чтобы предотвратить нежелательные воздействия на компоненты лазерной системы.

5. Безопасность. Лазерное излучение может быть опасным для людей и оборудования. При использовании лазеров в космических исследованиях

необходимо предусмотреть меры безопасности, чтобы предотвратить случайное попадание лазерного излучения на персонал или другие космические объекты.

6. Стоимость и сложность. Разработка и запуск лазерных систем в космос требует значительных затрат и инженерных усилий. Создание и поддержка надежных и эффективных лазерных систем для космических исследований может быть сложным и требовать высокой квалификации специалистов.

Вывод. Учитывая проблемы, возникающие при исследованиях космического пространства с использованием лазера, можно сделать вывод, что разработка и использование лазерных систем в космических исследованиях требует тщательного проектирования, тестирования и обеспечения безопасности.

Литература

1. Земсков, В.С. Концепция космической системы для высоких технологий в условиях предельно низкой гравитации / В.С. Земсков, Л.А. Квасников, М.Р. Раухман и др. – Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования, 2004. – С. 40-45. – Текст: непосредственный.

2. Бычков, С.И., Поиск и обнаружение оптических сигналов. Монография. / Бычков, С.И., под. ред. К.Е. Румянцева. – М.: Радио и связь., Таганрог: ТРТУ, 2000. – 282 с. – Текст: непосредственный.

Беляев Виктор Николаевич, студент группы ИЗОС-86, ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286128, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: belyaev.v.n-izos-8a@donnasa.ru

Научный руководитель:

Покинтелица Елена Анатольевна, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры «Физика и прикладная химия» ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286128, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: o.a.pokyntelytsia@donnasa.ru.

LASER SYSTEMS IN SPACE

Annotation. The article discusses the problems that arise when using lasers in space research. The ways of their elimination are proposed.

Keywords: laser, radiation, monochromaticity, coherence, scattering.

Belyaev Victor Nikolaevich, student of the EEP-8b group, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture», 286128, Makeevka, Derzhavin str., 2.

e-mail: belyaev.v.n-izos-8a@donnasa.ru

Scientific supervisor:

Pokintelitsa Elena Anatolyevna, Ph.D. tech. Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Physics and Applied Chemistry, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture», 286128, Makeyevka, Derzhavin str., 2.

e-mail: o.a.pokyntelytsia@donnasa.ru.



УДК 556.114.7

Задорожный И.С.,

студент гр. ВК-54 а ФГБОУ ВО «ДонНАСА»

Научный руководитель: к.х.н., доц.

Соболь О.В.,

доц. кафедры физики и прикладной химии

ФГБОУ ВО «ДонНАСА»

УСЛОВИЯ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ МИКРООРГАНИЗМОВ ПИТЬЕВЫХ И СТОЧНЫХ ВОД

Аннотация. Микроорганизмы представляют собой самую большую группу распространенных повсеместно живых существ на Земле. Количественное определение микроорганизмов в различных объектах (природной, питьевой, сточной воде, почве, активном иле, биопленке и т.д.) проводят для оценки общей особенности и санитарно-эпидемиологической опасности, а также в технологических целях, при биологической очистке сточных вод. Для понимания роли микроорганизмов в биохимических процессах, происходящих в природе и на очистных сооружениях водопровода и канализации, выделяют и изучают отдельные систематические и физиологические группы.

Ключевые слова: микроорганизмы, среда обитания, питьевые воды, сточные воды.

Введение. Микробиология изучает функциональные возможности микроорганизмов и их взаимодействие с окружающей средой и другими организмами. Объектами микробиологии являются разные группы живого мира: бактерии, археи, простейшие, микроскопические водоросли, низшие грибы, вирусы. Вода является средой, в которой микроорганизмы не только сохраняются, но и активно размножаются.

Постановка задачи и ее решение. Условия среды обитания микроорганизмов обуславливаются тремя группами факторов: *физическими, химическими и биологическими*. По отношению к каждому фактору, можно выделить три кардинальные точки, определяющие не только интенсивность развития микроорганизмов, но и возможность их развития и существования – *минимум*, при котором жизнедеятельность едва проявляется; *максимум*, выше которого она практически прекращается, и *оптимум*, при котором жизнедеятельность микроорганизмов проявляется с наибольшей интенсивностью.

Физические факторы. *Влажность среды.* Жизнедеятельность микроорганизмов возможна только при наличии влаги в среде. Вода входит в состав их клеток (до 85%). Она создает нормальное тургорное давление. Все химические реакции, протекающие в клетках, требуют наличия водной среды. Многие питательные вещества могут проникать внутрь клетки лишь в растворенном состоянии. Микроорганизмам недоступна связанная влага, а необходима свободная – капельножидкостная влага (минимум влажности 20-30%).

Концентрация растворенных веществ. Нормальная жизнедеятельность микроорганизмов протекает лишь при оптимальных концентрациях растворенных веществ в среде. Для большинства микроорганизмов оптимальной концентрацией для активного обмена веществ является 0,5% сахара или соли в среде. В таком растворе клетки микроорганизмов находятся в состоянии тургора. При более высокой концентрации сахара или соли в питательной среде наступает плазмолиз клетки – она обезвоживается, цитоплазма отходит от клеточной стенки. В состоянии плазмолиза в клетке не происходит процессов питания, размножения, это состояние клетки называется анабиозом. При ничтожном количестве солей в среде (в дистиллированной воде) в клетку начинает поступать большое количество воды, она набухает, теряет форму, может произойти разрыв оболочки, и клетка погибнет – состояние плазмолиза.

Температура. Это один из главных факторов, определяющих не только интенсивность развития, но и саму возможность существования микроорганизмов. Каждый микроорганизм имеет свой оптимум, минимум и максимум температуры. Эти три точки, определяющие развитие микроорганизмов, называют кардинальными.

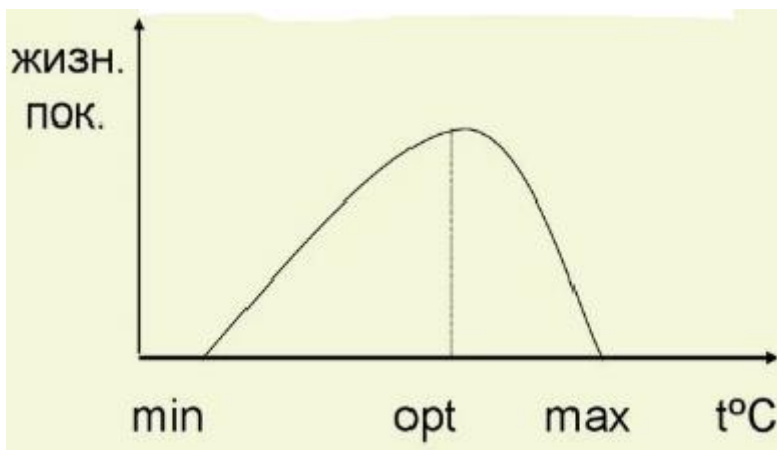


Рисунок 1. Оптимум, минимум и максимум температуры [1]

Для различных микроорганизмов они имеют свои значения. По отношению к температуре все микроорганизмы делятся на психрофильные, мезофильные и термофильные. Психрофильные микроорганизмы – это в основном обитатели холодных источников, северных морей, почв и микроорганизмы, развивающиеся на охлажденных продуктах и вызывающие их порчу. К психрофилам относятся многие светящиеся морские бактерии. Максимальная температура их развития равна 30° С, оптимальная – 8-12° С, минимальная – 0 – минус 7° С и даже ниже, что зависит от точки замерзания среды. Мезофильные микроорганизмы – наиболее широко распространены в природе. К ним относятся микроорганизмы, обитающие в воде, воздухе, почве, в живых организмах. Термофильные микроорганизмы также широко распространены в природе. Они могут обитать в горячих источниках, в почвах и водоемах жарких стран, в песках пустынь, в кишечнике человека и животных, так как имеют устойчивые споры. Оптимальная температура их развития составляет 40-60° С, минимальная около 30° С и максимальная 70-80° С.

Лучистая энергия. К различным видам лучистой энергии относятся солнечный свет, ультрафиолетовые (УФ), рентгеновские лучи и радиоактивные излучения. Чтобы излучение подействовало на какое-либо вещество живой клетки, оно должно этим веществом поглощаться. Солнечный свет необходим только фотоавтотрофным микроорганизмам и некоторым грибам, на остальные микроорганизмы, особенно на патогенные, свет оказывает губительное влияние. Большое значение имеет солнечный свет для самоочищения водоемов. В прозрачную воду солнечные лучи проникают на глубину до 2 м, резко снижается их проникающая способность в мутной воде и особенно в загрязненных водоемах (не более 0,5 м). УФ-лучи с длиной волны 250-260 нм являются наиболее активной частью солнечного спектра. УФ-лучи адсорбируются важнейшими веществами клетки – белками, нуклеиновыми кислотами и вызывают их химические изменения, повреждающие клетку. Так, летальный эффект УФ-лучей с длиной волны около 260 нм объясняется тем, что максимум поглощения их пуриновыми и пиримидиновыми основаниями, входящими в состав ДНК и РНК, лежит именно в этой области. В облучаемой среде могут образоваться вещества (перекись водорода, озон), губительно действующие на микроорганизмы. Из всех микроорганизмов наименее устойчивы к УФ-лучам бактерии.

Эффект воздействия рентгеновских лучей на микроорганизмы зависит от дозы облучения. В малых дозах эти лучи повышают интенсивность жизненных процессов, а в больших изменяют морфологические и физиологические свойства микробов, задерживают их рост и размножение и даже приводят к гибели клеток. Наименее устойчивы к лучам Рентгена вирусы, наиболее устойчивы дрожжи и плесени, бактерии занимают промежуточное положение.

Радиоактивные излучения возникают при распаде радиоактивных элементов. Наибольшей проникающей способностью обладают лучи, действие которых аналогично действию рентгеновских лучей. В малых дозах они стимулируют рост клеток, в больших вызывают бактерицидный эффект. Гибель микроорганизмов происходит при дозах облучения, в сотни и тысячи раз

превосходящих смертельную дозу для животных. Губительное действие радиоактивных излучений на микроорганизмы обусловлено их ионизирующей способностью. Они вызывают радиолит воды в клетках и субстратах с образованием свободных радикалов, атомарного водорода, гидроксидов.

Радиоволны. Это электромагнитные волны, характеризующиеся различной длиной волны: короткие волны (ВЧ) длиной от 10 до 50 м и ультракороткие (УВЧ) длиной 10 м и меньше, губительно действующие на микроорганизмы. При прохождении через среду коротких и ультракоротких радиоволн возникают переменные токи высокой частоты, что обуславливает быстрый нагрев среды до высокой температуры. Гибель микроорганизмов наступает вследствие теплового эффекта.

Ультразвуковое воздействие. Звуковые колебания делятся на инфразвуки, слышимые звуки и ультразвуки (УЗ). УЗ – это механические колебания с частотами выше 20000 колебаний в секунду (20 кГц), что находится за пределами частот, воспринимаемых человеком. УЗ-волны распространяются в твердых, жидких и газообразных средах, несут большой запас механической энергии и вызывают ряд физических, химических и биологических изменений. Проходя через жидкость, УЗ-волны вызывают кавитацию – образование мелких разрывов, принимающих форму пузырьков под действием сил поверхностного натяжения жидкости. В момент захлопывания кавитационного пузырька возникает мощная гидравлическая ударная волна, вызывающая сильное разрушительное действие. Механизм действия на микроорганизмы УЗ недостаточно изучен, но считают, что под действием кавитации происходит разрыв оболочки клетки, а иногда и разрушение составных частей клетки. Для микроорганизмов губительны УЗ-колебания только определенной мощности, ниже которой даже длительное воздействие не вызывает летального исхода, а обуславливает только снижение ферментативной активности организмов, потерю способности к движению, размножению.

Давление и механические сотрясения. Микроорганизмы довольно устойчивы к давлению и механическим сотрясениям. Давление до 50 МПа не

оказывает существенного влияния на бактериальные клетки. При давлении выше 60 МПа у большинства микроорганизмов угнетаются процессы роста и размножения. Многие бактерии переносят кратковременное повышение давления до 300 МПа, это очевидно связано с малой чувствительностью белков к давлению. Имеется значительное количество микроорганизмов, обитающих в глубинах океанов, грунтах морей, нефтяных скважинах, подвергающихся постоянно значительному гидростатическому давлению (до 20-30 МПа). Многие из них не могут развиваться при обычном атмосферном давлении. Такие микроорганизмы называются барофильными.

К механическим сотрясениям микроорганизмы различных систематических групп относятся по-разному. Сильные и частые сотрясения могут вызвать гибель микроорганизмов, а редкие и слабые даже стимулируют их развитие. Наиболее стойкими к механическим сотрясениям являются подвижные бактерии, обитающие в проточной воде.

Химические факторы. *Концентрация водородных ионов.* Реакция среды – это водородный показатель (рН), отражающий степень ее кислотности (рН от 1 до 7) или щелочности (рН от 7 до 14). Микроорганизмы проявляют свою жизнедеятельность в пределах определенных значений рН. Для одних микроорганизмов эти пределы весьма широкие, для других, наоборот, очень узкие. Так, некоторые плесневые грибы развиваются при рН от 1 до 10, пневмококки – при рН от 7 до 8,2, а микобактерии – при рН всего лишь от 7,5 до 7,8. Существуют бактерии, способные развиваться при рН 11. Наиболее благоприятна для большинства бактерий среда с рН 7,0-7,3, для дрожжей и плесневых грибов – с рН 5-6. Если рН не соответствует оптимальной величине, то микробы не могут нормально развиваться даже при наличии всех необходимых питательных веществ, так как рН оказывает большое влияние на активность ферментов клетки и ее проницаемость.

Кислород и окислительно-восстановительный потенциал. Молекулярный кислород является одним из важнейших факторов внешней среды,

определяющим направление биохимических реакций, осуществляемых микроорганизмами в энергетическом обмене.

Ядовитые вещества. Многие химические вещества как неорганические (соли ртути, меди, серебра; окислители – хлор, озон, йод, перекись водорода, хлорная известь, перманганат калия; щелочи и кислоты – едкий натр, сернистая, фтористоводородная, борная кислоты, некоторые газы – сероводород, сернистый, угарный газ), так и органические (спирты, фенолы, альдегиды, особенно формальдегид) оказывают губительное действие на микроорганизмы, механизм которого определяется химической природой этих веществ. Например, формальдегид вступает во взаимодействие с аминными группами аминокислот и пептидов и связывает их, нарушая нормальную жизнедеятельность клеток, фенолы угнетают дыхание микроорганизмов. В основном ядовитые вещества разрушают тонкую структуру клетки, вызывают денатурацию белков, инактивацию ферментов. Ядовитые вещества либо убивают бактерии (бактерицидное действие), либо задерживают их развитие (бактериостатическое действие). На этом основано их использование в качестве дезинфицирующих средств и антисептиков). В малых дозах ядовитые вещества часто стимулируют развитие микроорганизмов.

Биологические факторы. В природных условиях микроорганизмы подвергаются действию разнообразных биологических факторов. Это в основном продукты жизнедеятельности животных, растений и микроорганизмов, которые могут оказывать как благоприятное (стимуляторы роста, например, гиббереллиновая кислота или витамины), так и губительное воздействие на клетки (ингибиторы роста, например фитонциды), а также антибиотики. Между микроорганизмами, а также между макро- и микроорганизмами существует два вида взаимоотношений: симбиоз и антагонизм [2].

Вывод. Таким образом, микрофлора воды, являясь естественной средой обитания микроорганизмов, отражает микробный пейзаж почвы, так как микроорганизмы попадают в воду с частичками почвы. Вместе с тем в воде

формируются определенные биоценозы с преобладанием микроорганизмов, адаптировавшихся к условиям местонахождения, т. е. физико-химическим условиям, освещенности, степени растворимости кислорода и диоксида углерода, содержания органических и минеральных веществ и т. д.

Литература

1. Влияние факторов окружающей среды на микроорганизмы. – URL: <https://cf.ppt-online.org/files/slide/c/CU8VveqG4KZLabpjtzsFR7BoWgic3kJXNIQMrS/slide-1.jpg> (дата обращения: 04.04.2024). – Текст: электронный.
2. Микробиология: краткий курс лекций для студентов II курса направления подготовки 35.03.08 «Водные биоресурсы и аквакультура» / сост.: Щербаков А.А., // ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2016. – 69 с. – Текст: непосредственный.

Задорожный Иван Сергеевич, студент гр. ВК-54 а, ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, ДНР, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

Научный руководитель:

Соболь Оксана Викторовна, к.х.н., доцент; доцент кафедры физики и прикладной химии, ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, ДНР, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: cluck@mail.ru

HABITAT CONDITIONS FOR DRINKING WATER AND WASTEWATER MICROORGANISMS

Abstract. Microorganisms represent the largest group of ubiquitous living things on Earth. Quantitative determination of microorganisms in various objects (natural, drinking, wastewater, soil, active sludge, biofilm, etc.) is carried out to assess the general feature and sanitary and epidemiological hazard, as well as for technological

purposes, during biological treatment of wastewater. To understand the role of microorganisms in biochemical processes occurring in nature and at water supply and sewage treatment plants, separate systematic and physiological groups are identified and studied.

Keywords: microorganisms, habitat, drinking water, wastewater.

Zadorozhny Ivan, student gr. VK-54 a, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, 286123, DPR, Makeevka, Derzhavin str., 2.

Sobol Oksana, Ph.D., Associate Professor of the Department of Physics and applied chemistry, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, 286123, DPR, Makeevka, Derzhavin str., 2.

e-mail: cluck@mail.ru





УДК 502.174

Балакай М.А.,

студ. группы ИЗОС-8а, ФГБОУ ВО «ДонНАСА»

Научный руководитель:

Лошакова В.М.,

ассистент кафедры «Физика и прикладная химия»

ФГБОУ ВО «ДонНАСА»

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Аннотация. В статье рассмотрены возможности использования вторичных ресурсов, получения из них сырья и изделий.

Ключевые слова: вторичные ресурсы, строительные отходы, рециклинг, строительные материалы, окружающая среда, экология.

Введение. Основными источниками образования строительных отходов является деятельность строительных организаций и функционирование предприятий строительной индустрии.

Несмотря на то, что строительные отходы относятся к 4–5 классу опасности и наносят незначительный вред, однако они сильно нарушают эстетичность окружающей среды и не исключают выделение тяжелых металлов, солей, газообразующих смесей, возникновение кислотных и щелочных остатков [1]. Накопление мусора приводит к загрязнению атмосферы, почвы и грунтовых вод.

Поэтому переработка отходов и их повторное использование являются наиболее разумным решением.

Постановка задачи. Ознакомиться с методами утилизации строительных отходов и повторным использованием вторичного сырья в строительстве.

Строительный мусор представляет собой все виды отходов, возникающих при сносе, демонтаже, строительстве и ремонте сооружений и зданий. Как правило, он включает битый кирпич, бетон и железобетонные изделия, древесину, металлолом, отходы рубероида, отходы битума (мастики), стекломой, замусоренный грунт и др. [1].

Существуют два основных метода утилизации отходов строительства: рециклинг с использованием специальных технологий и специализированного оборудования, и захоронение оставшихся не утилизированных отходов на специально выделенных полигонах и свалках.

Рециклинг необходимо сделать экономически выгодным, а захоронение - дорогим, подконтрольным и дотационным, в таком случае можно будет обеспечить экологические аспекты обращения с отходами строительной отрасли.

Рециклинг – это переработка отходов, приведение отработанного сырья в рабочее состояние, повторное использование или возвращение в оборот отходов производства или мусора [2].

Переработка отходов обладает многими преимуществами, как в долгосрочной, так и краткосрочной перспективе. Она позволяет снизить объемы отходов, подлежащих захоронению; уменьшить потребность в транспортировке материалов от отдаленных сырьевых источников, а также в транспортировке строительного мусора на полигоны захоронения; снизить неблагоприятное воздействие на окружающую среду, в частности в местах, где живут люди, уменьшить количество свалок в городах и пригородах. Таким образом, поддерживается общий допустимый уровень экологической нагрузки, энергозатрат, связанных с разработкой ископаемых и переработкой сырья.

Переработку отходов, как метод утилизации, уже давно взяли на вооружение все развитые страны мира как наиболее экологичный метод. В настоящее время специалисты из Европейской Ассоциации, в которую входят известные компании по сносу зданий, пришли к выводу, рециклинг позволяет грамотно утилизировать, переработать и рационально что использовать

вторичное сырье для получения строительных материалов, т.е. дать им новую жизнь и сохранить окружающую среду. При этом, они утверждают, что это весьма прибыльное дело [3].

Технологические схемы переработки строительных отходов, как правило, предусматривают процессы предварительного разрушения крупных изделий, удаления примесей и металла, первичное и вторичное дробление, фракционирование и др.

Выбор технологии переработки отходов зависит также от таких факторов, как наличие свободных площадей для размещения оборудования и складирования материалов, свободный проезд к месту переработки отходов, ограничения на габаритные размеры и др.

Основным требованием для вторичного сырья при производстве строительных материалов является его незагрязненность, например, радиоактивными веществами, нефтепродуктами, фенолами и т.д.

Применение строительных отходов. Один из самых реальных вариантов применения вторсырья в строительстве – это использование при производстве строительных материалов [2,4]. Вторичное сырье не является полноценным строительным материалом, оно обладает низкой стоимостью и ограниченной областью применения. Тем не менее, старый асфальт, стекло, кирпич, пластик, автомобильные шины, железобетон после переработки различными методами обретают новую жизнь. Например:

- Лом бетона применяется в дробленном виде в качестве щебня. Его измельчают для получения нужной фракции и используют в качестве заполнителя в бетонных массах. Бетон на таких заполнителях характеризуется высокими техническими свойствами и пониженной стоимостью.

- Вторичный щебень можно смешивать с песком и специальными добавками, и получать растворы с необходимыми эксплуатационными характеристиками. Вторичный щебень рекомендуют использовать как подстилающий слой подъездных и малонапряженных дорог, для фундаментов

под складские, производственные помещения и небольшие механизмы, как основания или покрытия пешеходных дорожек, автостоянок.

- Отсеянный бетонный щебень применяется для изготовления бордюров и тротуарной плитки.

- Вторичный асфальт можно брать в работу дробленным и после переплавки очищенной массы. Дробленный асфальт востребован при ремонте дорог, при закладке фундамента, а переработанный в печах используют для строительства или ремонта дорог.

- Из отходов с содержанием битума, производят мастику, битумную массу, порошок, который задействован в строительных процессах и в изготовлении кровельных материалов.

- Остатки арматуры востребованы для повторного армирования или перевязки кладочного материала при возведении стен зданий.

- Отходы дерева годятся в качестве опалубки или сырья для изготовления ДВП и ДСП.

- Полимеры могут быть превращены в черепицу, тротуарные плиты и полимербетон.

- Битое стекло может применяться с целью экономии дефицитных сырьевых материалов шихты в производстве тепло- и звукоизоляционного стекловолокна. Из отходов листового оконного стекла получают стеклянную эмалированную плитку. На основе боя строительного стекла разработан новый вид пористого заполнителя — гранулированное пеностекло. Стекло может быть использовано как наполнитель в дорожном строительстве и для производства кирпича.

Вывод. Практически все строительные материалы можно перерабатывать и использовать вновь, снижая себестоимость полученных строительных материалов. Использование вторичного сырья – это одна из важнейших составляющих экологической чистоты, и отличный способ сбережения природных ресурсов и экономии материальных затрат.

Литература

1. Приказ Росприроднадзора от 22.05.2017 N 242 (ред. от 02.11.2018) «Об утверждении Федерального классификационного каталога отходов».

2. Олейник, П.П. Организация системы переработки строительных отходов и получение вторичных ресурсов: учебное пособие / П.П. Олейник, С.П. Олейник. – 2-е изд. – Саратов: Вузовское образование, 2019. – 193 с. – Текст: непосредственный.

3. Европейская практика обращения с отходами: Проблемы, решения, перспектива. – С.Пб. – 2005 – 73 с. – Текст: непосредственный.

4. Дворкин, Л.И. Строительные материалы из отходов промышленности: учебно-справочное пособие / Л.И. Дворкин, О.Л. Дворкин. – Ростов н/Д: Феникс, 2007. – 368 с. – Текст: непосредственный.

Балакай Мария Андреевна, студентка группы ИЗОС-8а ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»:286123, ДНР, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: balakay.m.a-izos-8a@donnasa.ru

Лошакова Валентина Михайловна, ассистент кафедры «Физика и прикладная химия» ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»;286123, ДНР, г. Макеевка, ул. Державина,2.

e-mail: v.m.loshakova@donnasa.ru

THE USE OF SECONDARY RAW MATERIALS IN CONSTRUCTION

Annotation. The article considers the possibilities of using secondary resources, obtaining raw materials and products from them.

Keywords: secondary resources, construction waste, recycling, building materials, environment, ecology.

Balakai Maria Andreevna, a student of the IZOS-8a group, Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, Derzhavin str., 2, Makeyevka, 86123, DPR, Russia, 86123.

e-mail: balakay.m.a-izos-8a@donnasa.ru

Loshakova Valentina Mikhailovna, Assistant of the Department of Physics and Applied Chemistry, Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, Derzhavin str., 2, Makeyevka, 86123, DPR, Russia, 86123.

e-mail: v.m.loshakova@donnasa.ru





УДК 533.9

Балакай М.А.,

студ. группы ИЗОС-8а, ФГБОУ ВО «ДонНАСА»

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент

Покинтелица Е.А.,

доцент кафедры «Физика и прикладная химия»,

ФГБОУ ВО «ДонНАСА»

ПЛАЗМА КАК ЧЕТВЕРТОЕ АГРЕГАТНОЕ СОСТОЯНИЕ ВЕЩЕСТВА

Аннотация. В статье изучены свойства плазмы и ее использование. Предположены возможные развития для применения плазмы.

Ключевые слова: плазма, агрегатные состояния, ионизация, проводимость, применение плазмы, прогнозирование.

Введение. Плазма – частично или полностью ионизированный газ, образованный из нейтральных атомов (или молекул) и заряженных частиц (ионов и электронов). Ее причисляют к четвертому агрегатному состоянию вещества. Это связано с тем, что газ в результате процесса перехода в плазму почти полностью меняет свои свойства.

Постановка задачи. Изучить свойства плазмы, ее использование и предположить возможные развития для применения плазмы.

Результаты. Плазма обладает несколькими особыми свойствами, которые выделяют ее среди других агрегатных состояний вещества. Вот некоторые из основных свойств плазмы.

Ионизация. Плазма состоит из ионов и свободных электронов. Ионизация происходит при высоких температурах или приложении электрического поля к газу, что приводит к отделению электронов от атомов или молекул, образуя положительно заряженные ионы и отрицательно заряженные электроны.

Проводимость. Плазма обладает высокой электрической проводимостью из-за наличия свободных заряженных частиц (электронов и ионов). Она может поддерживать электрический ток и реагировать на внешнее электрическое поле.

Электромагнетизм. Плазма взаимодействует с электромагнитным полем и может генерировать собственные электромагнитные поля. Это свойство позволяет плазме вести себя подобно магнитной жидкости и взаимодействовать с магнитными полями.

Коллективное поведение. Плазма может проявлять коллективное поведение, такое как плазменные волны и электрические разряды. Они могут распространяться через плазму и обладать определенными свойствами, такими как интерференция и дифракция.

Высокая температура. Плазма обычно имеет высокую температуру, часто измеряемую в миллионах градусов Цельсия. Это связано с высокой энергией, необходимой для ионизации атомов и молекул.

Светозлучение. Плазма может излучать свет в различных частотных диапазонах, включая видимый спектр, УФ-лучи и рентгеновское излучение. Это свойство используется в плазменных источниках света, таких как плазменные лампы и плазменные телевизоры.

Понимание свойств плазмы позволяет разрабатывать новые методы и приложения, связанные с использованием плазмы в различных сферах деятельности.

Плазма имеет широкий спектр практических применений в различных областях науки и технологии. Приведем несколько примеров практического использования плазмы.

Плазменная обработка используется для очистки, активации и модификации поверхностей различных материалов. Плазма способна удалить загрязнения, разрушить органические соединения и улучшить адгезию покрытий или клеевых соединений. Это находит применение в производстве электроники, микроэлектроники, медицинской промышленности и других областях.

Плазменные лампы используются для создания яркого и эффективного света в различных приложениях. Они находят применение в освещении улиц, студийном освещении, проекционных системах и специализированных областях, таких как фотохимия и спектроскопия.

Плазменные резаки используют плазму высокой температуры для точной и эффективной резки металлических материалов. Плазменная сварка также широко применяется для соединения металлических деталей, обеспечивая прочные и качественные сварные швы.

Плазма играет ключевую роль в термоядерном синтезе, процессе, который происходит в звездах и является потенциальным источником чистой и практически неисчерпаемой энергии. Управление плазмой в ядерных реакторах находится в центре исследований по разработке практических термоядерных реакторов.

Плазма применяется в медицине для дезинфекции и стерилизации, обработки ран и опухолей, а также для создания плазменных покрытий на имплантатах. Также плазма используется в биотехнологии для обработки семян, разрушения бактерий и вирусов, исследования клеточных процессов и других приложений.

Плазма играет важную роль в изучении космических явлений и астрофизических объектов, таких как звезды, галактики и межзвездные облака. Лабораторные исследования плазмы позволяют лучше понять ее свойства, поведение и взаимодействие с другими частями Вселенной.

Изучение и использование плазмы продолжает развиваться, и появляются новые и инновационные области применения этого уникального агрегатного состояния вещества.

Прогнозирование будущего развития плазмы представляет сложную задачу, так как это активная область исследований и технологического развития. Однако, на основе текущих трендов и направлений исследований, можно предположить несколько возможных разработок для плазмы.

Прогнозируется, что исследования в области термоядерной энергетики и применение плазменных ускорителей позволят преодолеть технические и экономические вызовы и создать работающие термоядерные реакторы.

В будущем считается возможным расширение областей применения плазменной обработки, включая создание плазменных покрытий с уникальными свойствами, модификацию наноматериалов и улучшение производственных процессов.

С развитием технологий и новых материалов предполагается, что плазменные источники света будут становиться более эффективными, долговечными и экологически безопасными. Это может привести к расширению применений плазменного освещения в различных областях, включая освещение домов, уличное освещение и специализированные осветительные системы.

Ожидается, что плазма будет продолжать находить применение в медицине и биотехнологии. Исследования в области плазменной медицины могут привести к разработке новых методов лечения и диагностики, а также к развитию инновационных технологий обработки биологических материалов.

Продолжение исследований плазмы в космосе позволит лучше понять процессы, происходящие во Вселенной, и расширить наши знания о плазменных явлениях и их ролях в формировании звезд, галактик и межзвездной среды.

Вывод. Плазма представляет собой удивительное состояние материи, которое играет важную роль в различных областях науки и техники. С учетом активности исследований и технологических прорывов, будущее плазмы представляет множество потенциальных перспектив и новых возможностей в различных областях науки, технологии и промышленности.

Литература

1. Афанасьев Б.Н. Физическая химия: Учебное пособие / Б.Н. Афанасьев, Ю.П. Акулова - СПб.: Издательство «Лань», 2012. - 464 с. – Текст: непосредственный.

2. Нигматуллин, Н.Г. Физическая и коллоидная химия: учебник для СПО / Н.Г. Нигматуллин. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 276 с. – URL:

<https://library.utmn.ru/doc/info?url=https%3A%2F%2Ffe.lanbook.com%2Fbook%2F212168> (дата обращения 13.03.2024). – Текст: электронный.

3. Милантьев, В.П. Физика плазмы / В. П. Милантьев, С.В. Темко. – М.: Просвещение, 1983. – 166 с. – URL: https://vtome.ru/knigi/estesstv_nauki/66795-fizika-plazmy.html (дата обращения 18.03.2024). – Текст: электронный.

Балакай Мария Андреевна, студентка группы ИЗОС-8а, ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286128, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: balakay.m.a-izos-8a@donnasa.ru

Научный руководитель:

Покинтелица Елена Анатольевна, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры «Физика и прикладная химия» ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286128, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: o.a.pokyntelytsia@donnasa.ru

PLASMA AS THE FOURTH AGGREGATE STATE OF MATTER

Annotation. The article examines the properties of plasma, its use and suggests possible developments for the use of plasma.

Keywords: plasma, aggregate states, ionization, conductivity, plasma application, forecasting.

Balakay Maria Andreevna, student of the EEP-8a group, Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, 286128, Makeevka, Derzhavin str., 2.

e-mail: balakay.m.a-izos-8a@donnasa.ru

Scientific supervisor:

Pokintelitsa Elena Anatolyevna, Ph.D. tech. Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Physics and Applied Chemistry, Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, 286128, Makeyevka, Derzhavin str., 2.

e-mail: o.a.pokyntelytsia@donnasa.ru



УДК 504.064

Васькевич Ю.А.,

студ. группы ЗИзоС-4а, ФГБОУ ВО «ДонНАСА»

Научный руководитель: к.т.н., доцент

Самойлова Е.Э.,

доцент кафедры физики и прикладной химии

ФГБОУ ВО «ДонНАСА»

ОБРАЩЕНИЕ С ПРОМЫШЛЕННЫМИ ОТХОДАМИ В ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Аннотация: рассмотрена проблема обращения с отходами на территории Донецкой Народной Республики, предложены пути ее решения.

Ключевые слова: промышленность, производство, отходы.

Введение. Тема обращения с промышленными отходами в Российской Федерации, Донецкой Народной Республике, на сегодняшний день является актуальной по ряду причин. Промышленные отходы представляют серьезную экологическую проблему, так как они могут содержать опасные вещества, которые могут загрязнять окружающую среду, включая почву, воду и воздух. Неправильное обращение с отходами может привести к серьезным последствиям для здоровья людей и экосистемы в целом.

В статье 12 Федерального закона «Об отходах производства и потребления» описаны требования к объектам размещения отходов.

Определение места строительства объектов размещения отходов осуществляется на основе специальных (геологических, гидрологических и иных) исследований в порядке, установленном законодательством Российской Федерации и указанным в Градостроительном кодексе Российской Федерации.

Постановка задачи. Наибольшее количество отходов образуется при добыче полезных ископаемых – 2 374,2 тыс. т/год (46% от общего количества образующихся отходов в ДНР), в том числе 932 тыс. т приходится на г. Торез, 466 тыс. тонн – на г. Макеевка. Количество отходов, образуемых в перерабатывающей промышленности, – 1716 тыс. т.

При этом практически весь объем данных отходов (97,5 %) образуется в трех городах: Енакиево (1263 тыс. т или 73,6 %), Донецк (366 тыс. т или 21,3 %), Макеевка (45 тыс. т или 2,6 %), что обусловлено наличием металлургических и коксохимических предприятий.

Добыча каменного угля сопровождается накоплением сопутствующих пород и образованием породных отвалов. Это приводит к существенным изменениям окружающей среды, а именно занимают большие площади плодородных земель, в атмосферный воздух выделяется пыль и вредные соединения в результате горения пород и др. Неоспоримо, что все это негативно влияет на состояние здоровья населения, проживающего в угледобывающих районах.

На долю предприятий Донецкой Народной Республики по добыче каменного угля приходится около 30% выбросов загрязняющих веществ.

Породные отвалы (терриконы) значительно влияют на изменение ландшафта и занимают большие площади плодородных земель. Например, в Ростовской области находится 463 террикона, из них около 100 горящих и 20 активно горящих.

Однако наибольший вред они наносят, выделяя в атмосферный воздух опасные летучие соединения в результате своего горения, например такие вещества, как сероводород, угарный газ, оксиды серы, оксиды азота и пр.

В настоящее время на химических, металлургических, горнодобывающих, деревообрабатывающих, энергетических и прочих предприятиях в Российской Федерации ежегодно образуется около 7 млрд. т отходов. Используется на данном этапе около 2 млрд. т, или 28% от общего объема. В отвалах и шламохранилищах страны накоплено около 80 млрд. тонн только твердых

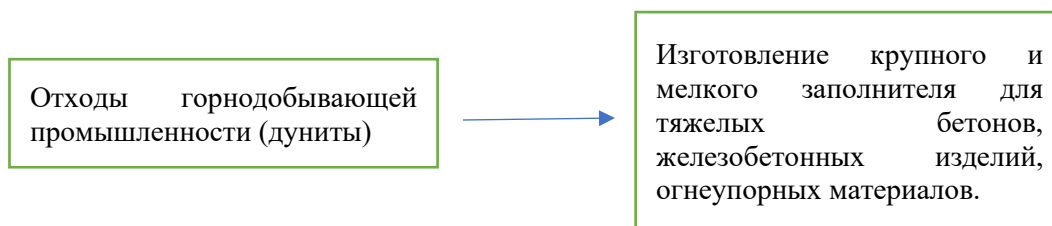
отходов. Под полигоны для их хранения ежегодно отчуждается около 10 тыс. га пригодных для сельского хозяйства земель.

Пути решения в сфере обращения с отходами добывающей промышленности:

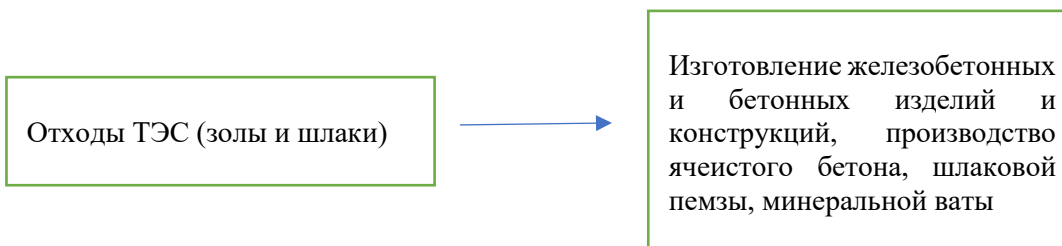
1. Основной потребитель шлаков – цементная промышленность.



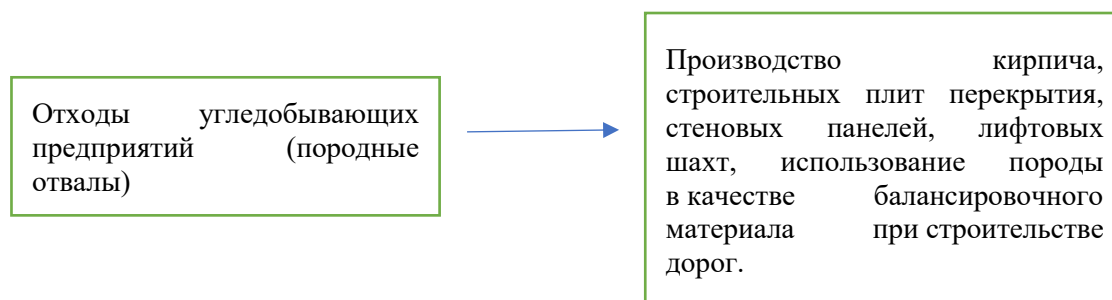
2. Отходы горнодобывающей промышленности в виде дунитов служат универсальным сырьем для производства строительных материалов.



3. Зола и шлаки ТЭС возможно использовать при производстве практически всех строительных материалов и изделий.



4. Породные отвалы могут быть использованы в производстве строительных материалов



В Донецкой Народной Республике отходы добывающей промышленности образуются ежедневно и содержат минеральное сырье для промышленности строительных материалов.

Давней проблемой является также негативное влияние на состояние окружающей среды большого количества породных отвалов и золоотвалов, расположенных на территории ДНР.

Выводы. Одно из наиболее перспективных направлений утилизации промышленных отходов – их использование в производстве строительных материалов, что позволяет удовлетворить потребности в сырье почти на 40% от требуемого объема. Применение отходов производств позволяет на 10-30% снизить затраты на изготовление строительных материалов по сравнению с производством их из природного сырья, экономия капитальных вложений при этом составляет 35-50%.

Переработка и использование данных видов отходов как вторичного сырья в строительной сфере позволит снизить накопление отходов более чем на 25%, так за 2021 год из 2 974 773,83 тонн могут быть повторно использованы 2 231 080,3725 тонн.

Литература

1. Федеральный закон «Об отходах производства и потребления» от 24.06.1998 N 89-ФЗ (последняя редакция). – Текст: непосредственный.
2. Федеральный закон «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 N 7-ФЗ (последняя редакция). – Текст: непосредственный.
3. Приказ Госкомэкополитики при Главе Донецкой Народной Республики №265 от 01.08.2017 «Об утверждении Перечня опасных отходов». – Текст: непосредственный.
4. ГОСТ Р 70052-2022. Национальный стандарт Российской Федерации. «Отходы строительных материалов, образуемые при сносе зданий и сооружений. Правила сортировки и транспортирования» (утв. и введен в действие Приказом Росстандарта от 30.03.2022 N 171-ст). – Текст: непосредственный.
5. Распоряжение Правительства Донецкой Народной Республики от 8 июня 2023 г. № 41-Р6 «Об утверждении территориальной схемы обращения с отходами Донецкой Народной Республики». – Текст: непосредственный.

Васькевич Юлия Андреевна, студентка группы ЗИЗОС-4а, ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», ул. Державина, д. 2, г. Макеевка, ДНР, РФ, 86123.

e-mail: yuliavaskevich@yandex.ru

Научный руководитель:

Самойлова Елена Эдуардовна, к.т.н. доцент; доцент кафедры физики и прикладной химии ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», ул. Державина, д. 2, г. Макеевка, ДНР, РФ, 86123.

e-mail: e.e.samojlova@donnasa.ru

INDUSTRIAL WASTE MANAGEMENT IN THE DONETSK PEOPLE'S REPUBLIC OF THE RUSSIAN FEDERATION

Abstract: the problem of waste management in the territory of the Donetsk People's Republic is considered, and ways to solve it are proposed.

Keywords: industry, production, waste.

Vaskevich Yulia Andreevna, student of the ZIZOS-4a group, Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, Derzhavin str., 2, Makeyevka, 86123, DPR, Russia.

e-mail: yuliavaskevich@yandex.ru

Scientific supervisor:

Samoylova Elena Eduardovna, Ph.D., Associate Professor; Associate Professor of the Department of Physics and Applied Chemistry, Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, Derzhavin str., 2, Makeyevka, 86123, DPR, Russia.

e-mail: e.e.samojlova@donnasa.ru





УДК 620.92

Гринь О.А.,

студ. группы ТИМС-3а, ФГБОУ ВО «ДонНАСА»

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент

Покинтелица Е.А.,

доцент кафедры «Физика и прикладная химия»,

ФГБОУ ВО «ДонНАСА»

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ

Аннотация. В статье изучены основные виды альтернативных источников энергии. Проанализированы их преимущества и недостатки. Предложено использовать технологии возобновляемой энергии для решения различных климатических и территориальных условий.

Ключевые слова: источники энергии, солнечная энергия, энергия ветра, гидроэнергетика, биоэнергетика, геотермальная энергия, атмосферная электростанция.

Введение. Альтернативные источники энергии - это возобновляемые энергетические ресурсы, которые получают благодаря использованию гидроэнергии, энергии ветра, солнечной энергии, геотермальной энергии, биомассы и энергии приливов и отливов. В отличие от ископаемых видов топлива, например, нефти, природного газа, угля и урановой руды, эти источники энергии не истощаются, поэтому их называют возобновляемыми.

Постановка задачи. Изучить основные виды альтернативных источников энергии. Рассмотреть их преимущества и недостатки.

Результаты. Существует несколько альтернативных источников энергии, которые используются для снижения зависимости от традиционных источников энергии, таких как ископаемые топлива. Рассмотрим некоторые из них.

Энергия солнца. Всевозможные гелиоустановки используют солнечное излучение как альтернативный источник энергии. Излучение Солнца можно использовать как для нужд теплоснабжения, так и для получения электричества.

Существуют разные способы преобразования солнечного излучения в тепловую и электроэнергию и, соответственно, различные типы солнечных электростанций. Наиболее распространены станции, использующие фотоэлектрические преобразователи (фотоэлементы), объединенные в солнечные батареи.

К преимуществам солнечной энергии можно отнести возобновляемость данного источника энергии, бесшумность, отсутствие вредных выбросов в атмосферу при переработке солнечного излучения в другие виды энергии.

Недостатками в использовании солнечной энергии являются дороговизна оборудования, зависимость интенсивности солнечного излучения от суточного и сезонного ритма, а также, необходимость больших площадей для строительства солнечных электростанций. Также серьёзной экологической проблемой является использование при изготовлении фотоэлектрических элементов для гелиосистем ядовитых и токсичных веществ, что создаёт проблему их утилизации.

Энергия ветра. Одним из перспективнейших источников энергии является ветер. Принцип работы ветрогенератора элементарен. Сила ветра, используется для того, чтобы привести в движение ветряное колесо. Это вращение в свою очередь передаётся ротору электрического генератора.

Ветроэнергетика является весьма перспективным источником альтернативной энергии, в настоящее время многие страны значительно расширяют использование электростанций данного типа.

Преимуществом ветряного генератора является, прежде всего, то, что в ветряных местах, ветер можно считать неисчерпаемым источником энергии.

Кроме того, ветрогенераторы, производя энергию, не загрязняют атмосферу вредными выбросами.

К недостаткам устройств по производству ветряной энергии можно отнести непостоянство силы ветра и малую мощность единичного ветрогенератора. Также ветрогенераторы известны тем, что производят много шума (вследствие чего их стараются строить вдали от мест проживания людей), мешают перелетам птиц и насекомых, а также создают помехи в прохождении радиоволн и работе военных.

Биоэнергетика позволяет из биотоплива разного вида получать энергию и тепло. Биоэнергетика сейчас находится в стадии активного развития. Крупные промышленные и сельскохозяйственные предприятия активно переходят на биотопливо, что дает им получать электроэнергию и тепло из органического мусора.

К альтернативным источникам энергии относятся не все виды биотоплива: традиционные дрова тоже являются биотопливом, но не являются альтернативным источником энергии. Альтернативное биотопливо бывает твердым (отходы деревообработки и сельского хозяйства), жидким (биодизель и биомазут, а также метанол, этанол, бутанол) и газообразное (водород, метан, биогаз).

Основными преимуществами является утилизация органического мусора, снижение уровня загрязнения окружающей среды. Биотопливо изготавливается из различного сырья, такого как навоз, отходы сельскохозяйственных культур и растений, выращенных специально для топлива. Это возобновляемые ресурсы, которые, вероятно, не закончатся в ближайшее время. Биотопливо снижает выбросы парниковых газов. Кроме того, при выращивании культур для биотоплива они частично поглощают оксид углерода, что делает систему использования биотоплива ещё более устойчивой.

Биотопливо довольно легко транспортировать, оно обладает стабильностью и довольно большой «энергоплотностью», его можно

использовать с незначительными модификациями существующих технологий и инфраструктуры.

К недостаткам применения биотоплива относятся:

- ограничения региональной пригодности (в некоторых местностях просто невозможно выращивать биотопливные культуры, например, в местности с холодным или засушливым климатом);
- водопользование – чем меньше воды используется для выращивания сельскохозяйственной культуры, тем лучше, так как вода является ограниченным ресурсом;
- продовольственная безопасность (слишком активное выращивание биотоплива может привести к голоду). Проблема с выращиванием сельскохозяйственных культур для топлива заключается в том, что они займут землю, которую можно было бы использовать для выращивания продуктов питания;
- разрушение среды обитания животных и риск изменения окружающей среды, вследствие применения удобрений и пестицидов при выращивании биотопливных культур (чаще всего это монокультуры для удобства выращивания).

Гидроэнергетика. Гидроэнергия использует потоки или падение воды для приведения в движение турбин и генерации электричества. Гидроэлектростанции могут использовать потоки рек, водопады или приливы и отливы морей для производства энергии.

Основные плюсы – высокая экологичность и низкая себестоимость получения энергии.

К главным минусам приливных электростанций относятся высокая стоимость их строительства и суточные изменения мощности, из-за которых электростанции этого типа целесообразно использовать только в составе энергосистем, использующих также и другие источники энергии.

Геотермальная энергия использует тепло, накапливающееся внутри Земли, для генерации электричества или обеспечения тепла. Энергия может быть извлечена из горячих источников, гейзеров или глубоких скважин.

К преимуществам геотермальных источников энергии можно отнести неисчерпаемость и независимость от времени суток и времени года.

К негативным сторонам можно отнести тот факт, что термальные воды сильно минерализованы, а зачастую ещё и насыщены токсичными соединениями. Это делает невозможным сброс отработанных термальных вод в поверхностные водоёмы. Поэтому отработанную воду необходимо закачивать обратно в подземный водоносный горизонт. Кроме того, некоторые учёные-сейсмологи выступают против любого вмешательства в глубокие слои Земли, утверждая, что это может спровоцировать землетрясения.

Атмосферное электричество может стать еще одним существенным источником экологически чистой энергии. В нижних слоях атмосферы Земли идут интенсивные процессы испарения, переноса тепла и влаги, образования облаков, сопровождающиеся явлениями электризации. В результате, у поверхности Земли напряженность электростатического поля достигает 100...150 В/м летом и до 300 В/м зимой, значительно изменяясь от погодных условий. В атмосфере постоянно висит положительный объемный заряд величиной около 0,57 млн. кулонов. Энергетический ресурс заряженной атмосферы оценивается величиной около 107 ГВт, что не менее чем в 250 раз превышает потребности человеческой цивилизации в энергии.

В качестве преимуществ атмосферных электростанций отмечаются следующие факторы:

- атмосферная электростанция способна вырабатывать энергию постоянно и не выбрасывает в окружающую среду никаких загрязнителей;
- в случае открытия способа хранения и создания суперконденсатора атмосферного электричества, он будет постоянно подзаряжаться с помощью возобновляемых источников энергии – солнца и радиоактивных элементов земной коры;

– электроразрядное оборудование атмосферных станций не бросается в глаза. Оно находится в верхних слоях атмосферы, слишком высоко для того, чтобы их увидеть невооруженным глазом.

Недостатки:

– атмосферное электричество, как и энергию солнца или ветра, трудно запасать. Его необходимо либо использовать сразу же, на месте получения, либо преобразовывать в любую другую форму, например в водород;

– значительная разрядка земельно-ионосферного суперконденсатора может нарушить баланс глобального электрического контура. В этом случае последствия для окружающей среды будут непредсказуемы;

– высокое напряжение в системах атмосферных электростанций может быть опасным для обслуживающего персонала;

– электроразрядное оборудование необходимого размера сложно обслуживать и поддерживать на необходимой высоте. Кроме того, они могут представлять опасность для авиации.

Вывод. Технологии возобновляемой энергии, такие как солнечные панели, ветряные турбины и гидроэлектростанции, становятся всё более доступными и эффективными. Они предлагают решения для различных климатических и территориальных условий, от солнечных пустынь до ветряных полярных регионов. Кроме того, появляются новые технологии, такие как волновая и геотермальная энергия, расширяя спектр возможностей для использования чистых источников энергии.

Переход к возобновляемой энергии – это не только экологическая необходимость, но и экономическая выгода и шанс на развитие новых технологий. Чистая энергия - это ключ к устойчивому будущему для нашей планеты и всех её обитателей. Именно сегодня мы должны принимать решения, которые обеспечат благополучие наших потомков.

Литература

1 Лабунцов, Д.А. Физические основы энергетики: избранные труды по теплообмену, гидродинамике, термодинамике / Д.А. Лабунцов. – Москва: Изд-во МЭИ, 2000 - 386 с. – Текст: непосредственный.

2 Алхасов, А.Б. Возобновляемая энергетика: монография / А.Б. Алхасов; под ред. В.Е. Фортова. – Москва: Физматлит, 2010. – 255 с. – Текст: непосредственный.

Гринь Ольга Александровна, студентка группы ТИМС-3а, ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286128, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: grino.a-tims-3a@donnasa.ru

Научный руководитель:

Покинтелица Елена Анатольевна, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры «Физика и прикладная химия» ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286128, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: o.a.pokyntelytsia@donnasa.ru

ALTERNATIVE ENERGY SOURCES

Annotation. The article examines the main types of alternative energy sources. Their advantages and disadvantages are analyzed. It is proposed to use renewable energy technologies to solve various climatic and territorial conditions.

Keywords: energy sources, solar energy, wind energy, hydropower, bioenergy, geothermal energy, atmospheric power plant.

Grin Olga Alexandrovna, student of the IMTC-8a group, Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, 286128, Makeevka, Derzhavin str., 2.

e-mail: grino.a-tims-3a@donnasa.ru

Scientific supervisor:

Pokintelitsa Elena Anatolyevna, Ph.D. tech. Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Physics and Applied Chemistry, Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, 286128, Makeyevka, Derzhavin str., 2.

e-mail: o.a.pokyntelytsia@donnasa.ru





УДК 628.4.032:504

Рябков А.А.,

студент гр. ИЗОС – 5а, ФГБОУ ВО «ДонНАСА»

Научный руководитель: к.т.н., доцент

Самойлова Е.Э.,

доцент кафедры «Физика и прикладная химия»,

кафедры «Техносферная безопасность»,

ФГБОУ ВО «ДонНАСА»

СОРТИРОВКА ОТХОДОВ

Аннотация. В данной статье рассматривается актуальность сортировки отходов. Изучается состояние проблемы, происходит ознакомление с существующими исследованиями в сфере обращения с отходами. Сделаны выводы о готовности населения отдельно сортировать отходы.

Ключевые слова: твердые коммунальные отходы; сортировка отходов, экологическая осознанность населения.

Резкий рост количества отходов – одна из основных современных проблем природопользования, которая несет в себе риски деградации окружающей среды и здоровья населения. Поэтому во всем мире проблема рационального обращения с отходами приобретает все большую актуальность. В Российской Федерации вопросы рационального природопользования и, в частности, обращения с отходами, признаются важным элементом экологической безопасности [1].

Способ борьбы с «мусорной» проблемой найден давно, еще в последней трети XX в. – это организация отдельного сбора отходов. Технически данная деятельность не представляет значительных сложностей. Однако сложности

появляются, когда технологии раздельного сбора мусора пытаются внедрить в конкретных локальных сообществах, регионах, странах. В этой связи особую важность приобретают меры по изменению представлений людей о возможности и перспективности раздельного сбора отходов. Исследования социального восприятия раздельного сбора бытовых отходов приобретают особую значимость [2].

Исследования, проведенные в марте 2021 г. показали, что отношение россиян к экологии изменяется в лучшую сторону. 70% жителей нашей страны (из них 26% выразили полную поддержку, а 44% – частичную) стали бы поддерживать раздельный сбор (рис. 1) [3].



Рисунок 1. Отношение к идее раздельного сбора мусора

В странах Европейского союза выделяют три основных положения при решении проблемы управления отходами [3]:

- преимущество имеют переработка и повторное использование (вторсырье);
- использование отходов как вторичных энергетических ресурсов (при отсутствии возможности повторного использования и переработки);

- захоронение на полигонах (при невозможности реализовать первые два пункта).

За рубежом важными являются способы утилизации и поиск наиболее оптимальных по затратам схем. Экономическая составляющая затрат на сбор может не сходиться с экологической значимостью, что потребует материальной поддержки муниципалитетов для обеспечения более экологичных способов утилизации. При утилизации пластика выявляется экономическое предпочтение двойной модели: вначале простая сортировка пластика в домашних хозяйствах, а затем специализированная постсепарация на предприятиях по утилизации, что повышает рентабельность переработки [4]. Такой метод упрощает сбор отходов и может быть сравним, например, с двойной системой контейнеров в Москве.

Конечно, разделение мусора – это лишь один из вариантов выхода из сложившейся сложной экологической ситуации. Как видно на рисунке 2, переработка отходов по эффективности занимает лишь 4-е место [5].



Рисунок 2. Эффективность методов работы с отходами

Начинать нужно с отказа от ненужных покупок. Приобретая какую-либо вещь или продукт в супермаркете, следует прежде всего подумать, действительно ли он вам крайне необходим и сможете ли вы его правильно

утилизировать (в основном это касается упаковки). Следующий этап – это сокращение потребления до комфортного минимума. Сюда также входит экономия энергоресурсов. Далее – повторное использование ресурсов и предметов в домашнем хозяйстве, для декора интерьера, передача другим нуждающимся, а также просто бережное отношение к вещам. Только после этого следует переработка, а за ней – самые неэффективные методы: получение энергии из отходов и их размещение/захоронение.

Вывод: для эффективной сортировки отходов есть разработанные средства и технологии. Широкое применение данного этапа в первую очередь зависит от государственного управления. В странах, где сортировка ТКО является обязательной и строго контролируется государством на полигоны вывозится менее 10% отходов. В РФ обсуждается возможность принятия закона о раздельном сборе мусора.

Литература

1. Как выглядит лицо «мусорной реформы» через народный рейтинг ОНФ?
// Общественный народный фронт. – URL: <https://onf.ru/2021/02/04/kak-vyglyadit-lico-musornoy-reformy-cherez-narodnyy-reyting-onf/> (дата обращения: 13.04.2024).
– Текст: электронный.
2. Как продвигают раздельный сбор мусора в России и за рубежом
// Аналитическое агентство «Смыслография». – URL <https://s-graph.ru/kak-prodvigayut-razdelnyj-sbor-musora-v-rossii-i-za-rubezhom/> (дата обращения: 13.04.2024). – Текст: электронный.
3. Федотов, А.В. Зарубежный опыт организации и стимулирования раздельного сбора и утилизации твердых бытовых отходов на региональном уровне // Вопросы региональной экономики. – 2019. – № 4 (41). – С. 54-62. – Текст: непосредственный.
5. Опасные отходы: основные способы утилизации и обезвреживания. – URL: <https://greenologia.ru/othody/utilizaciya-i-pererabotka/opasnye-otxody.html/> (дата обращения: 13.04.2024). – Текст: электронный.

Рябков Артем Александрович, студент группы ИЗОС-5а, ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», ул. Державина, д. 2, г. Макеевка, Донецкая область, ДНР РФ, 86123.

e-mail: ryabkov.v.a-izos-5a@donnasa.ru

Научный руководитель:

Самойлова Елена Эдуардовна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Физика и прикладная химия», кафедры «Техносферная безопасность», ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», ул. Державина, д. 2, г. Макеевка, Донецкая область, ДНР РФ, 86123.

e-mail: e.e.samojlova@donnasa.ru

WASTE SORTING

Annotation. This article discusses the relevance of waste sorting. The state of the problem is being studied, familiarization with existing research in the field of waste management is taking place. Conclusions are drawn about the willingness of the population to sort waste separately.

Keywords: solid municipal waste; waste sorting, environmental awareness of the population.

Ryabkov Artyom Alexandrovich, student of the IZOS-5a group, Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, Derzhavin str., 2, Makeyevka, 86123, DPR, Russia.

e-mail: ryabkov.v.a-izos-5a@donnasa.ru

Scientific supervisor:

Samoilova Elena Eduardovna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Physics and Applied Chemistry, Department of Technosphere Safety, Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, Derzhavin str., 2, Makeyevka, 86123, DPR, Russia.

e-mail: e.e.samojlova@donnasa.ru





УДК 772.96

Морозюк В.А.,

студ. группы ИСИ-8а, ФГБОУ ВО «ДонНАСА»

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент

Покинтелица Е.А.,

доцент кафедры «Физика и прикладная химия»,

ФГБОУ ВО «ДонНАСА»

МЕДИЦИНСКАЯ ТЕПЛОВИЗИОННАЯ ДИАГНОСТИКА

Аннотация. В статье рассмотрено, для каких целей тепловизионная диагностика может использоваться в медицинской практике. Изучено, какие преимущества есть у данного метода. Представлен ряд ограничений и рисков, связанных с применением тепловизионной диагностики, а также приведены примеры конкретных случаев, когда тепловизионная диагностика была полезна в медицине.

Ключевые слова: тепловизионная диагностика, медицина, электромагнитный спектр, распределение тепла.

Введение. Медицинская тепловизионная диагностика, также известная как инфракрасная термография или тепловое картографирование, представляет собой метод образования изображения, который использует излучение инфракрасного диапазона электромагнитного спектра. Этот метод позволяет визуализировать и измерять распределение тепла на поверхности тела или объекта.

Постановка задачи. Рассмотреть, для каких целей тепловизионная диагностика может использоваться в медицинской практике. Изучить преимущества данного метода. Узнать какие существуют ограничения и риски,

связанные с применением тепловизионной диагностики и приведены примеры, когда данная диагностика была полезна в медицине.

Результаты. В медицинской практике тепловизионная диагностика может использоваться для различных целей.

Тепловизионная диагностика может помочь в обнаружении различных патологических состояний. Она может быть полезна в раннем выявлении опухолей, воспалительных процессов, циркуляторных расстройств и других заболеваний. Измерение и визуализация температурных аномалий на поверхности тела может дать информацию о возможных проблемах в организме.

Инфракрасная термография может помочь в оценке травм и повреждений, таких как спортивные травмы, переломы, растяжения и рваные раны. Изображения, полученные с помощью тепловизора, могут показать изменения температуры и паттерны тепла, что может помочь в оценке степени повреждения и прогнозировании заживления.

Тепловое картографирование позволяет измерять и визуализировать тепловые изменения, связанные с кровоснабжением в тканях. Это может быть полезно для оценки циркуляции крови, выявления проблем с микроциркуляцией и оценки эффективности лечения.

Тепловизионная диагностика может использоваться для оценки функциональной активности органов и систем. Например, она может помочь в оценке работы сердца, определении температурных аномалий на коже, связанных с вариациями в деятельности вегетативной нервной системы и т.д.

Отметим, что медицинская тепловизионная диагностика является дополнительным методом и не должна использоваться в качестве единственного средства диагностики. Она обычно применяется в сочетании с другими методами обследования и медицинскими данными для получения более полной картины состояния пациента. Кроме того, интерпретацию результатов и анализ тепловых изображений требуют специальной квалификации и опыта.

Применение тепловизионной диагностики в медицине имеет свои ограничения и риски, о которых важно знать. Среди таковых стоит выделить

ограниченную глубину проникновения, поэтому данный метод исследования предоставляет информацию только о поверхностных температурах. Это может ограничить ее способность обнаружить некоторые внутренние патологии или проблемы.

Стоит учитывать влияние внешних факторов, таких как окружающая температура, влажность и воздушные потоки. Эти факторы могут повлиять на точность и надежность измерений.

Также к недостаткам можно отнести субъективность интерпретации, ограниченную доступность и высокую стоимость высококачественных тепловизионных систем, которые не заменяют другие методы диагностики, т.к. обычно эти системы используются в сочетании с другими методами для получения более полной информации о состоянии пациента.

Тепловизионная диагностика имеет несколько преимуществ и широкий спектр применений в медицине. К преимуществам использования данного метода является неинвазивность, т.е. это метод обследования, который не требует контакта с пациентом и не вызывает болевых ощущений. Это делает диагностику безопасной и комфортной для пациента, особенно при обследовании детей или людей с чувствительной кожей.

Тепловизионная диагностика может помочь в раннем обнаружении различных заболеваний и патологических состояний. Она может выявить температурные аномалии на поверхности тела, которые могут указывать на проблемы в организме. Это позволяет начать лечение на ранних стадиях, когда эффективность лечения может быть выше.

Тепловое картографирование может использоваться для оценки эффективности лечения путем сравнения тепловых карт до и после проведения медицинских процедур. Оно может помочь визуализировать изменения в температурных паттернах, связанные с реакцией организма на лечение.

Тепловизионная диагностика может предоставить врачу дополнительные данные для принятия решений о диагностике, лечении и мониторинге пациента. Она может помочь в идентификации областей интереса, требующих

дальнейшего обследования, и ориентировать врача в выборе оптимального подхода к лечению.

Инфракрасная термография может быть полезной в оценке кровоснабжения тканей и выявлении проблем с микроциркуляцией. Она может помочь в обнаружении циркуляторных расстройств, определении областей недостаточного кровоснабжения и оценке эффективности терапии.

Тепловизионная диагностика может использоваться для скрининга больших групп людей или контроля состояния пациентов на ранних стадиях. Она может быть полезна для выявления патологий, таких как рак или воспалительные заболевания, и контроля их прогресса.

Приведем несколько конкретных случаев, когда тепловизионная диагностика была полезна в медицине.

Тепловизионная диагностика может использоваться в дополнение к другим методам скрининга рака груди, таким как маммография. Она может помочь выявить аномалии в температурных паттернах на поверхности груди, которые могут свидетельствовать о наличии опухоли ещё на ранних стадиях. Это может помочь врачам выявить рак груди раньше и начать лечение в более ранних стадиях, что повышает шансы на успешное исцеление.

Инфракрасная термография может быть полезной для выявления и оценки активности воспалительных процессов в организме. Например, при ревматоидном артрите или воспалительном заболевании суставов, тепловизионная карта может показать повышенную температуру в пораженных областях, что помогает врачам оценить степень воспаления и мониторировать эффективность лечения.

Тепловизионная диагностика может быть использована в косметологии для оценки состояния кожи и кровоснабжения в различных областях лица и тела. Она может помочь выявить проблемы с кровообращением и микроциркуляцией, а также оценить эффективность процедур, таких как лазерное омоложение или массаж.

Тепловое картографирование может использоваться для изучения пациентов с синдромом раздраженного кишечника (СРК). Оно может помочь визуализировать изменения в температуре на поверхности живота, связанные с воспалительными процессами или синдромом повышенной проницаемости кишечника. Это может помочь врачам определить области, требующие дополнительного обследования или лечения.

Тепловизионная диагностика может быть полезна в диагностике остеомиелита, инфекционного заболевания костей. Она может помочь выявить участки повышенной температуры на поверхности кости, что может указывать на наличие воспаления и инфекции. Это может помочь врачам определить местоположение и степень поражения, а также оценить эффективность лечения.

Вывод. Несмотря на активное развитие других методов диагностики, тепловизионная диагностика остается востребованной и полезной в медицине благодаря своей неинвазивности, возможности раннего обнаружения и мониторинга, а также дополнительной информации, которую она предоставляет для принятия решений врачами.

Литература

1. Зеновко, Г.И. Термография в хирургии / Г.И. Зеновко. - Москва: Медицина, 1998 - 166 с. – Текст: непосредственный.
2. Мельникова, В.П. Диагностические возможности метода тепловидения в кардиологии / В.П. Мельникова, О.А. Козлов, В.П. Ларионова, В.Ф. Суханова // Межд. конф. «Прикл. Оптика-96»: Тез. докл. На заседании «Темп-96». – СПб, 1996. – С. 78-79. – Текст: непосредственный.
3. Орлов, Г.А. Современные возможности медицинской термографии / Г.А. Орлов // Тепл. в медицине: Труды Всерос. научно-практ. конф. по проблеме «Тепловидение в медицине». – Л., 1976. – Ч. 1. – С. 21-25. – Текст: непосредственный.

Морозюк Виктория Александровна, студентка группы ИСИ-8а, ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286128, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: morozyuk.v.a-isi-8a@donnasa.ru

Научный руководитель:

Покинтелица Елена Анатольевна, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры «Физика и прикладная химия» ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286128, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: o.a.pokyntelytsia@donnasa.ru

MEDICAL THERMAL IMAGING DIAGNOSTICS

Annotation. The article discusses for what purposes thermal imaging diagnostics can be used in medical practice. The advantages of this method have been studied. A number of limitations and risks associated with the use of thermal imaging diagnostics are presented, as well as examples of specific cases where thermal imaging diagnostics were useful in medicine.

Keywords: thermal imaging diagnostics, medicine, electromagnetic spectrum, heat distribution.

Morozyuk Victoria Alexandrovna, student of the ICE-8a group, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture», 286128, Makeevka, Derzhavin str., 2.

e-mail: morozyuk.v.a-isi-8a@donnasa.ru

Scientific supervisor:

Pokintelitsa Elena Anatolyevna, Ph.D. tech. Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Physics and Applied Chemistry, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture», 286128, Makeyevka, Derzhavin str., 2.

e-mail: o.a.pokyntelytsia@donnasa.ru





УДК 504.064.3

Осташко Б.И.,

студент гр. ИЗОС – 5а, ФГБОУ ВО «ДонНАСА»

Научный руководитель: к.т.н., доцент

Самойлова Е.Э.,

доцент кафедры «Физика и прикладная химия»,

кафедры «Техносферная безопасность»,

ФГБОУ ВО «ДонНАСА»

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПОЛИГОНОВ ТВЕРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ В ДНР

Аннотация. В данной работе проанализированы объемы образования отходов, их класс опасности, а также исследован морфологический состав твердых коммунальных отходов в ДНР. Несмотря на то, что в некоторых районах было отмечено сокращение объемов образования отходов, в целом тренд по увеличению количества отходов наблюдается.

Ключевые слова: полигоны, твердые коммунальные отходы, утилизация, накопление.

1. Анализ текущего состояния полигонов твердых коммунальных отходов (ТКО) в ДНР.

На территории г. Донецка в настоящее время функционируют 2 полигона бытовых и 1 полигон промышленных и строительных отходов.

Полигон «Петровский» эксплуатируется с 1972 г. Балансодержателем и оператором полигона является КАТП «Санитарная очистка Петровского района г. Донецка», которым в 2003 г. получен Государственный акт на право постоянного пользования землей площадью 3,5 га.

СЕКЦИЯ «ФИЗИКА И ПРИКЛАДНАЯ ХИМИЯ»

Полигон «Ларинский» введен в эксплуатацию в 1991 г. (площадь 21 га), расположен в пос. Ларино (ул. Крутоярская, 9), имущество на праве хозяйственного ведения закреплено за коммунальным предприятием «Донэкосервис», оператор – ООО «Бриз-инвест».

Операторами полигонов ТБО оказываются услуги по приему и размещению отходов IV класса опасности.

Полигон промышленных и строительных отходов расположен в пос. Ларино Буденновского района г. Донецка. Балансодержатель – КП «Биосфера Донецка». Общая площадь полигона – 14 га. Предприятием получена лицензия на осуществление хозяйственной деятельности по обезвреживанию и размещению отходов I-IV классов опасности (в части обезвреживания и размещения отходов III-IV классов опасности).

В 2020 году на полигонах размещено 255,83 тыс. т отходов в том числе, на Петровском полигоне ТБО – 89,7 тыс. т, на Ларинском полигоне ТБО – 157,62 тыс. т, на Ларинском полигоне промышленных и строительных отходов – 8,512 тыс. т.

В 2020 году ООО «Экогринпром» (г. Дебальцево) была получена лицензия на осуществление хозяйственной деятельности по сбору, транспортировке и размещению отходов I-III классов опасности, а именно отработанных люминесцентных ламп, свинцово-кислотных аккумуляторов, масел моторных. Однако этих мощностей недостаточно, отдельные виды отходов I-III класса опасности продолжают накапливаться на территориях предприятий.

По итогам 2020 года заготовлено 3022,62 тонн отходов как вторичного сырья, из них макулатура – 2782,15 тонн, ПЭТ-бутылка б/у – 11,27 тонны, вторичные полимеры – 19,58 тонн, полиэтилен б/у – 206,02 тонны, стеклобой – 3,6 тонн.

В Донецке система сбора и вторичного использования ресурсо-ценных компонентов ТБО развита недостаточно, что значительно сокращает срок службы полигонов ТБО. При существующей унитарной системе сбора ТБО преобладающее количество бытовых отходов, собранных специализированными

предприятиями-перевозчиками, без какой-либо организованной сортировки удаляется на полигоны. Крайне недостаточной можно считать степень сбора ТБО с целью вторичного использования – не более 5% от объема образования.

2. Идентификация проблем и экологических нарушений.

Состояние всех полигонов ТКО, расположенных на территории Донецкой Народной Республики, не соответствует современным требованиям организации и эксплуатации полигонов (ДБН В.2.4-2-2005 Полигоны твердых бытовых отходов), что связано с давностью начала их строительства и эксплуатации.

Несоответствие нынешнего состояния полигонов действующим требованиям по их организации и эксплуатации выражается в отсутствии проектов строительства (более 95%), весового оборудования (95,65%), противофильтрационных экранов (100%), ограждений и обваловки (100%), нагорных канав (97%), дренажных систем сбора и обеззараживания фильтрата (100%), наблюдательных скважин (100%), регулярного проведения мероприятий по пожарной безопасности, предохранительных мероприятий против распространения неприятных запахов, инфекционных микроорганизмов, вредных насекомых и грызунов.

Кроме того, существуют факты несоблюдения СЗЗ (500 м) полигонов, недостоверной информации о накопленных ранее ТКО и ПО, отсутствия геологической и топографической съемок мест удаления отходов. Существующая сложившаяся ситуация влечет за собой: загрязнение фильтратом от процесса разложения ТКО поверхностных и подземных вод прилегающей территории; загрязнение тяжелыми металлами и другими химическими соединениями земель прилегающих к полигонам; увеличение радиоактивного фона; уничтожение полезной флоры и фауны произрастающей и обитающей на данных территориях; загрязнение атмосферного воздуха продуктами газообразных соединений от процесса разложения ТКО; угрозу самовозгорания свалок с последующим загрязнением атмосферного воздуха продуктами горения. Учитывая неполный охват населения услугами по сбору и вывозу ТКО (в среднем по Республике 81%), у части населения и юридических лиц не

заключены договоры со специализированными предприятиями на сбор и вывоз ТКО, как следствие, указанные лица удаляют отходы в несанкционированные места, что приводит к возникновению стихийных несанкционированных свалок ТКО. Кроме того, из-за нерегулярного вывоза ТКО, особенно в частном секторе, население вынуждено самостоятельно избавляться от накопившихся отходов, что также приводит к возникновению и увеличению количества стихийных несанкционированных свалок ТКО. Несанкционированные свалки представляют собой экологическую и эпидемиологическую опасность как для окружающей среды, так и для населения. Ликвидация несанкционированных свалок на территориях городов и районов относится к компетенции органов местного самоуправления. За 2020 г. по Республике было ликвидировано более 1800 стихийных несанкционированных свалок, объемом более 58 тыс. м³.

3. Изучение ситуации и анализ проблемных участков.

Проведение экологической экспертизы полигонов и промышленных объектов. Основные этапы проведения основных экспертиз включают сбор и анализ информации. На этом этапе осуществляется сбор информации о промышленных объектах и полигонах, включающий данные о типе деятельности, использование технологий, ресурсов, исходов и выбросов. Также анализируются географические и климатические условия региона.

Оценка возможного воздействия. Осуществляет оценку возможного воздействия промышленных объектов и полигонов на окружающую среду, включая воздух, почву, водные ресурсы, растительный и животный мир. Также оценивается влияние на здоровье населения и качество жизни.

Контроль выполнения мероприятий. После принятия решений проводится контроль и наблюдение за выполнением мероприятий по снижению негативного воздействия. Осуществляется мониторинг качества воздуха, суши, водных ресурсов и состояния природной среды вокруг промышленных объектов и полигонов.

Важное замечание: проведение ключевых экспертиз полигонов и промышленных объектов в ДНР требует соблюдения российских стандартов и

норм, а также сотрудничества с международными организациями и экспертами. Это позволит не только защитить окружающую среду и здоровье населения, но и обеспечить устойчивое развитие региона.

Полигоны ТКО часто подвергаются загрязнению окружающей среды в прилегающих районах. Выброшенные отходы на поверхности или в открытых откатных ямах могут проникать в почву и накапливаться в течение определенного времени, что может привести к загрязнению почвы и нарушению ее природной плодородности.

Загрязнение воды: на рисунке 1 представлена схема миграции фильтрата. Можно выделить зоны влияния полигона ТКО на подземные воды по химическому составу инфильтрата: под свалочной массой, в зоне транзита и в зоне разгрузки в дренажную сеть. Для каждой из них характерны свои химические и температурные аномалии в подземной гидросфере, а также в режиме уровней.

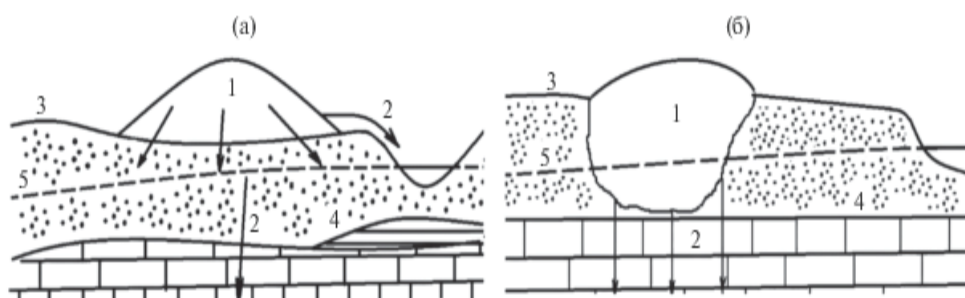


Рисунок 1. Схема миграции фильтрата

1 – свалочные массы, 2 – направление распространения фильтрата в поверхностные и подземные воды, 3 – поверхность земли, 4 – горные породы в основании свалки, 5 – УГВ; а – полигон на поверхности земли, б – полигон в бывшем карьере

В каждой из этих зон формируются своеобразные щелочно-кислотные и окислительно-восстановительные условия. В геосистеме меняются элементы водного баланса (испарение, эвапотранспирация, инфильтрационное питание и др.). Отмечается существенное загрязнение поверхностных и грунтовых вод.

Угнетается растительный покров, ухудшается состояние атмосферного воздуха из-за выделения свалочных газов (метана CH_4 , углекислого газа CO_2).

Для свалок поверхностного типа (рис. 1, а) характерно существенное загрязнение почвенного покрова, которое может распространяться на много километров вокруг свалки.

Второй тип свалок – в выемке (рис. 1, б) – также весьма опасен, так как это непосредственный источник загрязнения подземных вод.

Главным источником загрязнения атмосферного воздуха на полигонах ТКО является, так называемый, свалочный газ (СГ), образуемый в результате процессов анаэробного брожения отходов, слагающих тело мусорного полигона. Основными компонентами свалочного газа являются парниковые газы – метан (CH_4) и углекислый газ. Также в составе свалочного газа присутствуют токсические соединения, являющиеся источниками неприятного раздражающего запаха. Неконтролируемая эмиссия СГ в атмосферный воздух вызывает ряд негативных эффектов локального масштаба, которые формируют взрывоопасные условия на полигонах ТКО и оказывают губительное воздействие на растительный покров, вызывая асфиксию корневой системы растений.

Строительство мусоросжигательных заводов и мусороперерабатывающий заводов.

Мусоросжигательный завод – предприятие, использующее технологию утилизации промышленных и твёрдых бытовых/коммунальных отходов посредством термического разложения (сжигания) в котлах или печах. Побочной функцией мусоросжигательных заводов является выработка тепловой и электроэнергии за счёт использования теплоты сгорания.

Мусоросжигательные заводы широко распространены в странах Западной и Северной Европы, в США и Японии. В России работают 10 таких предприятий, однако планируется существенное увеличение их числа.

На мусоросжигательных заводах применяется несколько технологий сжигания отходов, которые различаются в основном по типу печей. Наиболее

распространённая технология – слоевое сжигание. Также применяются технологии пиролиза и газификации твёрдых бытовых отходов.

Завод для сжигания мусора в сравнении с иными предприятиями по переработке отходов приносит следующую пользу: резко сокращает количество отходов. В зависимости от типа последних уменьшение идёт на 80-95%. Это означает, что требуется меньше площадей для хранения мусора, меньше земли приходится занимать свалками и т. п.

Производит тепловую и электрическую энергию. Во многих странах Европы и Японии МСЗ интегрированы в систему отопления. В Швеции 8% потребностей в обогреве жилых помещений в зимнее время удовлетворяется именно за счёт сжигания мусора.

От мусора на свалках вреда природе гораздо больше. Диоксины и другие сложные органические соединения, не разлагаясь, под воздействием осадков попадают в грунтовые воды, затем на поля, в леса и т. п. В современных МСЗ большинство вредных химических соединений распадается на менее опасные.

Мусор на свалках по тем или иным причинам может загореться. Если вовремя этого не заметить, может случиться крупный пожар. На заводах по сжиганию мусора процесс горения находится под полным контролем.

Вред мусоросжигательных заводов для экологии, его степень зависит от того, насколько мусоросжигательные заводы современны, сколько имеют степеней очистки, как за этим ведётся контроль. Главный вред от мусоросжигания – дым, образующийся при горении, помимо углекислого газа может содержать диоксины, канцерогены, тяжёлые металлы и т. п. химические соединения. Многие из них не только ядовиты, но и вызывают неизлечимые заболевания.

Зола может иметь в своём составе тяжёлые металлы, некоторые яды и прочие опасные вещества. Среди них порой оказываются, распространяющие радиацию. При неправильном обращении, отсутствии дальнейшего их обезвреживания, всё это наносит ущерб природе, в конечном итоге человеку.

Увеличение углекислого газа способствует процессу глобального потепления, с которым человечество в последние десятилетия пытается активно бороться.

Косвенный вред экологии состоит в участии в процессе увеличения мусора и отходов. Если их можно сжечь, то можно не думать о вторичной переработке, однако не всё сгорает.

Вывод. Существующая сложившаяся ситуация влечет за собой: загрязнение фильтратом от процесса разложения ТКО поверхностных и подземных вод прилегающей территории; загрязнение тяжелыми металлами и другими химическими соединениями земель, прилегающих к полигонам.

Литература

1. Концепция обращения с отходами производства и потребления в Донецкой народной республике. – URL: https://gkecopoldnr.ru/wpcontent/uploads/2021/08/%D0%9A%D0%9E%D0%9D%D0%A6%D0%95%D0%9F%D0%A6%D0%98%D0%AF_-2021-2030.pdf (дата обращения: 18.01.2024). – Текст: электронный.

2. Другов, Ю. С. Анализ загрязненной почвы и опасных отходов: практическое руководство / Ю. С. Другов, А. А. Родин. – 5-е изд. – Москва: Лаборатория знаний, 2020. – 470 с. – ISBN 978-5-00101-660-1. // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/4581.html> (дата обращения: 18.01.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей. – Текст: электронный.

Осташко Богдан Игоревич, студент группы ИЗОС-5а, ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», ул. Державина, д. 2, г. Макеевка, ДНР, РФ, 86123.

e-mail: ostashko.b.i-izos-5a@donnasa.ru

Научный руководитель:

Самойлова Елена Эдуардовна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Физика и прикладная химия», кафедры «Техносферная безопасность»,

ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»,
ул. Державина, д. 2, г. Макеевка, ДНР, РФ, 86123.

e-mail: e.e.samojlova@donnasa.ru

ENVIRONMENTAL PROBLEMS OF MUNICIPAL SOLID WASTE LANDFILLS IN THE DPR

Annotation. In this paper, the volumes of waste generation, their hazard class, and the morphological composition of solid municipal waste in the DPR are analyzed. Despite the fact that in some areas there has been a decrease in waste generation, in general, there is a trend towards an increase in the amount of waste.

Keywords: landfills, solid municipal waste, recycling, accumulation.

Ostashko Bogdan Igorevich, a student of the IZOS-5a group, Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, Derzhavin str., 2, Makeyevka, 86123, DPR, Russia, 86123.

e-mail: ostashko.b.i-izos-5a@donnasa.ru

Scientific supervisor:

Samoilova Elena Eduardovna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Physics and Applied Chemistry, Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, Derzhavin str., 2, Makeyevka, 86123, DPR, Russia, 86123.

e-mail: e.e.samojlova@donnasa.ru



УДК 612.821.89

Пирожкова А.А.,

студ. группы ТИМС-3а, ФГБОУ ВО «ДОННАСА»

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент

Покинтелица Е.А.,

доцент кафедры «Физика и прикладная химия»,

ФГБОУ ВО «ДонНАСА»

ОПТИЧЕСКИЕ ИЛЛЮЗИИ

Аннотация. В данной работе представлен обзор основных типов оптических иллюзий, их классификация и примеры. Также рассмотрены механизмы, лежащие в основе оптических иллюзий, и их влияние на восприятие человека.

Ключевые слова: оптические иллюзии, восприятие, когнитивные науки, классификация, механизмы, применение оптических иллюзий.

Введение. Оптические иллюзии - это феномены, которые возникают, когда наше восприятие реальности искажается в результате взаимодействия между внешними стимулами и нашим мозгом. Основываясь на обширном опыте и знаниях в данной области, данная статья будет рассматривать актуальность оптических иллюзий, их влияние на наше восприятие и важность изучения данного явления.

Изучение оптических иллюзий имеет большую актуальность, поскольку это является важным аспектом в психологии восприятия и когнитивных наук. Оптические иллюзии позволяют лучше понять процессы визуального восприятия и обработки информации мозгом. Кроме того, они часто используются в различных сферах, таких как дизайн, искусство, реклама и развлечения.

Современные исследования оптических иллюзий ведутся в пределах нейронауки и психологии восприятия. С использованием современных технологий, таких как функциональная магнитно-резонансная томография (фМРТ) и электроэнцефалография (ЭЭГ), исследователи изучают, как оптические иллюзии воздействуют на активность нашего мозга и как это связано с нашим восприятием.

Постановка задачи. Изучить основные типы оптических иллюзий и их классификации, а также механизмы, лежащие в основе оптических иллюзий, и их влияние на восприятие человека.

Результаты. Существует множество различных типов оптических иллюзий – визуальных явлений, при которых наше восприятие обманывается, и мы видим несуществующие или искаженные образы. Вот некоторые из них.

1) Иллюзии перспективы:

- иллюзия параллельных линий: две параллельные линии, которые кажутся сходящимися или расходящимися;
- иллюзия размера: объекты одинакового размера, но кажущиеся разными из-за контекста или окружающих элементов;
- иллюзия трехмерности: плоский рисунок или изображение, которое создает ощущение объемности и глубины.

2) Иллюзии движения:

- иллюзия движущихся точек: статические точки, которые кажутся движущимися или пульсирующими;
- иллюзия вращения: статическое изображение, которое кажется вращающимся или движущимся вокруг своей оси;

3) Иллюзии цвета:

- иллюзия соперничества цветов: цвета, которые меняются или искажаются, когда они находятся рядом друг с другом;
- иллюзия одинаковости цвета: два разных цвета, которые кажутся одинаковыми из-за их окружения.

4) Иллюзии контраста и яркости:

– иллюзия контраста: цвет или яркость объекта, который кажется измененным из-за окружающего фона;

– иллюзия градиента: плавный переход цвета или яркости, который кажется ступенчатым или разрывным.

5) Иллюзии фигуры и образов:

– иллюзия невозможных фигур: изображение, которое представляет собой геометрическую фигуру, невозможную в трехмерном пространстве;

– иллюзия контура: линии или контуры, которые кажутся более яркими или более выделенными, чем они на самом деле.

Рассмотрим некоторые методы и техники, применяемые для создания оптических иллюзий.

Использование перспективы подразумевает изменение размеров, форм и расположения объектов, что может создавать иллюзии глубины и объемности.

При манипуляциях контрастом изменение яркости, цвета или контраста объектов и их фона может влиять на восприятие и создавать иллюзии формы, глубины или движения.

Использование цветовых эффектов. Комбинации цветов и цветовые контрасты могут создавать иллюзии изменения яркости, цвета или даже формы объектов.

Применение геометрических форм, таких как линии, углы, кривые и фигуры, может создавать иллюзии движения, формы или пропорций.

Изменение размеров или пропорций объектов может влиять на восприятие и создавать иллюзии изменения размера, расстояния или глубины.

Использование оптических искажений, таких как искажение линз, зеркал или других оптических сред, может изменять форму или размер объектов и создавать иллюзии.

Изменение текстуры или узоров на поверхностях объектов может создавать иллюзии движения, глубины или вращения.

Оптические иллюзии имеют множество практических применений. Перечислим некоторые из них.

1. Дизайн и реклама. Оптические иллюзии используются для создания визуальных эффектов, привлекающих внимание и улучшающих дизайн продуктов, упаковки и рекламы. Например, разные паттерны и текстуры могут создавать иллюзию объема или движения, делая продукты более привлекательными для потребителей.

2. Медицина и психология. Оптические иллюзии используются для изучения мозговой активности и визуального восприятия. Они помогают исследователям понять, как мозг воспринимает и обрабатывает визуальную информацию, и какие механизмы лежат в основе некоторых заболеваний и расстройств.

3. Образование. Оптические иллюзии используются в образовательных целях, чтобы помочь студентам понять визуальные принципы и опыты. Они могут помочь объяснить оптические и геометрические закономерности, примеры которых можно увидеть в иллюзиях.

4. Виртуальная реальность. Оптические иллюзии используются для улучшения иммерсивности и реалистичности виртуальной реальности. Например, специально разработанные иллюзии могут создавать ощущение глубины или движения, что делает виртуальную среду еще более убедительной.

5. Безопасность и навигация. Оптические иллюзии могут быть использованы для улучшения безопасности и удобства навигации в разных областях, например, в авиации и вождении. Некоторые иллюзии могут помочь пилотам и водителям правильно оценить расстояния и скорости, что в свою очередь может помочь предотвратить аварии.

В целом, оптические иллюзии играют важную роль во многих сферах, от дизайна и рекламы до науки и технологий. Они позволяют нам лучше понимать визуальное восприятие и использовать его в практических целях.

Вывод. Оптические иллюзии продолжают увлекать исследователей и привлекать внимание публики. Изучение причин, типов и механизмов их возникновения дает нам глубокое понимание о том, как наше зрительное восприятие работает и как легко его можно обмануть. Это поле исследования

является не только увлекательным, но и важным для развития психологии и нейробиологии.

Литература

1. Перельман, Я.И. Оптические иллюзии / Я.И. Перельман; худ. Ю.Д. Скалдин. – СПб.: СЗКЭО, 2017 – 144 с. – Текст: непосредственный.

Пирожкова Алина Александровна, студентка группы ТИМС-3а, ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286128, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: pirozhkova.a.a-tims-3a@donnasa.ru

Научный руководитель:

Покинтелица Елена Анатольевна, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры «Физика и прикладная химия» ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286128, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: o.a.pokyntelytsia@donnasa.ru.

OPTICAL ILLUSIONS

Annotation. This paper provides an overview of the main types of optical illusions, their classification and examples. The mechanisms underlying optical illusions and their influence on human perception are also considered.

Keywords: optical illusions, perception, cognitive sciences, classification, mechanisms, application of optical illusions.

Pirozhkova Alina Alexandrovna, student of the IMTC-8a group, Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, 286128, Makeevka, Derzhavin str., 2.

e-mail: pirozhkova.a.a-tims-3a@donnasa.ru

Scientific supervisor:

Pokintelitsa Elena Anatolyevna, Ph.D. tech. Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Physics and Applied Chemistry, Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, 286128, Makeyevka, Derzhavin str., 2.

e-mail: o.a.pokyntelytsia@donnasa.ru.



УДК 629.78

Туркова Е.А.,

студ. группы ИСИ-8а, ФГБОУ ВО «ДонНАСА»

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент

Покинтелица Е.А.,

доцент кафедры «Физика и прикладная химия»,

ФГБОУ ВО «ДонНАСА»

ПОЛЕТЫ СОБАК В КОСМОС

Аннотация. В работе проведен анализ пород собак и сравнение полетов собак в космос с полетами других животных. Изучены основные этапы подготовки собак к полетам. Рассмотрен вклад в развитие космической индустрии и науки.

Ключевые слова: космонавтика, собаки.

Введение. Космические исследования играют важную роль в расширении наших знаний о Вселенной и развитии технологий для освоения космоса. С самого начала освоения космического пространства было ясно, что человеку не обойтись без помощи братьев наших меньших - собак. Они стали настоящими пионерами и первопроходцами в этой нелегкой миссии, проложив путь для будущих поколений космонавтов.

Постановка задачи. Выяснить какой была подготовка собак к космическим полетам, включая тренировки, медицинское обследование и отбор. Провести сравнение полетов собак в космос с полетами других животных.

Результаты. Одной из самых известных собак, использованных в космических исследованиях, была Лайка. В 1957 году она стала первым животным, отправленным в космос на борту советского спутника Спутник-2.

Лайка была метисом, поэтому ее порода не была определена точно. Этот эксперимент позволил узнать о влиянии космической среды на животных и подготовиться к отправке человека в космос.

В 1960 году советская космическая программа отправила в космос двух собак – Белку и Стрелку. Этот полет стал первым, во время которого животные успешно вернулись на Землю живыми. Белка и Стрелка были специально разведены для участия в космических экспериментах. Данный эксперимент позволил узнать о влиянии длительного пребывания в космосе на организм животных.

В 1970-х годах советская программа использовала породу собаки Бион для проведения более сложных экспериментов. Бион был специально разведен для выносливости и адаптации к космическим условиям. Эти эксперименты позволили узнать о влиянии длительного пребывания в невесомости на физиологию и поведение животных.

В 1990-х годах Российская программа отправила в космос двух собак – Белку и Дезика. Эти собаки были представителями породы лайки, которая была выбрана из-за своей способности к адаптации к экспериментальным условиям. Эксперименты с Белкой и Дезиком позволили узнать о влиянии космической среды на психологическое состояние животных.

Подготовка собак к космическому полету включала в себя множество аспектов, таких как тренировки и медицинское обследование. Вот некоторые ключевые моменты.

Собаки должны были пройти интенсивные тренировки, чтобы приспособиться к условиям космического корабля и научиться выполнять команды космонавтов. Они тренировались в условиях невесомости, привыкали к скафандрам и другим элементам космической техники.

Собаки проходили тщательное медицинское обследование, чтобы убедиться, что они здоровы и могут выдержать условия космического полета. Также проводились тесты на их способность переносить перегрузки и стресс.

Для космических полетов отбирались только самые здоровые и активные собаки. Это было важно, так как в космосе состояние здоровья животного должно быть стабильным. Кроме того, собаки должны были быть послушными и хорошо поддаваться дрессировке.

Перед полетом собак помещали в специальные капсулы, где они находились в течение всего полета.

Непосредственная подготовка собак к полету проводилась в Институте авиационной медицины. Для экспериментов отбирали небольших собак весом 6–7 кг (кабина ракеты была рассчитана на маленький вес), в возрасте от двух до шести лет, имеющих крепкое здоровье, высокую сопротивляемость заболеваниям и устойчивость к неблагоприятным воздействиям внешней среды. При этом они должны были быть контактными и терпеливыми. Позднее в «космический отряд» стали подбирать «девочек» (им проще было шить ассенизационную одежду) светлого окраса (чтобы лучше было видно на телевизионной картинке).

Была разработана серьезная научная программа подготовки собак к коротким ракетным полетам и к длительным полетам на спутниках. Прежде всего собаки приучались к одежде. Одежда была двух видов - фиксирующая и ассенизационная. Собаки, которые готовились к полету в космос, должны были научиться есть из автоматической кормушки. Кормушка представляла собой конвейерную ленту, которая в заданное время подает коробки с пищей. Еще собак приучали к тому, чтобы они могли спокойно находиться в кабине малого объема в течение длительного времени (до двадцати суток). Также собаки проходили различные специальные тренировки: вращение на центрифуге, испытание на вибростенде, катапультирование. В заключение проводился комплексный физиологический эксперимент: собаки в течение длительного времени находились в закрытой герметичной капсуле, подвергаясь тем воздействиям, которые их ожидали в полете.

Полеты собак в космическое пространство имели ключевое значение для развития космонавтики, однако они не были единственными животными,

отправленными в космос. В частности, обезьяны и грызуны также активно использовались в космических исследованиях.

Обезьяны были одними из первых животных, испытавших состояние невесомости в космосе. Это произошло в 1949 году, когда американская ракета «Фау-2» поднялась на высоту около 100 километров с обезьяной по имени Альберт на борту. В дальнейшем обезьяны стали основным объектом исследований для изучения воздействия космического полета на организм животных.

Грызуны, такие как мыши и крысы, также были важными участниками космических исследований. Они использовались для изучения влияния космического излучения на живые организмы, а также для тестирования различных систем жизнеобеспечения на борту космических кораблей.

Однако стоит отметить, что полеты собак в космос имели ряд особенностей, которые делали их уникальными в контексте космических исследований. Во-первых, собаки были выбраны для космических полетов благодаря их физиологическим особенностям, которые делают их более выносливыми и устойчивыми к воздействию перегрузок и невесомости, чем другие животные. Во-вторых, собаки стали первыми животными, успешно вернувшимися из космического полета, что стало важным шагом в развитии космонавтики.

Вывод. Космические полеты собак имели огромное значение для развития космической индустрии и науки. Они позволили ученым получить бесценную информацию о влиянии космического пространства на живые организмы, а также помогли разработать новые технологии и методы, необходимые для обеспечения безопасности и комфорта астронавтов. Кроме того, полеты собак помогли укрепить международный престиж стран, проводящих эти эксперименты, и стимулировать международное сотрудничество в области космических исследований. Таким образом, космические полеты собак оставили неизгладимый след в истории освоения космоса и стали важным шагом на пути к его дальнейшему изучению и освоению.

Литература

1. Сисакян, Н.М. Некоторые проблемы изучения и освоения космического пространства / Н.М. Черниговский и др. // Проблемы космической биологии. – М.: АН СССР, 1962. – Т. 1. – С. 5-16. – Текст: непосредственный.

2. Славин, С.Н. Космическая битва империй / С.Н. Славин. – М.: Вече, 2006. – С. 83. – Текст: непосредственный.

Туркова Екатерина Альбертовна, студентка группы ИСИ-8а, ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286128, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: turkova.e.a-isi-8a@donnasa.ru

Научный руководитель:

Покинтелица Елена Анатольевна, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры «Физика и прикладная химия» ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286128, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: o.a.pokyntelytsia@donnasa.ru.

FLYING DOGS INTO SPACE

Annotation. The article analyzes dog breeds and compares the flights of dogs into space with the flights of other animals. The main stages of preparing dogs for flight have been studied. The contribution to the development of the space industry and science is considered.

Keywords: astronautics, dogs.

Turkova Ekaterina Albertovna, student of the ICE-8a group, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture», 286128, Makeevka, Derzhavin str., 2.

e-mail: turkova.e.a-isi-8a@donnasa.ru

Scientific supervisor:

Pokintelitsa Elena Anatolyevna, Ph.D. tech. Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Physics and Applied Chemistry, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture», 286128, Makeyevka, Derzhavin str., 2.

e-mail: o.a.pokyntelytsia@donnasa.ru





УДК 628.4.032:504

Рябков В.А.,

студент гр. ИЗОС – 5а, ФГБОУ ВО «ДонНАСА»

Научный руководитель: к.т.н., доцент

Самойлова Е.Э.,

доцент кафедры «Физика и прикладная химия»,

кафедры «Техносферная безопасность»,

ФГБОУ ВО «ДонНАСА»

ВАЖНОСТЬ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ОБРАЩЕНИИ С ОТХОДАМИ ОПАВШЕЙ ЛИСТВЫ

Аннотация. Рассмотрена и проанализирована проблема обращения с отходами опавшей листвы. Представлены методы утилизации и переработки опавшей листвы, а также примеры успешных практик повышения экологической безопасности.

Ключевые слова: опавшая листва, обращение с отходами, утилизация, переработка.

Введение. В современном мире проблема охраны окружающей среды становится все более актуальной и важной. Быстрое развитие городов, промышленных предприятий и сельского хозяйства приводит к увеличению загрязнения окружающей среды, и одним из аспектов этой проблемы является обращение с отходами опавшей листвы. Повышение экологической безопасности при обращении с отходами опавшей листвы имеет не только экологическое, но и социальное значение, влияя на качество окружающей среды и здоровье населения.

В России насчитывается несколько десятков тысяч переполненных мусорных свалок отходами опавшей листвы. В Москве вывоз листвы и веток проводят специализированные компании по утилизации мусора в соответствии с правилами города. Листья считаются отходами, за неправильное обращение с которыми накладываются штрафные санкции или приостанавливают деятельность предприятия на срок до 90 дней. Согласно 22 статье РФ № 52-ФЗ, листья должны утилизироваться безопасными для здоровья и экологии способами. Запрещено сжигать лиственный опад, так как это может привести к выбросу угарного газа и других опасных веществ. Для решения этой проблемы необходимо внедрить программу по вторичной переработке и утилизации отходов.

Постановка задачи. Рассмотреть и проанализировать методы утилизации и переработки опавшей листвы, выявить проблемные моменты существующих методов и предложить решения для повышения экологической безопасности при обращении с данными отходами.

Результаты. В данной работе дана характеристика опавшей листвы в качестве отхода, её переработка и утилизация.

Опавшая листва относится к 5 классу опасности и считается практически безопасным отходом. В федеральном классификаторе отходов относится к группе коммунальных отходов с кодами ФККО 73120002725 «Мусор и смет от уборки парков, скверов, зон массового отдыха, набережных, пляжей и других объектов благоустройства» или 73130001205 «растительные отходы при уходе за газонами, цветниками». В отличие от неорганических отходов, опавшая листва происходит от природных процессов и содержит органический материал. Этот вид отхода может включать в себя различные элементы, такие как углеводы, жиры, белки, витамины и минералы.

Повышение экологической безопасности при обращении с опавшей листвой можно достичь следующими способами утилизации и переработки этого отхода.

Не рекомендуется вывоз листьев на полигоны осенью, так как при их разложении выделяется метан, который является более опасным для окружающей среды, чем диоксид углерода.

Одним из наиболее эффективных способов обращения с листьями является их переработка, что помогает уменьшить нагрузку на полигоны и предотвратить возможные пожары и вредные выбросы. Кроме того, осенняя листва может быть использована с пользой для различных областей. Утилизация осенних листьев также открывает возможности для получения мульчи, которая создается путем дробления листьев и добавления специальных веществ, обеспечивающих оптимальные условия для бактерий. Также опавшую листву можно использовать в качестве субстрата для выращивания грибов и для создания компоста.

Опавшие листья ещё могут быть использованы для производства различных видов топлива. Твердое топливо (пеллеты, брикеты, евродрова) получают путем прессования листьев с добавлением измельченной древесины и скрепления массы с помощью лигнина. Такая технология позволяет создавать топливо различных форм, включая подделку традиционных поленьев, используемых в каминах и печах. Газообразное топливо производится с использованием специальных газогенераторных установок, где происходит сгорание сырья при недостатке кислорода, в результате чего образуется пиролизный газ. Жидкое топливо получают путем разложения сложных полисахаридов, содержащихся в листьях, на моносахариды (глюкозу), с последующим сбраживанием и дистилляцией.

Выводы. Необходима популяризация методов утилизации опавшей листвы среди населения. Проведение информационных кампаний и мероприятий по повышению осведомленности о методах утилизации опавшей листвы может способствовать более ответственному отношению к данному виду биомассы.

Литература

1. Сорока, М.Л. Перспективы применения опавших листьев для целей локализации и сбора разливов нефтепродуктов / М.Л. Сорока, Л.А. Ярышника // ВЕЖПТ. – 2013. – №6 (61). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy->

[primeneniya-opalyh-listiev-dlya-tseley-lokalizatsii-i-sbora-razlivov-nefteproduktov](#)

(дата обращения: 15.04.2024). – Текст: электронный.

2 Соловьева, Е.А. Влияние листового опада на формирование почв в городской черте / Е.А. Соловьева, Е.М. Эпельбаум // Безопасность жизнедеятельности предприятий в промышленно развитых регионах : сборник материалов XII международной научно-практической конференции, Кемерово, 22-23 ноября 2017 года. – Кемерово: Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева, 2017. – С. 509.

3. Тимофеев, А. Н. Изучение проблемы обращения с отходами в Донецком регионе и определение основных путей ее решения / А.Н. Тимофеев, Т.С. Башевая // Проблемы техносферной и экологической безопасности в промышленности, строительстве и городском хозяйстве : сборник материалов I Международной научной конференции, Макеевка, 16 февраля 2023 года. – Макеевка: Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, 2023. – С. 299-302.

4. Зырянов, М. А. Анализ мирового опыта в использовании отдельных частей биомассы дерева / М.А. Зырянов, С.О. Медведев, В.С. Вдовина, И.Г. Швецова // Universum: технические науки. – 2023 – №5 (110). – С. 21-26. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-mirovogo-opyta-v-ispolzovanii-otdelnyh-chastey-biomassy-dereva> (дата обращения: 15.04.2024). – Текст: электронный.

Рябков Вадим Александрович, студент группы ИЗОС-5а, ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», ул. Державина, д. 2, г. Макеевка, Донецкая область, ДНР РФ, 86123.

e-mail: ryabkov.v.a-izos-5a@donnasa.ru

Научный руководитель:

Самойлова Елена Эдуардовна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Физика и прикладная химия», кафедры «Техносферная безопасность»,

ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»,
ул. Державина, д. 2, г. Макеевка, Донецкая область, ДНР РФ, 86123.

e-mail: e.e.samojlova@donnasa.ru

THE IMPORTANCE OF IMPROVING ENVIRONMENTAL SAFETY IN THE MANAGEMENT OF FALLEN FOLIAGE WASTE

Annotation. The problem of waste management of fallen leaves is considered and analyzed. The methods of recycling and recycling of fallen leaves are presented, as well as examples of successful practices to improve environmental safety.

Keywords: fallen leaves, waste management, recycling.

Ryabkov Vadim Alexandrovich, student of the IZOS-5a group, Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, Derzhavin str., 2, Makeyevka, 86123, DPR, Russia.

e-mail: ryabkov.v.a-izos-5a@donnasa.ru

Scientific supervisor:

Samoilova Elena Eduardovna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Physics and Applied Chemistry, Department of Technosphere Safety, Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, Derzhavin str., 2, Makeyevka, 86123, DPR, Russia.

e-mail: e.e.samojlova@donnasa.ru





УДК 678.686

Поддубный А.О.,

студент гр. ИЗОС – 5а, ФГБОУ ВО «ДонНАСА»

Научный руководитель: к.т.н., доцент

Самойлова Е.Э.,

доцент кафедры «Физика и прикладная химия»,

кафедры «Техносферная безопасность»,

ФГБОУ ВО «ДонНАСА»

ПЕРЕРАБОТКА ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ ОТ ЖИВОТНОВОДЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА С ЦЕЛЬЮ ПОЛУЧЕНИЯ БИОГАЗА

Аннотация. В статье рассмотрены технологии и рекомендации по переработке органических отходов животноводства с целью получения биогаза – альтернативной полезной энергии, путем анаэробного разложения этих отходов, что также обуславливает снижение негативного воздействия на окружающую среду.

Ключевые слова: отходы животноводства, окружающая среда, технологическое оборудование, анаэробное сбраживание, биогаз.

Введение. Сельское хозяйство создаёт большее воздействие на природную среду, чем любая другая отрасль. Отходы животноводства являются опасными загрязнителями окружающей природной среды, создающими напряжённую санитарно-гигиеническую обстановку и могущими отрицательно влиять на здоровье населения. Животноводческие отходы, особенно жидкие, во время ливневых дождей и весеннего паводка смываются в водоемы, приводя к гибели водной флоры и фауны. Отходы содержат различные формы азота, фосфора,

калия, серы и других соединений, обладающих высокой токсичностью. Накапливаясь в местах сбросов, они становятся более мобильными и, проникая в воду, разносятся на большие расстояния. Загрязнение окружающей среды животноводческими предприятиями чаще всего происходит из-за несовершенства применяемых технологий и технических средств, несоблюдения установленных экологических требований.

Постановка задачи. Наиболее простой способ снижения негативного воздействия на природу – модернизация и обновление технологического оборудования в подразделениях, внесение изменений в организацию хозяйственной деятельности, соответствующих современным экологическим нормам.

Это возможно путём внедрения малоотходных и безотходных технологий, основанных на включение в хозяйственный оборот всех сырьевых ресурсов, которые постоянно образуются и накапливаются в хозяйствах. Уменьшая объёмы органических отходов, газопылевых выбросов, потребления воды и сбрасывания сточных вод, можно снижать негативное воздействие на окружающую среду [1].

Животноводство является наиболее отходной отраслью сельского хозяйства. Отрасли животноводства подразделяются на свиноводство, коневодство, скотоводство, овцеводство и т.д. К органическим отходам относятся отходы, образовавшиеся в результате жизнедеятельности сельскохозяйственных животных, это навоз скота, а также трупы животных.

Большинство отходов животноводства перед использованием или утилизацией хранят в кучах, в накопительных емкостях или ямах. В течение хранения образуются продукты анаэробного разложения: аммиак, сульфиды, амины, метан, меркаптаны, органические кислоты и др., которые могут загрязнять воздух веществами, вредно воздействующими на человека, растения и животных [2].

Большое количество образующихся отходов в животноводстве объясняется биологическими процессами, в результате которых животные

испражняются каждый день, образуя при это значительное количество помета и навоза. Так, например, корова ежедневно производит от 40-50 кг навоза, свинья 10-11 кг, в год в результате жизнедеятельности одной коровы образуется 14,5-18 т. навоза, свиньи 3,6-4 т. навоза.

Следовательно, необходимо развивать технологии обезвреживания отходов животноводства и их переработки с получением полезной энергии и новых продуктов.

Для переработки отходов животноводства и обеспечения биотехнологического процесса разложения органических составляющих с получением полезной энергии и продуктов применяются в основном: анаэробное сбраживание, компостирование, термохимическая обработка, вермикомпостирование и комплексные технологии. На рисунке 1 представлены основные технологии переработки отходов животноводства.



Рисунок 1. Технологии переработки отходов животноводства

Технология анаэробного сбраживания отходов животноводства. Эта технология позволяет создать систему замкнутого цикла: растениеводство – корма и пищевые продукты – отходы – анаэробная переработка – растениеводство. В такой схеме сельское хозяйство обеспечивается удобрениями и кормами, а производство при полезной утилизации метана – сырьем и энергией. При этом резко снижаются выбросы вредных веществ в

окружающую среду. Снижается использование невозобновляемых природных ресурсов.

Анаэробная переработка считается перспективным методом и представляет большой практический интерес по переработке органических отходов животноводства, поскольку ускоряет его разложение. В результате процесса сбраживания распада подвергаются органические вещества, содержащиеся в навозе, с образованием газообразных продуктов в виде смеси 50 ч 70 % метана и 30 ч 50% углекислого газа [3].



Другими словами, микроскопические бактерии, потребляя органические вещества, содержащиеся в биомассе и биологических отходах, выделяют горючий газ. Но даже при самых благоприятных условиях выделение горючего газа происходит не сразу – вначале нужен процесс ферментации биомассы, разложение которой происходит в несколько этапов за определенные периоды времени [4].

Метановое сбраживание приводит к минерализации биогенных веществ (азот, фосфор, калий), и, практически, к полной утилизации без попадания в окружающую среду. Биометаногенез позволяет перерабатывать органические вещества с более высокими нормами нагрузки, чем при аэробной обработке, не требует применения химических реагентов для разложения органического вещества. Сброженный шлам, полученный в процессе переработки, лишен неприятного запаха и готов к непосредственному внесению в почву. Процесс анаэробной обработки навоза подразделяется на четыре взаимосвязанные стадии, осуществляемые разными группами бактерий.

1. Стадия ферментативного гидролиза осуществляется быстрорастущими факультативными анаэробами, выделяющими экзоферменты, при участии которых осуществляется гидролиз нерастворенных сложных органических соединений с образованием более простых растворенных веществ. Оптимальное значение рН для развития этой группы бактерий находится в интервале 6,5-7,5.

2. Стадия кислотообразования (кислотогенная) сопровождается выделением летучих жирных кислот, аминокислот, спиртов, а также водорода и углекислого газа. Стадия осуществляется быстрорастущими, весьма устойчивыми к неблагоприятным условиям среды гетерогенными бактериями.

3. Ацетатогенная стадия превращения летучих жирных кислот, аминокислот и спиртов в уксусную кислоту осуществляется двумя группами ацетатогенных бактерий. Первая группа, образующая ацетаты с выделением водорода из продуктов предшествующих стадий, называется ацетатогенами, образующими водород.

4. Метаногенная стадия, осуществляемая медленно растущими бактериями, являющимися строгими анаэробами, весьма чувствительными к изменениям условий среды, особенно к снижению pH менее 7,0 - 7,5 и температуры [4]. На рисунке 2 представлены стадии анаэробного разложения отходов животноводческого производства.



Рисунок 2. Стадии анаэробного разложения отходов животноводства

В переработке принимают участие 5 групп бактерий. В основном принадлежат ферментативные бактерии – *Bacillus*, *Micrococcus*, *Pseudomonas*, *Clostridium*, они исполняют этапы ферментативного гидролиза и кислотообразования. Все бактерии обладают быстрым ростом. Микроорганизмы выделяют экзоферменты, которые осуществляют гидролиз, разложение сложных соединений на простые. Размножение бактерий происходит при наличии

питательной среды, в которую входят углерод и кислород. На рисунке 3 представлена схема газовой установке упрощенного вида.

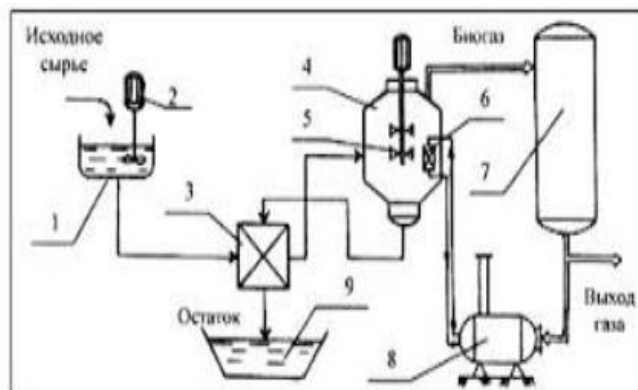


Рисунок 3. Схема биогазовой установки в упрощённом варианте

1 – сборник сырья, 2 – мешалка, 3 – теплообменник-утилизатор, 4 – метантенк, 5 – мешалка, 6 – теплообменник-подогреватель, 7 – газгольдер, 8 – котел, 9 – навозохранилище [5]

Навозные стоки влажностью 90-93% (исходное сырьё) поступают в сборник сырья, оборудованный мешалкой – гомогенизатором, где доводятся до однородной консистенции и заданной кислотности. При этом из полученной массы удаляются крупные примеси. Далее, проходя через теплообменник – утилизатор, исходное сырьё подогревается и подаётся в метантенк, где происходит процесс анаэробного сбраживания. Для активного брожения необходимо периодическое перемешивание перерабатываемой массы и поддержание заданной температуры внутри метантенка.

Существует три режима брожения:

- психрофильный – при температуре 15-25°C;
- мезофильный – при температуре 30-40°C;
- термофильный – при температуре 45-55°C [4].

Экономически, технически и экологически наиболее эффективным является термофильный режим в сочетании с высокопроизводительной микрофлорой, что позволяет сократить время сбраживания до 5-7 суток.

В таблице 1 представлены сравнительные показатели анаэробной переработки отходов животноводческого производства.

Таблица 1. Сравнительные показатели анаэробной переработки отходов животноводства [4]

Показатели	Мезофильное сбраживание (t=35)	Термофильное сбраживание (t=55)
Время сбраживания, сут	35-40	5-7
Объем метатенка, м ³	1750	300
Выход биогаза, м ³ /сут*м ³ метатенка	1,1	6,5
Потребляемая эл. энергия на обеспечение процесса, кВт	15	5
Капитальные затраты на строительство, тыс. руб	31500	13000
Удельные капитальные затраты тыс. руб/м ³ навоза в год	1720	710

Для поддержания температуры в метантенке установлен теплообменник-подогреватель, в который подаётся горячая вода от водогрейного котла. Метантенк заполняется навозной массой на 80% объёма. В верхней, незаполненной части скапливается биогаз, который постоянно отбирается и подаётся в газгольдер, где временно хранится. Из газгольдера биогаз поступает в топку котла, а затем на выход, для дальнейшего производственного использования. Сброженный остаток, выходящий из метантенка, имеет температуру режима брожения. В теплообменнике он отдаёт тепловую энергию исходному сырью и поступает в навозохранилище [4].

Применение технологии анаэробного сбраживания биоразлагаемых отходов позволяет решить следующие задачи:

- внедрение комплексных природоохранных мероприятий по сокращению токсичных выбросов в атмосферу, почвенную и водную среду;
- получение сельскохозяйственным предприятием прибыли за счет использования биогаза для выработки электрической и тепловой энергии, реализации органических удобрений со стабильными свойствами (отсутствие запаха и повторного загнивания), причем 1 л жидкого концентрированного удобрения эквивалентен 100 кг навоза;

- повышение надежности и безопасности в энергосбережении животноводческих ферм и птицефабрик путем использования собственного возобновляемого источника энергии;

- повышение плодородия почв и повышение урожаев с кормовых площадей сельскохозяйственных предприятий за счет внесения своих удобрений, являющихся источником не только биогенных элементов, но и гуминовых веществ.

Результаты. В рамках данной работы рассматривается влияние на скорость брожения и концентрацию метана в биогазе, качество воды и наличие примесей. Сильно хлорированная водопроводная вода, используемая для разбавления навоза, будет угнетать процесс брожения.

Если при уборке стоил применяются бактерицидные вещества и химические моющие средства, то скорость реакций в биогазовой установке значительно замедлится.

На разных стадиях в процессе биосинтеза помимо метана выделяются углекислый газ и водород. Также в зависимости от сырья выделяются аммиак и сероводород. Водород хоть и горюч, но его летучесть не позволяет использовать этот газ в стандартных газовых установках.

Аммиак и сероводород являются ядовитыми соединениями, которые вредят как бактериям внутри биогазовой установки, так и окружающей среде. Углекислый газ является балластом, а его большое количество в смеси значительно снижает горючесть и калорийность биогаза. На рисунке 4 представлена диаграмма среднего процентного соотношения примесей в биогазе, получаемом из различного сырья [5].

Очевидно, что из-за большого количества примесей использование биогаза в обычных котлах и кухонных плитах возможно только после тщательной очистки синтезированной газовой смеси. Очищают полученный биогаз в несколько этапов, но практически невозможно достичь идеально чистого метана, главное, чтобы концентрация примесей не выходила за установленные нормы.

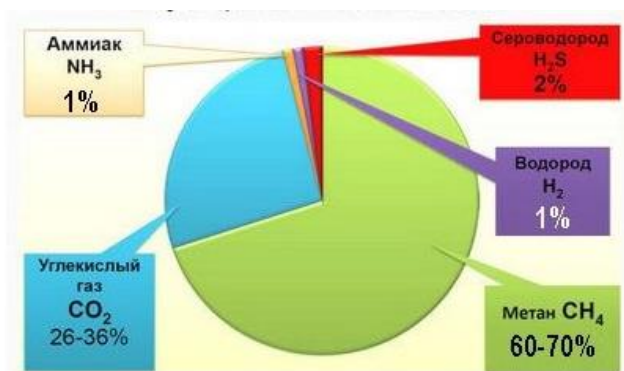


Рисунок 4. Среднее процентное соотношение примесей в биогазе, получаемом из различного сырья

На первом этапе очистки биогаз проходит через водяной фильтр, где растворяется большая часть углекислого газа, аммиака и различных ароматических соединений. Вода с большой концентрацией растворенного углекислого газа и аммиака может использоваться для выращивания водорослей, которые, в свою очередь, пойдут на синтез биогаза в биогазовой установке.

После водяной очистки биогаз поступает на фильтр очистки от сероводорода. Наиболее простым является фильтр из металлической стружки и опилок, на которых осаждается сера. В промышленных фильтрах применяются специальные катализаторы и осаждающие серу растворы. Наилучшее качество биогаза получается после прохождения мембранного фильтра, где на молекулярном уровне отсеиваются молекулы нежелательных примесей (рис. 5) [5].

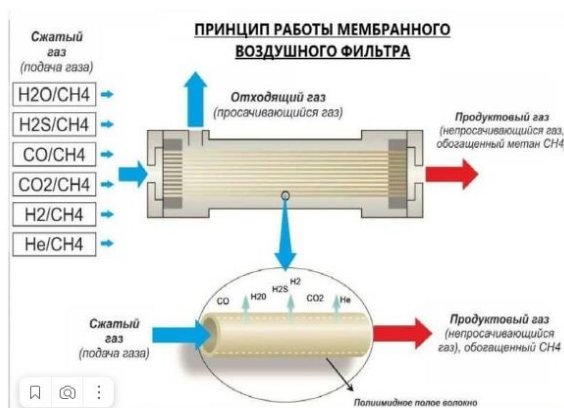


Рисунок 5. Очистка биогаза до чистого метана при помощи мембранного фильтра

Биогаз можно утилизировать различными способами (рис. 6). Сфера применения в первую очередь зависит от потребностей в мощности (тепловой, электрической). Первоначальной возможностью утилизировать биогаз было его сжигание в тепловых установках. На данный момент такой вариант оправдан в случае не больших мощностей и необходимости только в тепловой энергии. К тому же, из-за технических проблем малых газовых горелок (например, из-за непостоянного состава биогаза) эта возможность в настоящее время реализуется мало. Если биогаз подводится для теплового использования, то для этого нужны специальные газовые горелки (газовые горелки без поддува, газовые горелки с поддувом). В течение десятилетий производство тепловой энергии из биогаза было почти единственной технической возможностью для применения биогаза. В настоящее время эта возможность применения биогаза успешно вытеснена когенерационными установками.



Рисунок 6. Использование биогаза

Преимущества и недостатки биогаза. Биогазовая навозная жижа более эффективна как удобрение по сравнению с неферментированной навозной жижей, так как в результате минерализации суживается соотношение C/N и навозная жижа лучше усваивается растениями. Её даже можно применять затем в качестве подкормки во время фазы роста. Вместо обычной утилизации органических отходов производится энергия, и используются питательные вещества. Существенным благом для окружающей среды от использования биогазовой технологии является уменьшение эмиссии, имеющей тепличный

эффект, прежде всего метана (CH_4), закиси азота (NO_2) и диоксида углерода (CO_2). В CO_2 освобождается лишь тот объём, который до этого уже был связан растениями. Произведённая энергия может использоваться для удовлетворения потребности в тепле при обогреве зданий и для подогрева воды на бытовые нужды. Обеспечиваются, сохраняются и частично формируются заново рабочие места. В процессе ферментации снижается число патогенных образований (прежде всего кишечной палочки и сальмонеллы) и снижается способность к прорастанию семян у сорняков. Экономия промышленных удобрений и средств по защите растений и защите воды. Биогазовая навозная жижа способна эффективно замещать минеральные удобрения и сохранять питьевую воду. Эффективность навозной жижи возрастает в результате анаэробной обработки. Выделение запаха сокращается до 80%, так как интенсивно разлагаются сильно пахнущие вещества, такие как, например, летучие жирные кислоты.

Недостатки:

- более высокий уровень pH отходов от ферментации;
- складирование биогаза в закрытых ёмкостях повышает требования к безопасности при использовании биогазовых установок [6].

Выводы. На основании вышеизложенного следует, что получение биогаза экономически оправдано и является предпочтительным при переработке постоянного потока отходов (стоки животноводческих ферм, скотобоен). Экономичность заключается в том, что нет нужды в предварительном сборе отходов, в организации и управлении их подачей, при этом известно, сколько и когда будет получено отходов. Получение биогаза, возможное в установках самых разных масштабов, особенно эффективно на агропромышленных комплексах, где существует возможность полного экологического цикла. Биогаз используют для освещения, отопления, приготовления пищи, для приведения в действие механизмов, транспорта, электрогенераторов.

Остаток, образующийся в процессе получения биогаза, содержит значительное количество питательных веществ и может быть использован в качестве удобрения.

Литература

1. Мариненко, Е. Е. Экологические аспекты использования биогаза в СССР и за рубежом / Е. Е. Мариненко, Г. П. Комина. – М.: ВНИИЭгазпром, 1990. – С. 43. – Текст: непосредственный.

2. Комина, Г. П. Методы утилизации энергии биогаза в установках переработки отходов сельскохозяйственных производств / Г.П. Комина, Е.Е. Мариненко, А. Л. Шкаровский. - Новополоцк, 1989. – С. 12. – Текст: непосредственный.

3. Девянин, С. Н. Газ и удобрение из биоотходов // Сельский механизатор. – 2007, № 9. – С. 11-12. – Текст: непосредственный.

4. Сайт ООО «ЭнергоРежим». – URL: <http://рашин.рф/category/tehnologii/> (дата обращения 05.03.2024). – Текст: электронный.

5. Панцхава, Е.С. Биогазовые технологии. Проблемы экологии, энергетики, сельскохозяйственного производства /Е.С. Панцхава, М.Г. Беренгартен, С.И. Ваинштейн; Федеральное агентство по образованию РФ. – М.: Московский государственный университет инженерной экологии, ЗАО «Центр «Экорос», 2008. – 217 с. – Текст: непосредственный.

6. Панцхава, Е.С. Биогаз - высокорентабельное топливо для всех регионов России / Е.С. Панцхава, М.М. Шипилов, А.П. Пауков, Н.Д. Ковалев // Электронный журнал энергосервисной компании «Экологические системы», 2008. – № 11. – Текст: непосредственный.

Поддубный Александр Олегович, студент группы ИЗОС-5а, ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», ул. Державина, д. 2, г. Макеевка, Донецкая область, ДНР РФ, 86123.

e-mail: poddubnyy.a.o-izos-5a@donnasa.ru

Научный руководитель:

Самойлова Елена Эдуардовна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Физика и прикладная химия», кафедры «Техносферная безопасность»,

ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»,
ул. Державина, д. 2, г. Макеевка, Донецкая область, ДНР РФ, 86123.

e-mail: e.e.samojlova@donnasa.ru

PROCESSING OF ORGANIC WASTE FROM THE LIVESTOCK COMPLEX IN ORDER TO OBTAIN BIOGAS

Annotation. The article discusses technologies and recommendations for the processing of organic animal husbandry waste in order to obtain biogas, an alternative useful energy, by anaerobic decomposition of these wastes, which also reduces the negative impact on the environment.

Keywords: animal husbandry waste, environment, technological equipment, anaerobic digestion, biogas.

Poddubny Alexander Olegovich, a student of the IZOS-5a group, Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, Derzhavin str., 2, Makeyevka, 86123, DPR, Russia.

e-mail: poddubnyy.a.o-izos-5a@donnasa.ru

Samoilova Elena Eduardovna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Physics and Applied Chemistry, Department of Technosphere Safety, Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, Derzhavin str., 2, Makeyevka, 86123, DPR, Russia.

e-mail: e.e.samojlova@donnasa.ru





УДК 628.4.032:504

Черноволова А.А.,

студентка гр. ИЗОС – 5а, ФГБОУ ВО «ДонНАСА»

Научный руководитель: к.т.н., доцент

Самойлова Е.Э.,

доцент кафедры «Физика и прикладная химия»,

кафедры «Техносферная безопасность»,

ФГБОУ ВО «ДонНАСА»

ПОВЫШЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПОЛИГОНА ТВЁРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

Аннотация. Рассмотрены теоретические аспекты функционирования полигона твердых бытовых отходов. Выявлены факторы, оказывающие влияние на устойчивое функционирование полигона твердых бытовых отходов. Предложены пути повышения устойчивого функционирования полигона твердых бытовых отходов.

Ключевые слова: устойчивое функционирование, исследование методов повышения, влияние на устойчивое функционирование, твердых бытовых отходов, пути повышения.

Введение. Проблема утилизации и обработки твердых бытовых отходов становится все более актуальной в современном обществе. Нарастающий объем отходов и ограниченность природных ресурсов требуют принятия комплексных мер по повышению устойчивости функционирования полигонов твердых бытовых отходов. В данной статье рассмотрим перспективные подходы и методы для достижения этой цели.

Постановка задачи. Исследовать методы повышения устойчивости функционирования полигона твердых бытовых отходов.

Результаты. В данной работе рассмотрены теоретические аспекты функционирования полигона твердых бытовых отходов; выявлены факторы, оказывающие влияние на устойчивое функционирование полигона твердых бытовых отходов; предложены пути повышения устойчивого функционирования полигона твердых бытовых отходов.

Полигон твердых бытовых отходов (далее ТБО) – это объект, представляющий собой сложное сооружение, предназначенное не только для хранения, но и для безопасной утилизации различных видов отходов. Конкретно к твердым бытовым отходам (ТБО) относятся цветной и черный металл, бумага, картон, пластик, стекло и отбросы биологического происхождения, например, изделия из кожи, остатки пищи, растительные отходы.

К промышленным отходам, которые можно размещать вместе с твердыми бытовыми, предъявляются определенные требования. Мусор влажностью не более 85 % не должен быть самовозгорающимся и взрывоопасным, а его уровень токсичности не может превышать этого показателя для твердого утильсырья (данный параметр вычисляется при анализе водной вытяжки). Для отходов промышленного типа 4 класса опасности, которые полигоны ТБО принимают без ограничений, характерно содержание в водной вытяжке (1 л воды на 1 кг отходов) токсичных веществ на уровне фильтрата из ТБО. Этот показатель для мусора данного типа не может превышать 250 мг.

ТБО – это целый комплекс для обеззараживания, складирования и переработки мусора. Каждое такое сооружение обязано отвечать основным требованиям:

1. Отходы должны храниться в изоляции, чтобы обеспечить полную санитарно-эпидемиологическую безопасность.
2. Конструкция должна учитывать все процессы, происходящие с мусором во время хранения (скорость и объемы выделения газов, увеличения количества

отходов, уплотнение их специальной техникой и т.д.), обеспечивая статическую устойчивость ТБО.

3. Предусматривается возможность дальнейшего использования (рекультивации) участка земли, на котором расположен полигон.

Размещаются в ложбинах, опустошенных карьерах, горных полостях – в местностях, расположенных вдали от жилых поселений. Законодательное сопровождение Работа полигонов регулируется законами, нормами. Основной документ – ФЗ №89 «Об отходах...», принятый 24 июня 1998 года. В нем определяются полномочия, уровни угрозы отходов, права государства, ответственность за несоблюдение правил.

Основными природоохранительными функциями полигона ТБО являются:

- складирование отходов;
- повторное использование части мусора;
- ограждение человека от загрязнения окружающей среды с помощью защитных сооружений.

При проектировании сооружения для хранения мусора выполняются условия:

- изоляция объекта от массового скопления людей;
- безопасность людей, работающих на объекте;
- сооружение учитывает разрастание и уплотнение объёма мусора, скорость выделения вредных веществ;
- минимальный вред земле, воде, атмосфере.

Средняя площадь полигона может составлять от 50 до 300 гектаров. На них обязательно размещаются:

1. Участок складирования отходов.
2. Хозяйственная зона.
3. Инженерные сооружения, обеспечивающие деятельность полигона, в том числе линии электропередач и подъездные дороги.

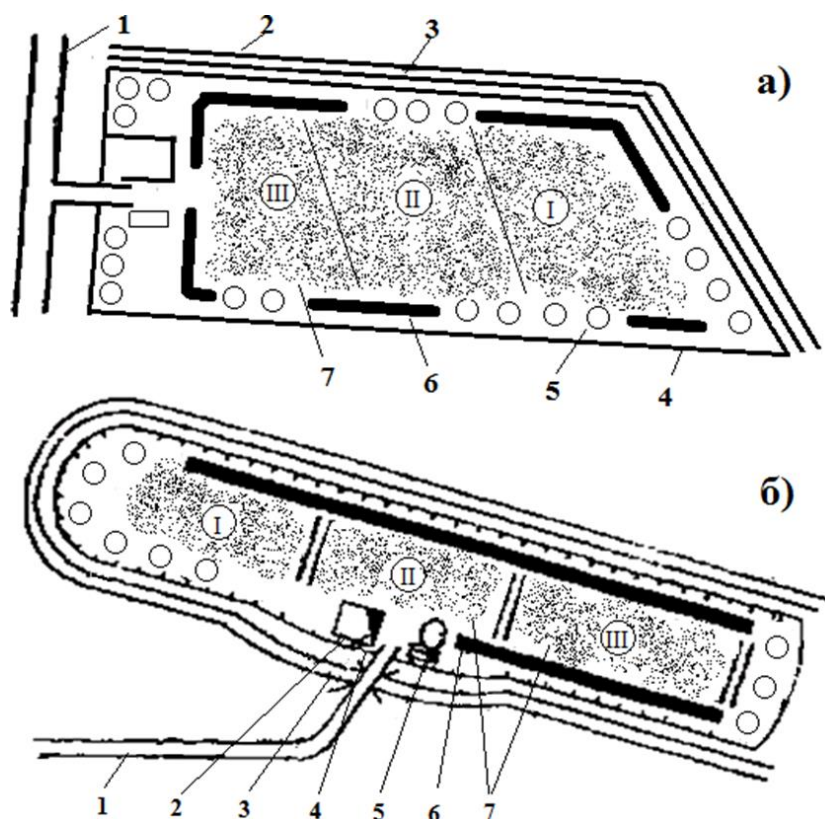


Рисунок 1. Схема размещения основных сооружений полигона

Полигон ТБО: эффективная мера избавления от мусора или загрязнение окружающей среды а – при соотношении длины и ширины полигона 2:1; б – при соотношении более 3:1; 1 – подъездная дорога; 2– хозяйственная зона; 3 – нагорная канава; 4 – ограждение; 5 – зеленая зона; 6 – кавальер грунта для изоляции слоев; 7– участки складирования ТБО; I, II и III – очереди эксплуатации.

Также на мусорном полигоне часто располагаются линии по сортировке и переработке отходов, лаборатории для экспресс-анализов и другие подобные сооружения, которые не считаются обязательными, но позволяют извлечь прибыль из утилизации ТБО и предупредить негативное влияние на экологию.

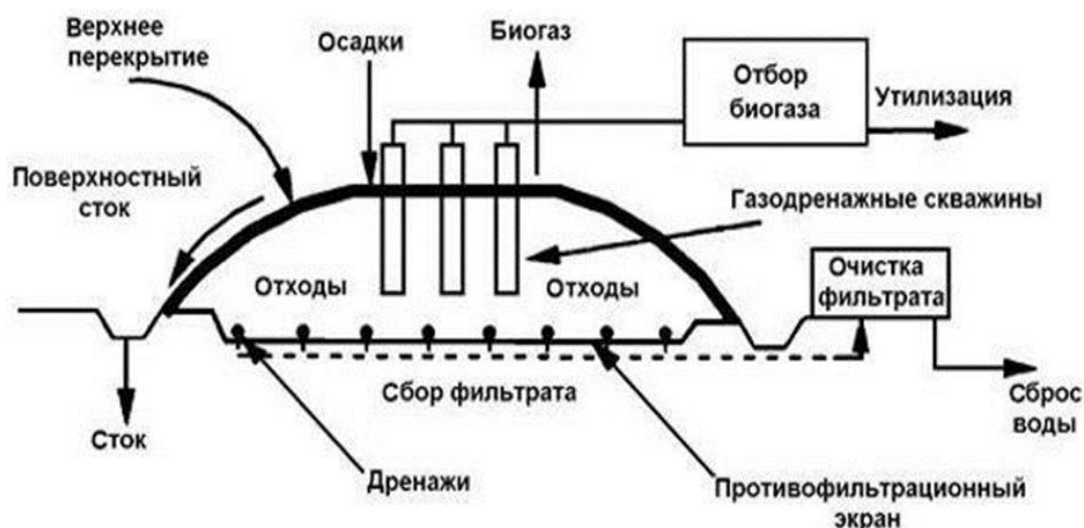


Рисунок 2. Схематическое устройство современного полигона ТБО

Работа любого полигона ТБО регламентируется также внутренними инструкциями, среди которых – правила приема мусора для складирования и хранения. Дело в том, что обычный полигон бытовых отходов не имеет права принимать опасный мусор, например, ртутные лампы, медицинские отходы, радиоактивные материалы, промышленный мусор и так далее.

Анализ существующих подходов к управлению ТБО позволил сформировать следующие группы требований к обращению с отходами, определяющими устойчивое функционирование полигона:

Первая группа требований – инженерно-проектировочная. Так, благоприятными земельными участками с точки зрения размещения полигонов считаются:

- открытые, хорошо продуваемые (проветриваемые), незатопляемые и неподтопляемые, допускающие проведение природоохранных мероприятий и выполнение инженерных решений, обеспечивающих предотвращение загрязнения окружающей среды;

- расположенные с подветренной стороны относительно нахождения населенных пунктов и рекреационных зон, в соответствии с розой ветров;

- расположенные ниже водозаборов хозяйственно-питьевого водоснабжения, рыбоводных хозяйств;

СЕКЦИЯ «ФИЗИКА И ПРИКЛАДНАЯ ХИМИЯ»

- удаленные от аэропортов на 15 км и более, от сельскохозяйственных угодий и транзитных магистральных дорог на 200 м, от лесных массивов и лесопосадок, не предназначенных для рекреации, на 50 м;

- на которых обеспечивается соблюдение 500 м санитарно-защитной зоны от жилой застройки до границ полигона;

- с преобладающими уклонами в сторону населенных пунктов, промышленных предприятий, сельскохозяйственных угодий и лесных массивов не более 1,5%;

- с залеганием грунтовых вод при наибольшем подъеме их уровня не менее 1 м от нижнего уровня складироваемых отходов;

- с преобладанием в геологическом разрезе экранирующих пород;

- с развитым региональным водоупорным горизонтом, характеризующимся отсутствием «гидрогеологических окон» и значительных по площади трещиноватых зон;

- с отсутствием опасных геологических процессов (оползневых, карстово-суффозионных, овражно-эрозионных и т.д.).

Таким образом, данные ограничения (требования) позволяют выделить области допустимых размещений полигонов ТБО, а также области запрета.

Вторая группа ограничений – экологическая. При выборе участка для устройства полигона ТБО определяющими являются климатогеографические и почвенные особенности, геологические и гидрологические условия местности. Вопросы техногенной безопасности рассматриваются только через призму перечисленных выше факторов. Эти же факторы являются доминирующими при проведении профилактической работы.

Третья группа – техническое оснащение. Необходимо оборудование для очистки фильтрата. Для обеззараживания фильтрата существует несколько методов: Фильтрация механическим способом. Отстаивание. Применение биологических добавок для очистки. Физико-химические методы очистки. Выпаривание. Обработка фильтрата лазером. Способ очистки фильтрата – это

исключительно выбор владельца полигона. Этот процесс требует значительных финансовых вложений и должен предусматриваться заранее.

При проведении мероприятий по повышению эффективности профилактической работы чрезвычайных ситуаций на полигонах необходимо учитывать морфологический состав ТБО и ограничения, накладываемые на совместное их захоронение и степень опасности как источника возникновения техногенной аварии.

Средний морфологический состав ТБО включает в себя следующие компоненты:

- пищевые отходы – 30.38%,
- отходы бумаги и картона – 25.30%,
- текстильные отходы – 4.7%,
- стеклотарой и стеклотара – 5.8%,
- отходы пластмасс – 2-5%.,

Следует также отметить, что на полигонах ТБО разрешено захоронение отдельных промышленных отходов (третьей и четвертой группы опасности) в установленном процентном соотношении. Необходимо учитывать то, что параметры хранения имеют как четко выраженную сезонность проявления, так и носят накопительный характер.

Накопительный процесс можно разделить на 5 фаз, а именно:

1. фаза аэробное разложение;
2. фаза анаэробное разложение без выделения метана (кислое брожение);
3. фаза анаэробное разложение с непостоянным выделением метана;
4. фаза анаэробное разложение с постоянным выделением метана;
5. фаза затухание анаэробного процесса.

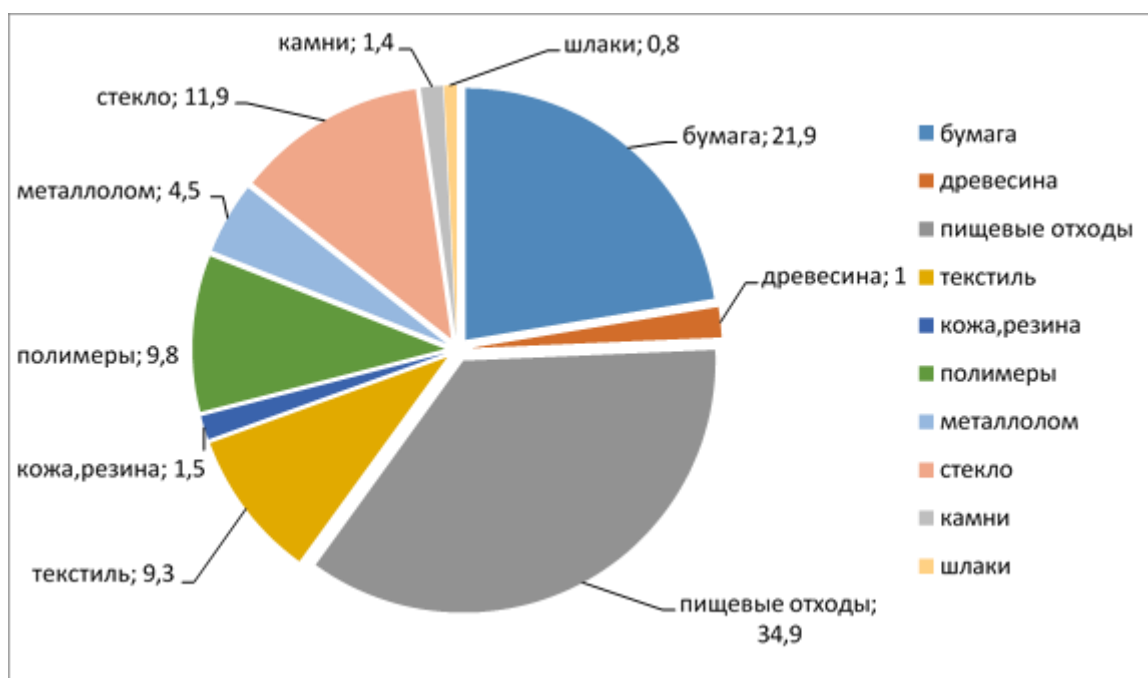


Рисунок 3. Состав содержимого полигона

Наконец, важной составляющей повышения устойчивости функционирования полигона твердых бытовых отходов является образование и информирование населения. Проведение просветительской работы и разъяснение обществу важности сортировки отходов и правильного выбора методов их утилизации способствует формированию ответственного подхода к проблеме мусора. Организация масштабных информационных кампаний и проведение тренингов и семинаров поможет повысить осведомленность населения и изменить общественное сознание в отношении потребления и утилизации отходов.

Выводы. Повышение устойчивости функционирования полигона твердых бытовых отходов является неотъемлемой частью решения проблемы социально-экологического развития. Использование современных технологий, разработка эффективных систем переработки и контроля окружающей среды, а также информирование населения являются ключевыми шагами на пути к устойчивому будущему. Совместные усилия государственных органов, общественных организаций и каждого индивидуального человека помогут создать экологически чистое и здоровое общество.

Литература

1. Бадагуев, Б.Т. Экологическая безопасность предприятия: приказы, акты, инструкции, журналы, положения, планы / Б.Т. Бадагуев. – Москва: Альфа-Пресс, 2011. – 568 с. – Текст: непосредственный.
2. Беренгартен, М.Б. Управление отходами в городском хозяйстве. / М.Б. Беренгартен, И.А. Васильева, В.В. Девяткин, Н.Е. Николайкина // Учебное пособие под ред. В.Г. Систера. – М.: МГУИЭ, 1999. – 120 с. – Текст: непосредственный.
3. Инструкция по проектированию, эксплуатации и рекультивации полигонов для твердых бытовых отходов: согласована Мособлкомприродой от 5.02.1997 г. № ЭЭ-8. – Москва, 1997. – 39 с. – Текст: непосредственный.
4. Гладышев, Н.Г. Логистические аспекты управления отходами / Н.Г. Гладышев, Д.Е. Быков, А.А. Шишканова // Вестник Самарского государственного экономического университета. – Самара: СГЭУ, 2006, №5(23). – С. 31-37. – Текст: непосредственный.

Черноволова Анастасия Андреевна, студентка группы ИЗОС-5а. ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», ул. Державина, д.2, г. Макеевка, ДНР, РФ, 86123.

e-mail: chernovolova.a.a-izos-5a@donnasa.ru

Научный руководитель:

Самойлова Елена Эдуардовна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Физика и прикладная химия», кафедры «Техносферная безопасность», ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», ул. Державина, д. 2, г. Макеевка, Донецкая область, ДНР РФ, 86123.

e-mail: e.e.samojlova@donnasa.ru

IMPROVING THE SUSTAINABILITY OF THE OPERATION OF A SOLID WASTE LANDFILL

Annotation. The theoretical aspects of the functioning of a solid waste landfill are considered. The factors influencing the sustainable functioning of the solid waste landfill have been identified. The ways of increasing the sustainable functioning of the landfill of solid household waste are proposed.

Keywords: sustainable functioning, research of enhancement methods, impact on sustainable functioning, solid household waste, ways to enhance.

Chernovolova Anastasia, student of the IZOS group-5a, Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, Derzhavin str., 2, Makeyevka, 86123, DPR, Russia.

e-mail: chernovolova.a.a-izos-5a@donnasa.ru

Scientific supervisor:

Samoilova Elena Eduardovna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Physics and Applied Chemistry, Department of Technosphere Safety, Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, Derzhavin str., 2, Makeyevka, 86123, DPR, Russia.

e-mail: e.e.samojlova@donnasa.ru



УДК 697.9

Липовая Д.А.,

студентка гр. ТГВ-58 а, ФГБОУ ВО «ДонНАСА»

Научный руководитель: к.х.н., доц.

Соболь О.В.,

доцент кафедры физики и прикладной химии

ФГБОУ ВО «ДонНАСА»

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ВЕНТИЛЯЦИИ НА КАЧЕСТВО ВОЗДУХА И ЗДОРОВЬЕ ЛЮДЕЙ В ЗДАНИЯХ

Аннотация. Анализ влияния вентиляции на качество воздуха и здоровье людей в зданиях подтверждает важность правильной организации систем вентиляции для обеспечения здоровой и безопасной среды пребывания. Эффективная вентиляция способствует удалению загрязнителей воздуха, обеспечению оптимальной влажности и температуры, что в свою очередь способствует улучшению здоровья и благополучия людей.

Ключевые слова: вентиляция, воздух, здание, здоровье, человек.

Введение. В современном мире, где большая часть времени проводится в помещениях, важность обеспечения высокого качества воздуха и комфортных условий для проживания и работы людей не может быть недооценена. Одним из ключевых факторов, определяющих качество воздуха в зданиях, является эффективная система вентиляции. Вентиляция играет важную роль в поддержании оптимальной температуры и влажности, удалении загрязнений и поддержании свежести воздуха внутри помещений.

Цель данного исследования заключается в анализе влияния вентиляции на качество воздуха и здоровье людей в зданиях. Путем рассмотрения физических принципов вентиляции, оценки качества воздуха, влияния вентиляции на

физиологическое состояние человека, а также изучения инновационных технологий, мы стремимся выявить важность этого аспекта для общественного здоровья и благополучия.

Понимание влияния вентиляции на здоровье людей и качество воздуха в зданиях имеет важное значение для разработки эффективных стратегий улучшения условий внутренней среды, что в свою очередь способствует повышению качества жизни и производительности людей.

Постановка задачи и ее решение.

Физика вентиляции в зданиях: принципы и законы. Вентиляция в зданиях основана на законах физики, которые определяют перемещение воздуха внутри помещений. Основными принципами вентиляции являются тепловые и конвекционные потоки, а также давление и силы, действующие на воздух в зданиях. Качество воздушной среды помещений неразрывно связано с вентиляцией. В большинстве многоэтажных жилых зданиях применяется вытяжная вентиляция с естественным побуждением. На сегодняшний день рекомендуется устройство приточной механической вентиляции и в жилых зданиях [1].

Тепловые потоки играют ключевую роль в вентиляционных системах, поскольку они вызывают перемещение воздуха в результате разницы температур между внутренними и внешними областями здания. Когда воздух нагревается или охлаждается, он приобретает различную плотность и создает потоки, движущиеся от областей с более высокой температурой к областям с более низкой температурой.

Конвекционные потоки также важны для вентиляции, поскольку различия в плотности воздуха могут вызывать естественное движение воздуха внутри помещений. Этот процесс может быть усилен использованием специальных устройств, таких как вентиляторы или системы кондиционирования воздуха.

Давление также играет важную роль в физике вентиляции, поскольку различия в давлении могут вызвать перемещение воздуха внутри здания. Под действием вентиляционных систем, различия в давлении создают потоки

воздуха, которые обеспечивают обмен воздуха и поддерживают оптимальные условия в помещениях.

Понимание физики вентиляции в зданиях является ключевым для проектирования эффективных систем вентиляции, которые обеспечивают высокое качество воздуха и комфортные условия для людей, проживающих или работающих в зданиях.

Оценка качества воздуха в зданиях: методы и технологии. Оценка качества воздуха в зданиях является важным аспектом обеспечения здоровья и комфорта для людей, находящихся внутри помещений. Существуют различные методы и технологии, используемые для измерения и контроля качества воздуха в зданиях.

1. *Измерение концентрации загрязнителей.* Для оценки качества воздуха проводятся измерения концентрации различных загрязнителей, таких как диоксид углерода, формальдегид, токсичные газы и аэрозоли. Это может осуществляться с помощью датчиков, анализаторов или мониторов, устанавливаемых в зданиях.

2. *Измерение влажности и температуры.* Влажность и температура воздуха также оказывают влияние на комфорт и здоровье людей. Стабильные параметры влажности и температуры в помещениях можно измерить с помощью гигрометров и термометров.

3. *Оценка обмена воздуха.* Для обеспечения свежего воздуха в помещениях проводится оценка скорости обмена воздуха, что позволяет определить эффективность вентиляционных систем.

4. *Использование дистанционных систем мониторинга.* Современные технологии позволяют использовать дистанционные системы мониторинга, которые непрерывно отслеживают качество воздуха в реальном времени и предоставляют данные для анализа.

Оценка качества воздуха в зданиях с использованием различных методов и технологий играет важную роль в обеспечении здоровых и комфортных условий для людей, находящихся внутри зданий. Понимание и контроль

параметров воздуха позволяют заблаговременно реагировать на потенциальные проблемы и обеспечить оптимальные условия пребывания.

Влияние вентиляции на здоровье людей: физиологические аспекты.

Правильно налаженный воздухообмен на производствах важен не только для комфорта персонала, но и для соблюдения норм пожарной и санитарной безопасности. Поэтому на промышленных предприятиях или складских и других помещениях необходимо грамотно организовывать систему вентиляции. Она способствует поддержке рекомендованных температурных параметров и безопасных условий для работы. Плохая вентиляция помещения негативно сказывается на здоровье сотрудников, регулярно находящихся там, и загрязняет окружающую среду испарениями и газами, возникающими в ходе рабочих процессов [2].

Физиологические аспекты влияния вентиляции на здоровье людей могут быть следующими:

1. *Качество воздуха.* Вентиляция помогает обеспечить поступление свежего воздуха и удаление загрязненного воздуха из помещения. Свежий воздух содержит больше кислорода, что способствует лучшему функционированию организма. Он также помогает уменьшить концентрацию вредных веществ, таких как угарный газ, дым, пыль и т.д., которые могут быть присутствовать внутри помещения и негативно влиять на здоровье.

2. *Регулирование температуры.* Вентиляция может помочь поддерживать оптимальную температуру в помещении. Избыточная жара или холод может оказывать негативное влияние на физическое и эмоциональное состояние человека. Правильная вентиляция может помочь предотвратить перегрев или переохлаждение организма.

3. *Увлажнение воздуха.* Вентиляция также может контролировать уровень влажности в помещении. Слишком сухой или слишком влажный воздух может приводить к различным проблемам здоровья, таким как сухость кожи и слизистых оболочек, раздражение глаз и дыхательных путей, расстройства сна и

другие неприятные симптомы. Регулярная вентиляция позволяет поддерживать оптимальный уровень влажности для комфорта и здоровья.

4. *Улучшение дыхания.* Хорошая вентиляция помогает обеспечить поступление достаточного количества кислорода в организм. Это особенно важно для людей с дыхательными проблемами, такими как астма или хроническая обструктивная болезнь легких (ХОБЛ). Плохая вентиляция может усугубить симптомы этих состояний и привести к проблемам с дыханием.

5. *Уменьшение риска заражений.* Хорошая вентиляция помогает снизить концентрацию вирусов, бактерий и других возбудителей инфекционных заболеваний в помещении. Это особенно важно во время эпидемий или пандемий, когда воздушно-капельный путь передачи инфекции может быть особенно активен.

Общее регулярное проветривание помещений и использование систем вентиляции способствуют улучшению качества воздуха внутри помещения и, соответственно, способствуют поддержанию здоровья и благополучия людей, пребывающих в нем.

Инновационные технологии вентиляции и их влияние на качество воздуха. Инновационные технологии вентиляции играют важную роль в повышении качества воздуха в помещениях. Некоторые из них включают в себя:

1. *Двойная система вентиляции.* Эта система работает по принципу подачи свежего воздуха и отвода загрязненного воздуха одновременно. Она обеспечивает непрерывное поступление свежего воздуха и удаление загрязнений, что помогает поддерживать высокое качество воздуха в помещении.

2. *Теплообменники.* Эти устройства используются для эффективного обмена теплом между поступающим и выделяющимся воздухом. Теплообменники могут существенно уменьшить потребление энергии для обогрева или охлаждения помещения, так как они сохраняют часть тепла или холода, переносимого старым воздухом, и передают его новому поступающему воздуху.

3. *Фильтры высокой эффективности.* Эти фильтры используются для удаления микроорганизмов, аллергенов, пыли и других загрязнений из воздуха. Фильтры высокой эффективности обычно имеют маленькие поры, которые задерживают даже самые мелкие частицы, улучшая тем самым качество воздуха в помещении.

4. *Умные системы управления.* Современные системы вентиляции могут быть интегрированы с умными технологиями управления, такими как датчики качества воздуха и системы автоматического регулирования. Это позволяет системе вентиляции реагировать на изменения в качестве воздуха и автоматически регулировать скорость или интенсивность подачи и отвода воздуха в соответствии с этими изменениями.

Все эти инновационные технологии призваны улучшить качество воздуха в помещениях, создавая комфортные условия для пребывания людей и минимизируя их воздействие на здоровье. Они помогают удалять загрязнения, поддерживать оптимальные уровни температуры и влажности и предотвращать распространение инфекций. Это особенно важно в закрытых помещениях, где концентрация загрязнений может быть выше, и в условиях пандемий или эпидемий, когда воздушно-капельный путь передачи инфекции становится особенно активным.

Практическое применение и рекомендации по улучшению вентиляции. Практическое применение инновационных технологий вентиляции может включать в себя установку системы вентиляции с рекуперацией тепла для эффективного использования энергии, применение фильтров высокого качества для очистки воздуха от загрязнителей, а также установку сенсоров для мониторинга качества воздуха.

Рекомендации по улучшению вентиляции включают в себя регулярную проверку и обслуживание систем вентиляции, использование натуральной вентиляции при возможности, проветривание помещений, особенно в помещениях с высокой влажностью, а также обеспечение адекватной вентиляции в помещениях с высокой концентрацией людей.

Важно также следить за состоянием фильтров и регулярно их заменять, чтобы обеспечить эффективную фильтрацию воздуха. Также стоит обратить внимание на использование энергоэффективных систем, которые могут снизить потребление энергии для вентиляции.

Выводы. Проведенные исследования показывают, что недостаточная вентиляция может быть связана с ухудшением здоровья, возникновением аллергий, инфекций дыхательных путей, а также снижением продуктивности. С другой стороны, правильно спроектированные и поддерживаемые вентиляционные системы могут существенно улучшить качество воздуха в помещениях и способствовать улучшению здоровья и комфорту пребывания людей.

Для обеспечения оптимального воздушного окружения в зданиях необходимо уделять внимание не только выбору и установке соответствующих систем вентиляции, но и их регулярному обслуживанию и модернизации. А также важно проводить обучение и информирование пользователей о правильном использовании вентиляционных систем.

Таким образом, инвестирование в качественные и эффективные системы вентиляции является ключевым элементом обеспечения здоровой воздушной среды в зданиях и способствует повышению качества жизни пользователей.

Литература

1. Литвинова Н.А. Вентиляция и качество воздуха в зданиях городской среды: монография / Н.А. Литвинова. – Москва: ИНФРА-М, 2023. – 175 с. – DOI 10.12737/monography5bbb658d447208.82023948. – Текст: непосредственный.
2. Чем опасна плохая вентиляция в помещении. – URL: <https://xn8sbemqmsj2age1d.xnp1ai/news/chem-opasna-plokhaya-ventilyatsiya-v-pomeshchenii/> (дата обращения: 12.04.2024). – Текст: электронный.

Липовая Диана Алексеевна студентка гр. ТГВ-58 а, ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, ДНР, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

Научный руководитель:

Соболь Оксана Викторовна, к.х.н., доцент; доцент кафедры физики и прикладной химии, ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, ДНР, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: cluck@mail.ru

ANALYSIS OF THE EFFECT OF VENTILATION ON AIR QUALITY AND HEALTH OF PEOPLE IN BUILDINGS

Abstract. Analysis of the impact of ventilation on air quality and the health of people in buildings confirms the importance of properly organizing ventilation systems to ensure a healthy and safe stay environment. Effective ventilation contributes to the removal of air pollutants, ensuring optimal humidity and temperature, which in turn contributes to improving the health and well-being of people.

Key words: ventilation, air, building, health, human.

Lipovaya Diana, student gr. TGV-58 a, The Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture (DonNACEA), 286123, DPR, Makeevka, Derzhavin str., 2.

Sobol Oksana, Ph.D., Associate Professor; Associate Professor of the Department of Physics and applied chemistry, The Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture (DonNACEA), 286123, DPR, Makeevka, Derzhavin str., 2.

e-mail: cluck@mail.ru





УДК 691.3

Беляев В.Н.,

студ. группы ИЗОС-86, ФГБОУ ВО «ДонНАСА»

Научный руководитель:

Лошакова В.М.,

ассистент кафедры «Физика и прикладная химия»

ФГБОУ ВО «ДонНАСА»

УГЛЕБЕТОН

Аннотация. В статье рассмотрены изготовление, свойства и применение нового строительного материала – углебетона.

Ключевые слова: композиционные материалы, углебетон, углеродное волокно, кристаллическая решетка, железобетон.

Введение. Композиционные материалы, армированные углеродным волокном, известны давно и находят сегодня очень широкое применение. Такие композиты применяются в авиа- и ракетостроении, машиностроении, судостроении, при изготовлении товаров массового потребления [1]. Ученые из Института монолитного строительства при Дрезденском техническом университете (Германия) решили заменить металлическую арматуру в бетоне углеродным волокном и получили абсолютно новый материал на строительном рынке – углебетон.

Постановка задачи. Ознакомиться с изготовлением, свойствами и применением нового строительного материала – углебетона, и преимуществом его над железобетоном.

Углебетон – строительный материал, который состоит из бетона и углеродного волокна.

Углеродное волокно – углеродные нити, сплетенные в углеткань. Процесс получения графитовых нитей заключается в многоэтапном нагреве полиакрилонитрильных или вискозных волокон в разных средах до стадии обугливания. В результате чего появляется материал, состоящий из чистого углерода. Каждая нить углеткани имеет толщину 5-10 мкм. Состоит она из выстроенных в кристаллическую решетку цепочек атомов углерода. Около 50 тысяч таких нитей формируют своеобразный жгут, и он становится основой «текстиля» [2].

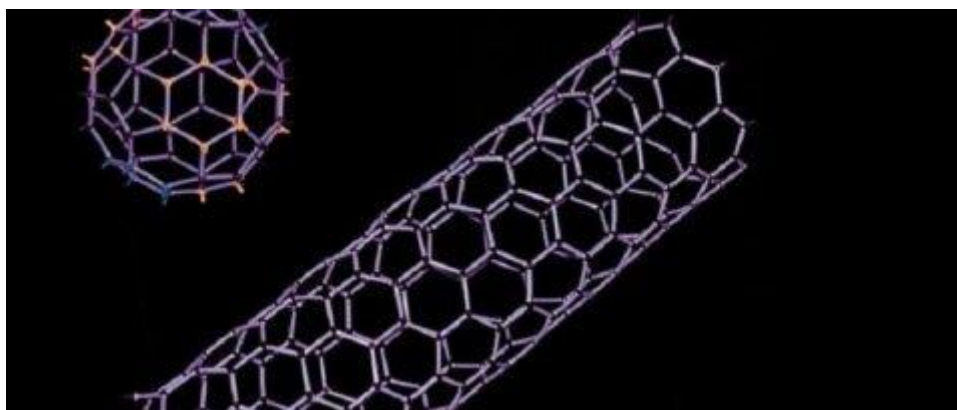


Рисунок 1. Кристаллическая структура углеродных нитей

Углеродное волокно является основой для армирующих лент, полотен и композитной арматуры для бетонных конструкций. Углеткань обладает очень высокой прочностью, поэтому с её помощью усиливают новые строительные конструкции, или возвращают утраченные характеристики старым.

Свойства нового материала. Характеристики углебетона обусловлены особой структурой углеродной нити. Специфическая кристаллическая решетка придает материалу высочайшую прочность на разрыв, которая в 4 раза выше, чем у стали. Плотность углеволокна ниже, чем у стали, поэтому оно является более легким. После соединения бетона и углеволокна получается композит, по техническим параметрам превосходящий все виды классического бетона.

Именно особые свойства углеродного волокна позволили немецким ученым получить новый строительный материал, который является аналогом железобетона.

При сравнении с железобетоном, углебетон имеет следующие преимущества.

1. Он намного легче - отсутствие дополнительной нагрузки на несущее основание; облегчает и ускоряет строительство; экономия на транспортных расходах.

2. Небольшая толщина, позволяющая делать достаточно тонкие и прочные плиты.

3. Углебетон не трескается, а железобетон со временем начинает разрушаться. В железобетоне арматура, которая покрывается ржавчиной, образует в бетонных блоках микротрещины, со временем это ведет к усиленному износу. Срок службы углебетонных плит значительно выше, т.к. в конструкции углебетона полностью отсутствуют металлические компоненты.

4. Экономия бетонной смеси. Железную арматуру нужно заливать большим количеством бетона, углеродное волокно не ржавеет, соответственно бетона нужно меньше и нагрузка на бетонную промышленность меньше.

5. Экологичность, безопасность в использовании, отсутствие токсичных компонентов [3].

Главный недостаток углебетона – это высокая стоимость углеродного волокна.

Применение углебетона. Инновационный материал подходит для нового строительства, но в России он пока чаще используется для реконструкции устаревших зданий. Плиты с высокой прочностью и небольшой толщиной помогают восстановить несущие конструкции, придать зданиям надежность, сделать их безопасными. При этом можно сохранить исторический облик памятника архитектуры, что принципиально важно для многовековых сооружений.

Завершающим этапом испытаний углебетона немецкими учеными на территории Технического университета в Дрездене в 2022 году стало строительство одноэтажного здания theCube [4]. Это не просто постройка для демонстрации возможностей экспериментального материала, а полноценное

учебное здание Технического университета Дрездена. Внутри находятся учебный класс, лаборатория, зал для проведения семинаров и презентаций, а также небольшая кухня. Общая площадь одноэтажного здания - 220 квадратных метров.

Инновационный материал позволил создать пластичный дизайн постройки – изогнуть стены и перекрытия.

Вывод. Важным фактором для использования углебетона в строительстве является снижение себестоимости производства углеродного волокна. Это возможно при разработке относительно простых, экономичных технологических процессов.

Без сомнений, углебетон в России станет одним из самых практичных материалов для жилых комплексов, промышленных зданий. Его устойчивость к внешним факторам вместе со стойкостью к статическим, динамическим нагрузкам — идеальное сочетание для долговечного результата. Поэтому, несмотря на высокую цену, он будет распространяться для возведения сооружений.

Литература

1. Батаев, А.А. Композиционные материалы: строение, получение, применение: Учебник / А.А. Батаев, В.А. Батаев. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2002. – 384 с. – Текст: непосредственный.

2. Бондалетова, Л.И. Полимерные композиционные материалы (часть 1): учебное пособие / Л.И. Бондалетова, В.Г. Бондалетов. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. – 118 с. – Текст: непосредственный.

3. Углеродный бетон. Инновационные технологии строительства. – Наука и техника. – URL: <https://naukatehnika.com/uglerodnyj-beton.html> (дата обращения: 19.04.2024). – Текст: электронный.

4. Углеродистый бетон – перспективы для строительной отрасли. – PlanDI. – URL: <https://plandi.ru/blog/articles/uglerodistyj-beton-perspektivy-dlya-stroitelnoi-otrasli/317> (дата обращения: 19.04.2024). – Текст: электронный.

Беляев Виктор Николаевич, студент группы ИЗОС -86, ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»; 286123, ДНР, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: belyaev.v.n-izos-8b@donnasa.ru

Лошакова Валентина Михайловна, ассистент кафедры «Физика и прикладная химия», ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»; 286123, ДНР, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: v.m.loshakova@donnasa.ru

CARBON CONCRETE

Annotation. The article discusses the manufacture, properties and application of a new building material – carbon concrete.

Keywords: composite materials, carbon concrete, carbon fiber, crystal lattice, reinforced concrete.

Belyaev Victor Nikolaevich, student of the IZOS-8b group, Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, Derzhavin str., 2, Makeyevka, 86123, DPR, Russia, 86123.

e-mail: belyaev.v.n-izos-8b@donnasa.ru

Loshakova Valentina Mikhailovna, Assistant of the department of Physics and Applied Chemistry; Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, Derzhavin str., 2, Makeyevka, 86123, DPR, Russia, 86123.

e-mail: v.m.loshakova@donnasa.ru





УДК 556.114.5

Комков Е.Э.,

студент гр. ИЗОС – 5а, ФГБОУ ВО «ДонНАСА»

Научный руководитель: к.т.н., доцент

Самойлова Е.Э.,

доцент кафедры «Физика и прикладная химия»,

кафедры «Техносферная безопасность»,

ФГБОУ ВО «ДонНАСА»

ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ОБРАБОТКИ БЫТОВЫХ СТОЧНЫХ ВОД

Аннотация. Технологическая схема обработки бытовых сточных вод представляет собой последовательность процессов и единиц оборудования, которые необходимы для очистки сточных вод от загрязнений и предотвращения загрязнения окружающей среды. При выборе технологической схемы обработки сточных вод необходимо учитывать состав сточных вод, их объем, особенности территории и требования к качеству очистки.

Ключевые слова: технологическая схема, обработка бытовых сточных вод, выбор технологий обработки, обоснование выбора схемы обработки, очистка сточных вод, физико-химическая обработка, биологическая обработка, механическая обработка, экологические аспекты, экономическая эффективность, сравнительный анализ технологий, стандарты и требования по очистке воды.

Введение. Обработка бытовых сточных вод является важной частью процесса очистки сточных вод перед их сбросом в водные объекты. Выбор и обоснование технологической схемы обработки бытовых сточных вод зависит от

различных факторов, включая характеристики загрязнений, объем сточных вод, условия окружающей среды, а также технические и экономические возможности.

При выборе технологической схемы обработки бытовых сточных вод необходимо учитывать эффективность удаления загрязнений, стоимость оборудования и эксплуатации, а также требования законодательства по охране окружающей среды. Существует несколько основных методов обработки сточных вод, таких как механическая очистка, биологическая очистка, химическая обработка и фильтрация.

Постановка задачи. Основной задачей является проведение анализа доступных технологий и методов очистки сточных вод для определения оптимальной схемы конкретного объекта или территории обработки бытовых сточных вод Донецкой области.

Обработка бытовых сточных вод является важной задачей для поддержания экологической чистоты и здоровья населения. Рассмотрим выбор и обоснование технологической схемы для обработки бытовых сточных вод в Донецкой области.

Одним из эффективных методов обработки бытовых сточных вод является механическая обработка. Этот процесс включает в себя удаление крупных и твердых частиц, которые могут оказаться в сточных водах, таких как песок, грязь и другие механические примеси. Для этой цели может быть использовано различное оборудование, такое как решетки, грохоты и осадочные камеры.

После механической обработки сточные воды должны пройти биологическую обработку. Этот процесс включает в себя использование микроорганизмов, которые разлагают органические загрязнители в сточной воде. Для этой цели может быть использована аэробная или анаэробная биологическая очистка. Аэробные процессы требуют наличия кислорода и могут быть реализованы с помощью активного илового пульта или биофильтров. Анаэробные процессы, напротив, осуществляются без доступа кислорода и

обычно используются для очистки сточных вод с высоким содержанием органических веществ.

Далее, очищенные от органических загрязнителей сточные воды подвергаются химической обработке для удаления остаточных загрязнений, таких как нитраты, фосфаты и другие химические соединения. Для этой цели может быть использовано химическое оборудование, такое как коагулянты и флокулянты.

Для обработки бытовых сточных вод в Донецкой области рекомендуется применение комплексной технологической схемы, включающей механическую, биологическую и химическую обработку. Это позволит эффективно удалять различные загрязнители из сточных вод и обеспечить их безопасное сброс на очищенную поверхность или водоемы. Такая схема поможет сократить загрязнение окружающей среды и поддерживать чистоту водных ресурсов в Донецкой области.

Вывод. Выбор и обоснование технологической схемы обработки бытовых сточных вод в Донецкой области является важной задачей для обеспечения экологической чистоты водных ресурсов и охраны окружающей среды. При принятии решения следует учитывать несколько ключевых факторов:

Объем и качество сточных вод: необходимо оценить общий объем сточных вод, а также их химический и биологический состав для выбора оптимальной технологии очистки.

Доступность технологий: следует выбирать технологии, которые могут быть успешно внедрены и эксплуатированы в условиях Донецкой области.

Энергоэффективность: при выборе технологической схемы обработки необходимо учитывать энергопотребление и степень энергоэффективности процессов очистки сточных вод.

Финансовая составляющая: обоснование технологической схемы должно включать в себя расчеты затрат на строительство, запуск и обслуживание очистных сооружений.

Соответствие нормам и требованиям: выбранная технология должна соответствовать действующим нормам и стандартам качества воды, а также экологическим требованиям.

Исходя из этих факторов, выбор технологической схемы обработки бытовых сточных вод в Донецкой области может быть обоснован с учетом эффективности, экономической целесообразности и экологической безопасности.

Литература

1. Бердников, С.В. Климатические условия и гидрологический режим Азовского моря в XX – начале XXI вв / С.В. Бердников, Л.В. Дашкевич, В.В. Кулыгин. – Водные биоресурсы и среда обитания. – 2019. – Т. 2, № 2. – С. 7-19. – https://doi.org/10.47921/2619-1024_2019_2_2_7.

2. Руководство по гидрологическим работам в океанах и морях / под ред. В.М. Грузинова, А.В. Сокова. – М.: Изд-во Государственного океанографического института им. Н.Н. Зубова, 2016. – 538 с.

3. Жукова, С.В. Основные климатические тенденции в бассейне Азовского моря на перспективу 2030 г. – Актуальные проблемы изучения черноморских экосистем - 2020: тезисы докл. Всерос. онлайн-конф. (г. Севастополь, 19-22 октября 2020 г.). – Севастополь: Изд-во Федерального исследовательского центра «Институт биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН», 2020. – С. 43–45. – <https://doi.org/10.21072/978-5-6044865-4-2>

4. Куропаткин, А.П. Современные и перспективные изменения солёности Азовского моря. – Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – 2015. – № 11. – С. 7–16.

5. Михайлов, Л.А. Чрезвычайные ситуации природного, техногенного и социального характера и защита от них: учебник для вузов / Л.А. Михайлов, В.П. Соломин / под ред. Л.А. Михайлова. – СПб.: Питер, 2008. – 235 с.

6. Кичигин, Н.В. Промышленная безопасность опасных производственных объектов / Н. В. Кичигин, М. В. Пономарев, А. В. Пуряева. – М.: Юстицинформ, 2016. – 147 с.

7. Аварии и катастрофы. Предупреждения и ликвидация последствий: учеб. пособие / Под ред. К. Е. Кочеткова, В. Я. Котляровского, А. В. Забегаева и др. – М.: АСВ, 2017. – 320 с.

8. Вишняков, Я.В. Безопасность жизнедеятельности. Защита населения и территорий в чрезвычайных ситуациях / Я.В. Вишняков, В.И. Вагин. – М.: Академия, 2008. – 304 с.

9. Гражданская оборона и предупреждение чрезвычайных ситуаций / Под ред. М. И. Фалеева. – М.: Институт риска и безопасности, 2020. – 327 с.

10. Тихомиров, Д. В. Гражданская оборона и защита от чрезвычайных ситуаций: пособие для самостоятельного изучения / Д.В. Тихомиров, Я.И. Грищенко. – М.: ООО «ТЕРМИКА.РУ», 2021. – 328 с.

Комков Евгений Эдуардович, студент группы ИЗОС-5а, ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», ул. Державина, д. 2, г. Макеевка, ДНР, РФ, 86123.

e-mail: komkov.e.e-izos-5a@donnasa.ru

Научный руководитель:

Самойлова Елена Эдуардовна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Физика и прикладная химия», кафедры «Техносферная безопасность», ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», ул. Державина, д. 2, г. Макеевка, ДНР, РФ, 86123.

e-mail: e.e.samojlova@donnasa.ru

SELECTION AND JUSTIFICATION OF THE TECHNOLOGICAL SCHEME FOR THE TREATMENT OF DOMESTIC WASTEWATER

Annotation. The technological scheme of domestic wastewater treatment is a sequence of processes and pieces of equipment that are necessary for wastewater treatment from pollution and prevention of environmental pollution. When choosing a technological scheme for wastewater treatment, it is necessary to take into account the composition of wastewater, its volume, the characteristics of the territory and the

requirements for the quality of treatment.

Keywords: technological scheme, treatment of domestic wastewater, choice of treatment technologies, justification of the choice of treatment scheme, wastewater treatment, physico-chemical treatment, biological treatment, mechanical treatment, environmental aspects, economic efficiency, comparative analysis of technologies, standards and requirements for water purification.

Komkov Evgeny Eduardovich, student of the IZOS-5a group, Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, Derzhavin str., 2, Makeyevka, 86123, DPR, Russia, 86123.

e-mail: komkov.e.e-izos-5a@donnasa.ru

Scientific supervisor:

Samoilova Elena Eduardovna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Physics and Applied Chemistry, Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, Derzhavin str., 2, Makeyevka, 86123, DPR, Russia, 86123.

e-mail: e.e.samojlova@donnasa.ru





УДК 628.16

Меркуленко В.А.,

студ. группы ИЗОС-8а, ФГБОУ ВО «ДонНАСА»

Руководитель:

Лошакова В.М.,

ассистент кафедры «Физика и прикладная химия»

ФГБОУ ВО «ДонНАСА»

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ ВОДЫ

Аннотация. В статье рассмотрены некоторые из эффективных инновационных технологий очистки воды, имеющих практическое применение и позволяющих обеспечить население качественной водой.

Ключевые слова: очистка воды, мембрана, осмос, фильтрация, обеззараживание, ультрафиолет.

Введение. Одной из наиболее важных глобальных задач является обеспечение жителей нашей планеты качественной питьевой водой. Усиливающийся дефицит чистой питьевой воды ставит под угрозу здоровье людей и окружающую среду.

Загрязнение почвенных вод и открытых водоемов промышленными и бытовыми стоками, остатками минеральных удобрений не позволяет употреблять воду без предварительной очистки.

Постановка задачи. Очистка воды предназначена для доведения всех параметров, характеризующих ее качество, до нормативных показателей. Существуют различные методы очистки воды, которые удаляют загрязнения и обеспечивают чистую питьевую воду для населения. Рассмотрим наиболее эффективные из инновационных технологий, используемые в современных системах очистки воды.

1. Мембранные методы очистки воды.

Баромембранные процессы – это фильтрация воды при помощи мембраны, очистка происходит на фоне внешнего давления. К методам баромембранной очистки относят: обратный осмос; нанофильтрацию; ультрафильтрацию; микрофильтрацию [1].

Под воздействием внешнего давления только молекулы воды и некоторых солей проходят через мембрану, а другие вещества задерживаются в фильтруемом растворе.

1.1. Мембранная очистка воды на основе обратного осмоса. Это самый высококачественный уровень фильтрации, который занимает ведущую позицию в области очистки воды на рынках различных стран. При определенном давлении, вода проходит через полупроницаемую мембрану, размер пор в которой менее 0,0001 мкм, из более концентрированного в менее концентрированный раствор, то есть в обратном для осмоса направлении. Таким образом, мембрана пропускает воду, но не пропускает большинство растворенных в ней веществ, благодаря этому из воды можно удалить 99,5% примесей. Обратноосмотическая вода по составу сопоставима с дистиллированной. Этот метод требует наиболее тщательной предочистки: крупные частицы могут забивать поры мембран. Способ обратного осмоса, мембранного обессоливания воды, позволяет отфильтровывать практически все загрязнения: и органические, и неорганические.

1.2. Нанофильтрация. Мембранная установка водоподготовки отфильтровывает более крупные частицы нежели обратный осмос. Их размер измеряется нанометрами, поэтому у метода такое название. Мембрана имеет более крупные и проницаемые поры (0,0001 до 0,001 мкм) и менее плотный селективный слой, т.е. занимает промежуточную стадию между обратным осмосом и ультрафильтрацией. Такие мембраны полностью задерживают крупные органические молекулы, очищают воду от белковых включений, тяжелых металлов, коллоидов, пестицидов. Кроме удаления вредных примесей, происходит дезинфекция и обеззараживание воды без применения реагентов,

наномембрана не дает проникнуть в воду простейшим вирусам, бактериям. Наночистка идеально удаляет цветность. Главным плюсом считается высокоэффективная борьба с хлорсодержащими остатками. При наночистке вода очищается на 85%, т.е. в ней остаются полезные для организма микроэлементы и минералы, а вредоносные удалены. Наночистка фактически не имеет альтернатив для снижения содержания воды с высокими показателями жесткости. Преимущество наночистки для питьевой водоподготовки – удаляются все загрязнители, вода существенно смягчается, но не до полного обессоливания:

- вода является физиологически полноценной, т.е. поддерживает водно-солевой баланс организма;
- вода приятна на вкус из-за оптимального содержания

1.3. Ультрачистка. Это один из популярных мембранных методов и одна из последних новых технологий очистки воды. Это самый прогрессивный метод, позволяющий устранить из воды практически 100% всех примесей, но для его применения вода требует предварительной очистки.

Воду пропускают через мембрану с размером пор 0,001-0,1 мкм под определенным давлением. При помощи ультрачистки можно избавиться от механических примесей и осадков в воде, метод позволяет ликвидировать коллоидные примеси, бактерии, вирусы, органические макромолекулы.

1.4. Микрочистка. Этот мембранный метод очистки воды сопоставим с ультрачисткой по принципу действия, но есть и отличие. Оно заключается в том, что мембрана при ультрачистке имеет асимметричное строение, а при микрочистке – все определяет её толщина. В этом способе очистки размер пор составляет от 0,01 до 1,0 мкм. Это позволяет отфильтровывать мелкие взвешенные частицы, цисты простейших микроорганизмов, большие бактерии, коллоиды, эмульсии и водоросли.

2. Ультрафиолетовое обеззараживание.

Доступная и эффективная альтернатива большинству технологий, применяемых в современной водоочистке – ультрафиолетовое обеззараживание

или очистка воды ультрафиолетом [2]. Ультрафиолетовые лампы, которые устанавливаются в современных обеззараживателях для воды, генерируют излучение в диапазоне от 200 до 295 мкм. Именно такая длина волн УФ-излучения является бактерицидной. Метод используют в комплексной водоподготовке, а основная функция обеззараживания воды ультрафиолетом – удаление бактерий и других болезнетворных микроорганизмов.

Благодаря безопасности и отсутствию побочных эффектов, УФ-установки используют вместо хлорирования.

Преимущества метода

- Современное оборудование для УФ-обеззараживания позволяет уничтожать до 99% микробов и бактерий, не оказывая негативное влияние на человека и окружающую среду.
- Не изменяет минерально-солевой состав, цвет и вкус питьевой воды.
- Не используются химические вещества, такие как хлор или озон, что делает метод экологически чистым и безвредным для здоровья.

Недостаток метода – он не эффективен против загрязнений химическими веществами или тяжелыми металлами, поэтому для полной очистки нужно использование других методов.

Вывод. Инновационные технологии очистки воды играют важную роль в сохранении питьевых водных ресурсов и обеспечении здоровья человечества. Каждый из методов очистки воды имеет свои преимущества и недостатки. Наиболее эффективный подход к очистке воды – это комбинированное использование нескольких методов. Это позволит максимизировать эффективность процесса, при этом минимизировать его недостатки.

Литература

1. Рябчиков, Б.Е. Современные методы подготовки воды для промышленного и бытового использования – М.: ДеЛиПринт, 2004. – 328 с. – Текст: непосредственный.

2. Журавлевич, Н.Е. Обеззараживание питьевой воды: метод. рекомендации / Н. Е. Журавлевич. – Минск: БГМУ, 2017 г. – 26 с. – Текст: непосредственный.

Меркуленко Виктория Александровна, студентка группы ИЗОС-8а ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»:286123, ДНР, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: merculenko.v.a-izos-8a@donnasa.ru

Лошакова Валентина Михайловна, ассистент кафедры «Физика и прикладная химия» ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»;286123, ДНР, г. Макеевка, ул. Державина,2.

e-mail: v.m.loshakova@donnasa.ru

INNOVATIVE WATER PURIFICATION TECHNOLOGIES

Annotation. The article discusses some of the effective innovative water purification technologies that have practical applications and allow providing the population with high-quality water.

Keywords: water purification, membrane, osmosis, filtration, disinfection, ultraviolet.

Merkulenko Victoria Alexandrovna, a student of the IZOS-8a group of the Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, Derzhavin str., 2, Makeyevka, 86123, DPR, Russia, 86123.

e-mail: merculenko.v.a-izos-8a@donnasa.ru

Loshakova Valentina Mikhailovna, Assistant of the Department of Physics and Applied Chemistry, Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, Derzhavin str., 2, Makeyevka, 86123, DPR, Russia, 86123.

e-mail: v.m.loshakova@donnasa.ru





УДК 631.8

Кондратьева С.А.,

студ. группы ЛА-4а, ФГБОУ ВО «ДонНАСА»

Научный руководитель: к.т.н., доцент

Самойлова Е.Э.,

доцент кафедры «Физика и прикладная химия»,

кафедры «Техносферная безопасность»,

ФГБОУ ВО «ДонНАСА»

ЧАЙНЫЙ ГРИБ И ЕГО ХИМИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ

Аннотация. Рассмотрен химический состав чайного гриба, его биологические свойства и польза для здоровья человека. Описан процесс размножения и выращивания чайного гриба.

Ключевые слова: чайный гриб, свойства, польза, уход.

Введение. Чайный гриб получил широкое распространение в быту населения бывшего Советского Союза и других стран: Чехии, Италии и др. Первые сведения о чайном грибе появились в 1913 г., а более углубленные научные данные – в 40-е годы XX в. Эти сведения были, как правило, случайными и бессистемными, часто противоречивыми. Все полученные данные в силу своей отрывочности не могли дать обобщенное представление об этой культуре и ее ценных свойствах. Несмотря на наличие фактов, подтверждающих научно-практическую ценность культуральной жидкости чайного гриба и повышение интереса ряда ученых мира к этой культуре, она все же не получила практического применения ни в биологии, ни в медицине.

Постановка задачи. Исследование будет включать в себе анализ химического состава чайного гриба, изучение его биологических свойств,

оценку влияния на организм человека, исследование методов размножения и выращивания, а также оценку потенциального использования в медицине и кулинарии.

Результаты. В рамках данной работы рассматриваются:

1. Общее представление и чайном грибе.

Биологически чайный гриб (медузомицет, комбуча) представляет собой сообщество нескольких организмов - дрожжевых грибков и уксуснокислых бактерий. Дрожжевые грибы очень похожи на те, которые обитают в вытекающем соке коры дуба, на поверхности мягких плодов или забродивших плодово-ягодных соках. Верхняя часть колонии блестящая, плотная, а нижняя имеет вид многочисленных свисающих нитей и выполняет роль ростовой зоны. Гриб представляет собой толстую слоистую слизистую плёнку, плавающую на поверхности жидкой питательной среды (сладкого чая, сока); состоит из культуры двух микроорганизмов: дрожжеподобного гриба (*Schizosaccharomyces ludwigii*) и бактерий (чаще *Acetobacter xylinum*). Дрожжи сбраживают сахар с образованием винного спирта и углекислоты, а бактерии окисляют этиловый спирт в уксусную кислоту. Жидкость (обычно 4—6 %-й раствор сахара в слабом чае) приобретает кисло-сладкий вкус и превращается в слегка газированный напиток — чайный квас. Через 6-8 дней получается освежающий, слегка алкогольный напиток приятного кисло-сладкого вкуса. Настой чайного гриба активно взаимодействует с пищей в желудке, поэтому не рекомендуется пить его непосредственно перед едой, во время еды и сразу после еды, иначе можно очень быстро ощутить чувство голода. Пить настой чайного гриба рекомендуется не ранее чем через два часа после вегетарианской пищи и через три-четыре часа после пищи мясной по 1/2 стакана.

2. Уход за чайным грибом.

Для развития гриба необходим раствор чая с сахаром. Воду для раствора слегка подогревают, растворяют в ней сахар и затем, уже остывший, доливают в банку. Нельзя сыпать сахар прямо в банку, так как можно нанести ожог

слизистой оболочке гриба, в результате чего он погибнет. Для приготовления 1 л напитка достаточно 2 ч. ложек сухого чая и 50-100 г сахара.

Через каждые 10 дней на поверхности гриба образуется тонкая и нежная слизистая пленка – очередной слой. Для размножения чайного гриба берут 1-2 новообразовавшихся слоя или небольшие кусочки его старых слоев. «Посадочный» материал переносят в банку емкостью 2-3 л, предварительно заполненную отфильтрованным подслащенным чаем. Банку закрывают марлей в 2-3 слоя, и помещают в теплое помещение, где температура 25-30°. Через 2 недели настой готов.

Весной и летом гриб растет быстрее, чем осенью и зимой. Оптимальная температура для чайного гриба 25 градусов. Для него вредны прямые солнечные лучи, поэтому лучше держать его в тени. Температура ниже 17 градусов также вредна, так как снижает активность гриба и в нем может завестись сине-зеленные водоросли. Настой чайного гриба следует сливать каждые 5-6 дней зимой и через 2-4 дня летом.

Чайный гриб необходимо регулярно промывать чистой прохладной водой, в летний периоды это нужно делать через 1-2 недели, а зимой каждые 3-4 недели. Если чайный гриб перестоит в растворе, то верхняя пленочка начинает буреть. Это верный признак, что гриб начинает погибать из-за несвоевременного подкармливания. Если вы слишком долго не использовали и не употребляли настой, и он стал очень кислым, вылейте его, промойте гриб холодной водой, залейте на ночь теплой кипяченой водой, чтобы вышла лишняя кислота, а утром вылейте ее и снова залейте гриб сладким чаем.

Целебные свойства повышаются с ростом гриба и увеличением количества сахара в жидкости приблизительно на 10 проц. Если про чайный гриб вовсе забыть, то вся жидкость может испариться. Но гриб оживет, как только его зальют сладкой водой или чаем.

3. Полезные свойства.

В Японии гейши пили чайный гриб для сохранения стройности фигуры, уксусною кислотою из него выводили бородавки, коричневые пятна на лице и на

теле, полоскали волосы после мытья для шелковистости и блеска, а также для укрепления волос и избавления от седины. В Индии таким уксусом укрепляли краски на тканях, готовили напиток, утоляющий жажду, обмывали младенцев с проблемной кожей. В Индонезии употребляли при различных отравлениях.

4. Лечебные свойства.

Чайный гриб обладает антибиотическими и противовоспалительными свойствами, снижает давление и холестерин, улучшает пищеварение, помогает при ревмокардите и полиартрите. Он эффективен при лечении ангин, тонзиллитов, насморка, энтеритов, колитов и дизентерии. Однако не рекомендуется при язве желудка, подагре и повышенной кислотности. Чайный гриб также полезен при гастрогенном энтерите, спастическом колите, запорах, склерозе и гипертонии.

Настой чайного гриба тонизирует, успокаивает, снижает умственное утомление. Очень полезно пить его утром и вечером с профилактическими целями: выпитый натощак настой подготовит вашу пищеварительную систему к дневной нагрузке, а принятый перед сном - продезинфицирует желудок, успокоит нервы и улучшит сон.

5. Химический состав и физико-химические свойства чайного гриба.

Известно, что при спиртовом и уксуснокислом брожениях, помимо спирта и уксусной кислоты, образуются также различные органические кислоты и другие продукты. При указанных видах брожения получают промежуточные вещества, где важная роль отводится фосфорной кислоте: она участвует в промежуточных этапах брожения и образует сложные эфиры фосфорной кислоты, которые переходят в свободную пировиноградную кислоту, а последняя - в уксусный альдегид и углекислоту. При этом как дрожжи, так и уксусные бактерии могут участвовать в синтезе витаминов.

В настое был обнаружен спирт, уксусная, глюконовая кислота и кофеин. По более поздним сведениям в настое чайного гриба, кроме указанных кислот, были установлены щавелевая, лимонная, молочная, койевая кислоты, витамин С и следы витамина D. Кроме того, определены следы дубильных веществ,

полисахариды типа целлюлозы, альдегиды, жироподобные вещества, жировые и смолистые вещества, алкалоиды, глюкозиды, ферменты зимаза, протеаза, левансахароза.

В 15-дневном настое чайного гриба обнаружено 0,65 мг % витамина С, а в 6-месячном – 4,4 мг %. При анализе 100 мл настоя чайного гриба обнаружено: лимонной кислоты 2,4 мг, яблочной – 15,2, летучих кислот в пересчете на уксусную кислоту – 226 мг, пировиноградной – 12 мг. Были установлены дубильные вещества в количестве 0,08 % и белки – 5,24 %.

Эти показатели даны соответственно с применением настоя черного чая, что касается настоя чайного гриба с применением зеленого чая, то здесь данные существенно меняются в лучшую сторону. Также лучшие результаты даёт замена сахара мёдом.

Выводы. Исследования показывают, что чайный гриб может оказывать положительное влияние на организм, улучшая пищеварение, иммунную систему и общее состояние.

Литература

1. Бруслик, Н.Л. Сравнительная характеристика амилолитической активности грамположительных бактерий / Н.Л. Бруслик, А.Р. Каюмов, М.И. Богачев, Д.Р. Яруллина // Вестник ВГУ, Серия: Химия. Биология. Фармация – 2014 – № 2 – 47–51 с.
2. Галич, И.П. Амилазы микроорганизмов / И.П. Галич – Киев: Наукова думка, 2000 – 195 с.
3. Грачева, И.М. Технология ферментных препаратов / И.М. Грачева – М.: Агропромиздат, 2008. – 358 с.
4. Даниелян, Л.Т. Чайный гриб (Kombucha) и его биологические особенности / Л.Т. Даниелян – М.: Медицина, 2005. — 176 с.
5. Колб, В.Г. Справочник по клинической химии / В.Г. Колб, В.С. Камышников – Минск: Беларусь, 1982. – 234 с.
6. Костылева, Е.В. Разработка биотехнологического процесса получения комплексных ферментных препаратов термостабильной α -амилазы и протеазы

на основе нового мутантного штамма *Vacilluslicheniformis*: дис ... канд. техн. наук: 05.18.07 / Костылева Елена Викторовна. – М., 2003 – 157 с.

Кондратьева Светлана Александровна, студентка группы ЛА-4а, ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 86123, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: kondrateva.c.a-la-4a@donnasa.ru

Научный руководитель:

Самойлова Елена Эдуардовна, к.т.н., доцент кафедры физики и прикладной химии, ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 86123, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: e.e.samojlova@donnasa.ru

KOMBUCHA AND ITS CHEMICAL AND BIOLOGICAL FEATURES

Annotation. The chemical composition of kombucha, its biological properties and benefits for human health are considered. The process of reproduction and cultivation of kombucha is described.

Keywords: kombucha, properties, benefits, cultivation.

Kondratieva Svetlana Alexandrovna, student of the LA-4a group, Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, Derzhavin str., 2, Makeyevka, 86123, DPR, Russia, 86123.

e-mail: kondrateva.c.a-la-4a@donnasa.ru

Scientific supervisor:

Elena Eduardovna Samoilova, Ph.D., Associate Professor of the Department of Physics and Applied Chemistry, Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, Derzhavin str., 2, Makeyevka, 86123, DPR, Russia, 86123.

e-mail: e.e.samojlova@donnasa.ru



УДК 620.193

Анчукова С.Н.,

студ. группы ХБиГ-41, ФГБОУ ВО «ЕГУ им. И.А. Бунина»

Научный руководитель: к.т.н., доцент

Фортунова Н.А.,

доцент кафедры физики, радиотехники и электроники

ФГБОУ ВО «ЕГУ им. И.А. Бунина»

АНТИКОРРОЗИОННАЯ ЗАЩИТА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ТРУБНЫХ СТАЛЕЙ

Аннотация. Данная работа посвящена рассмотрению вопросов противокоррозионной (ингибиторной) защиты сварных соединений трубных сталей, полученных при различных режимах сварки. В качестве ингибиторов коррозии используются отходы химических производств.

Ключевые слова: ингибиторная защита, сварное соединение, коррозионное разрушение.

Введение. Ежегодные потери произведенного в мире металла от коррозионно-механических разрушений составляет порядка 25%. Увеличивается количество повреждений трубопроводов, особенно на нефтегазопромышленных, нефте- и газоперерабатывающих производствах, при транспорте газа и нефти. Статистика разрушений свидетельствует, что более чем 80% их происходит в зонах сварных швов.

Постановка задачи. Большое количество сварных конструкций работает в условиях механических нагрузений при действии агрессивных рабочих сред. Основными причинами коррозионного разрушения трубопроводов являются

коррозионное (часто сероводородное) растрескивание – КР, водородная хрупкость (ВХ) и явление усталости (как многоциклового, так и малоциклового).

Малоцикловая водородная (МЦВУ) и коррозионная (МЦКУ) усталость характерны для агрессивных сред (нейтральных, кислых, которые содержат стимуляторы коррозии, наводороживания, например, сероводород). Последний на порядок увеличивает скорость коррозии и водородной окклюзии.

Коррозии сварных соединений способствуют: электрохимическая гетерогенность металла ($\Delta\phi$ составляет для основного металла – сварного шва – 20-30 мВ, для околошовной зоны – основной металл – 15-20 мВ), структурная неоднородность этой зоны и внутренние напряжения 1 рода.

Сварные соединения трубных сталей требуют противокоррозионной защиты не только при эксплуатации, но и при изготовлении труб, например, в процессе их химической (электрохимической) обработки.

Введением в травильные растворы ингибиторов можно практически прекратить наводороживание стали, уменьшить возникновение дефектов поверхности, в том числе в зоне термического соединения сварных труб, снизить общую коррозию стали (экономия металла составляет 1,5-7,5 кг/т труб) и затраты кислот. При этом затраты ингибитора (Ин) составляют 0,02-0,4 кг/т травильного металла. В большинстве это дорогие и дефицитные противокоррозионные материалы.

В этой работе используется противокоррозионная (ингибиторная) защита сварных соединений трубных сталей 16ГФР и 15Г2АФЮ (табл. 1) с помощью ингибиторных композиций (2г/л) на базе отходов химических производств – кубового отхода первой дистилляции цеха регенерации ϵ - капролактама - К с синергетическими добавками – ПЧСА (полимерные четвертичные соли замещенного аммония) и би- (Д) и тригетероциклическими (Д') азот- и серосодержащие органические соединения (К: ПЧСА: Д: Д'=1,6:0,2:0,1:0,1). Химический состав стали приведен в табл. 1.

Таблица 1. Химический состав стали, % мас.

Сталь	C	Mn	Si	Cr	Ni	V	Cu	P	S
16ГФР	0,17	0,99	0,40	0,35	0,27	0,09	0,25	0,026	0,028
15Г2АФЮ	0,14	1,32	0,15	0,26	0,28	0,11	0,30	0,030	0,030

В табл. 1 приведены механические характеристики сварных швов исследуемой стали.

Таблица 1. Механические характеристики

	Сталь	Присадочный материал	Режим сварки	σ_B МПа	$\sigma_{0,2}$ МПа	δ , %
а	16ГФР	СВ1ОНМ	Сварка с объемным термоупрочнением (ОТУ)	820	690	17
б			Сварка без ОТУ	550	400	-
а	15Г2АФЮ	СВ08ГН+СВ08ГНМ	Сварка с охлаждением (О)	570	435	30
б			Сварка без охлаждения	570	425	30

Противокоррозионную активность ингибитора определяли по комплексной системе электрохимическими способами и проводили физико-химические испытания на КР, МЦКУ и МЦВУ. Рассчитали также поляризационное сопротивление R_p .

Результаты экспериментов приведены на рис.1.

Результаты. ОТУ стали 16ГФР в 2,5 раза уменьшает ток электрохимической коррозии, но в 2 раза увеличивает скорость химической коррозии. Электрохимические параметры коррелируют с коэффициентами ингибирования. Наиболее высокие значения поляризационного сопротивления (R_p) наблюдаются при ингибировании стали с ОТУ и О. Ингибирующие композиции с синергетическими добавками ведут себя как ингибиторы с преимущественно блокирующим эффектом, который увеличивается при ОТУ и особенно – О (на порядок).

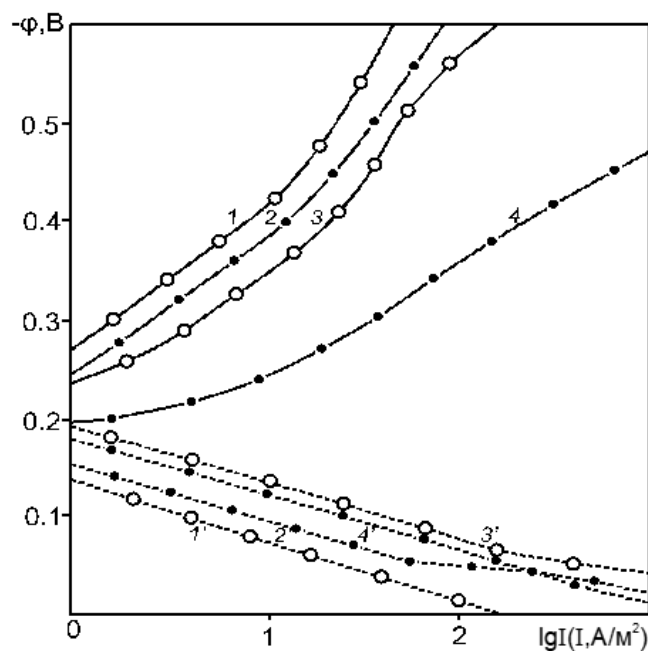


Рисунок 1. Поляризационные катодные (1-4) и анодные кривые (1'-4') сварных соединений стали 16ГФР в HCl из H₂S (1,7 г/л) с Ин (2 г/л) на вторичном сырье (К) с синергетическими добавками; 1,1' – после ОТУ, 2,2' – без ОТУ, с Ин; 3,3' – после ОТУ, без Ин; 4,4' – без ОТУ, без Ин

Эффективность технологии сварки с ОТУ больше, чем О (в 4,8 раз) с катодной реакцией, а О – с реакцией химической коррозии (превышает показатель при ОТУ в 8 раз). Ингибирование повышает технологичность режима сварки ОТУ в 4 раза, а О – в 68 раз.

Литература

1. Алибекова, Е. В. Коррозия и защита металлов: учебное пособие / Е.В. Алибекова, С. Я. Алибеков, Н. Г. Крашенинникова; Поволжский государственный технологический университет. – Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2022. – 468 с. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=703521> (дата обращения: 02.02.2024). – Текст: электронный.

2. Кушнарченко, В. Натурные испытания и контроль конструкций при воздействии коррозионных сред : учебное пособие / В. Кушнарченко, Ю. Чирков, Е. В. Кушнарченко ; Оренбургский государственный университет. – Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2017. – 163 с. – URL:

<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=481781> (дата обращения: 10.03.2024). – Текст: электронный.

3. ГОСТ Р 9.905-2007 (ИСО 7384:2001, ИСО 11845:1995) Единая система защиты от коррозии и старения (ЕСЗКС). Методы коррозионных испытаний. Общие требования. – М.: Стандартинформ, 2007. – 16 с. – Текст: непосредственный.

Анчукова Софья Николаевна, студентка группы ХБиГ-41, Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования «Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина», 399770, Липецкая обл., г. Елец, ул. Коммунаров, д. 28.

e-mail: radio@elsu.ru

Научный руководитель:

Фортунова Наталия Александровна, к.т.н., доцент, доцент кафедры физики, радиотехники и электроники, Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования «Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина», 399770, Липецкая обл., г. Елец, ул. Коммунаров, д. 28.

e-mail: fortuna@elsu.ru

ANTI-CORROSION PROTECTION OF WELDED JOINTS OF PIPE STEEL

Annotation. This work is devoted to the consideration of issues of anticorrosion (inhibitor) protection of welded joints of pipe steels obtained under various welding modes. Chemical production wastes are used as corrosion inhibitors.

Keywords: inhibitor protection, welded joint, corrosion destruction.

Anchukova Sofya Nikolaevna, student of the KhBiG-41 group, Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Bunin Yelets State University”, 399770, Lipetsk region, Yelets, Kommunarov str., 28.

e-mail: radio@elsu.ru

Scientific adviser:

Fortunova Natalia Aleksandrovna, Ph.D., Associate Professor, Associate Professor of the Department of Physics, Radio Engineering and Electronics, Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Bunin Yelets State University”, 399770, Lipetsk region, Yelets, Kommunarov str., 28.

e-mail: fortuna@elsu.ru





УДК 621.873

Михайлова А.П.,

студ. группы ЭП-231, ФГБОУ ВО «СГУВТ»

Пустовалова Е.Е.,

студ. группы ЭП-231, ФГБОУ ВО «СГУВТ»

Научный руководитель: к.т.н., доцент

Пахомова Л.В.,

доцент кафедры Технической механики и

подъемно-транспортные машины,

ФГБОУ ВО «СГУВТ»

КОМПОЗИЦИОННЫЕ И НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ В КРАНОСТРОЕНИИ

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы применения композиционных и неметаллических материалов.

Ключевые слова: Композиты, краностроение, композиционные материалы.

Введение. Композиционные материалы, или композиты – материалы, созданные из двух, или более, материалов, отличающихся друг от друга, или от результирующего материала химическими или механическими свойствами. Композиционные материалы уже давно и плотно используются в промышленных и бытовых целях, самый простой пример – бронза. Сплав мягких металлов, который в последствии использовался повсеместно, от создания мечей, до брошей для волос.

В современном времени, получили распространение различные полимеры, состоящие из в том числе знакомого нам пластика. Они используются для изготовления труб, упаковок и многих других нужных предметов.

Применение композиционных материалов в краностроении.

Инженеры и проектировщики кранов массово применяют полимерные композиционные материалы, в виду их преимуществ. Для деталей, которые могут быть подвержены различному химическому воздействию со стороны смазки или масла, такие как зубчатые и червячные колеса, подшипники скольжения, фильтры масляных и водных систем, тормозные колодки, накладки, резервуары используют различные производные пластмасс. Эти узлы и детали требуют от материала износостойкости, устойчивости к химическим воздействиям, высокой ((удельной) или отношения прочности к плотности) прочности и герметичности итоговой формы и все из этого способны дать композиционные материалы на основе полимеров.

Различные изоляционные материалы, так же делаются из полимеров, из чего следует, что в кране вся электрическая часть делается с использованием композитов, т.к. некоторые из них являются диэлектриками, дешевыми и легкими в производстве. Так же корпуса всех электрических компонентов, так же делаются из различных пластмасс.

Так же стоит упоминание железобетона, так же композитного материала, при закладке фундамента для кранов. Его используют ввиду его высокой механической прочности, высокого сопротивления нагрузкам, стойкости к окислению и коррозии.

Осветительные приборы, как и окна делаются из оргстекла, которое является композитом и пользуется спросом ввиду своей светопропускаемости, простоты изготовления на фоне обычного стекла, а также дешевизны.

Уплотнители, шины для машинных кранов и различные шланги, являются важными частями кранов и так же являются композиционными материалами, а конкретнее в основном делаются из резины и силикона.

Так же не стоит забывать про саму кабину крана, в которой огромная часть «интерьера» является композитами, рычаги, педали, навершие металлических рычагов, кнопки, сиденье и еще множество вещей, являются производными от

пластмасс, или других композиционных материалов, которые упрощают или облегчают жизнь работнику крана.

Если отступить от полимеров, то стоит упомянуть сплавы, которые тоже являются композиционными материалами (*здесь можно уточнить о различии, но при этом близости композитов и композиционных материалов*), в частности самый используемый и популярный – сталь, без которого не обходится не то, что краностроение, но и любая тяжелая промышленность (*можно вырезать эту строчку, ввиду отступления от темы, но для количества, оставляю*). В кране сталь используется повсеместно, башня, корпус, различные несущие конструкции, детали механизмов и ходовой части. Так же во всех остальных видах кранов, сталь является основным материалом. Сталь является таким популярным металлом ввиду своих неоспоримых качеств, таких как: Прочность, способность к формоизменению, устойчивость к нагрузкам на растяжение, тепло и токопроводимость, ремонтпригодность и др.

Основные преимущества композиционных материалов:

- Многофункциональность;
- Устойчивость к коррозии;
- Устойчивость к химическим воздействиям;
- Высокая прочность;
- В некоторых видах – дешевизна.

Основные недостатки композиционные материалы:

- Так же, в некоторых видах – дороговизна;
- Полимерная усадка;
- Сложность изготовления некоторых видов;
- Цветостойкость.

Далее приведены примеры композиционных материалов в кранах (рисунки 1-4).



Рисунок 1. Композитная тормозная колодка



Рисунок 2. Крановые шины



Рисунок 3. Фонарь (фара) крана



Рисунок 4. Стальной башенный кран

Заключение. Применение композиционных материалов в краностроении давно стало нормой и широко распространено, ввиду качеств самих материалов. Эти материалы являются самой основой краностроения, также они облегчают производство кранов, а также улучшают само эксплуатирование техники, ровно, как и делают его надежнее.

Литература

1. Вольмир, А.С. Механика полимеров. Применение конструкционных пластмасс в производстве летательных аппаратов / А.С. Вольмир, В.Ф. Павленко, А.Т. Пономарев. – М., 1971. – 190 с. – Текст: непосредственный.

2. Голосов, А.А. Применение композитных материалов в элементах металлоконструкции крана / А.А. Голосов, С.Л. Заярный // Инновационная наука. 2016. №6-2. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-kompozitnyh-materialov-v-elementah-metallokonstruktsii-krana> (дата обращения: 26.03.2024). – Текст: электронный.

Михайлова Анастасия Павловна, студентка группы ЭП-231, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный университет водного транспорта», 630099, Новосибирск, ул. Щетинкина, 33.

Пустовалов Евгений Евгеньевич, студент группы ЭП-231, ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет водного транспорта», 630099, Новосибирск, ул. Щетинкина, 33.

Научный руководитель:

Пахомова Людмила Владимировна, к.т.н., доцент, доцент кафедры «Техническая механика и подъемно-транспортные машины», ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет водного транспорта», 630099, Новосибирск, ул. Щетинкина, 33.

e-mail: pahomova_l_v@mail.ru

COMPOSITE AND NON-METALLIC MATERIALS IN CRANE CONSTRUCTION

Annotation. The article discusses the application of composite and non-metallic materials.

Keywords: Composites, crane construction, composite materials.

Mihailova Anastasia Pavlovna, student of the EP-231 group, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Siberian State University of Water Transport», 630099, Novosibirsk, Shchetinkin str., 33.

Pustovalov Evgeniy Evgenievich, student of the EP-231 group, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Siberian State University of Water Transport», 630099, Novosibirsk, Shchetinkin str., 33.

Scientific supervisor:

Pahomova Lyudmila Vladimirovna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Technical Mechanics and Lifting and Transport Machines Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Siberian State University of Water Transport», 630099, Novosibirsk, Shchetinkin str., 33.

e-mail: pahomova_l_v@mail.ru





УДК 621.43

Тарасевич В.А.,

студ. группы ААХ-29а, ФГБОУ ВО «ДонНАСА»

Научный руководитель: к.х.н., доцент,

Фролова С.А.,

зав. каф. «Физика и прикладная химия»,

ФГБОУ ВО «ДонНАСА»

АНАЛИЗ ПОРШНЕВОЙ ГРУППЫ

Аннотация: Рассмотрена поршневая группа как одна из ключевых частей двигателя внутреннего сгорания. Изучена конструкция и принципы работы поршневой группы и материалы для изготовления различных ее частей, способствующих повышению надёжности и долговечности узла.

Ключевые слова: двигатель внутреннего сгорания, поршень, поршневые кольца, поршневые пальцы, цилиндры.

Введение. Поршневая группа двигателя внутреннего сгорания является одним из ключевых элементов, определяющих его работу и эффективность. Именно она обеспечивает передачу энергии, создаваемой в результате сгорания топлива, на вал коленчатого механизма.

Поршневая группа – это одна из ключевых частей двигателя внутреннего сгорания. Она состоит из поршня, поршневого пальца, поршневых колец и цилиндра. Рассмотрим каждую составляющую более подробно.

Цилиндр – это пространство, через которое перемещается поршень, приводимый в движение энергией, вырабатываемой при сгорании воздушно - топливной смеси в камере сгорания.

В двигателе с воздушным охлаждением стенки цилиндров подвергаются воздействию воздушного потока, обеспечивая основной метод охлаждения двигателя. Большинство двигателей с воздушным охлаждением имеют ребра охлаждения на цилиндрах, и каждый цилиндр имеет отдельный кожух, чтобы максимально увеличить площадь поверхности, доступную для охлаждения. Современные двигатели могут иметь от 2 до 16 цилиндров, которые объединены в блок цилиндров. От количества цилиндров зависит мощность ДВС. Цилиндры изготавливают из чугуна или стали с различными присадками. Это нужно для того, чтобы детали могли выдержать высокие нагрузки. Сегодня блоки цилиндров чаще всего производят из алюминия, а внутренние части цилиндров – из стали, благодаря чему вес конструкции снижается [1].

В любом поршневом двигателе внутреннего сгорания присутствует деталь, соединяющая поршень с верхней головкой шатуна — поршневой палец. В поршневых двигателях внутреннего сгорания передача и преобразование сил, возникающих при сгорании топливно-воздушной смеси в цилиндре, осуществляется поршневой группой и кривошипно-шатунным механизмом. К основным деталям этих систем относятся поршень и шатун, имеющие шарнирное соединение, благодаря которому достигается возможность отклонения оси шатуна от оси поршня при его движении между верхней и нижней мёртвыми точками. Реализуется шарнирное соединение поршня и шатуна с помощью простой детали – поршневого пальца.

Поршневой палец решает две ключевые задачи:

- выступает в качестве шарнира между поршнем и шатуном;
- обеспечивает передачу сил и моментов от шатуна на поршень при запуске двигателя и от поршня на шатун при работе двигателя.

То есть, поршневой палец не просто связывает поршень и шатун в единую систему (в которую также входит коленчатый вал), но и вообще обеспечивает согласованную работу поршневой группы и кривошипно-шатунного механизма двигателя. Поэтому любые неисправности или износ пальца негативно сказываются на работе всего силового агрегата, требуя скорейшего ремонта.

Все используемые в настоящее время поршневые пальцы имеют принципиально одинаковую конструкцию: в общем случае это полый стальной стержень с относительно тонкими стенками, установленный в бобышках поршня и верхней головке шатуна. На торцах пальца снимаются фаски (наружная и внутренняя), которые обеспечивают простой монтаж детали в поршень или шатун, а также предотвращают повреждение других деталей при случайном контакте с ними.

При этом в пальцах могут выполняться различные вспомогательные элементы: вывод внутренних стенок в конус от центра наружу с целью облегчения пальца с сохранением его прочности; внутренние кольцевые пояски в центральной части пальца для его упрочнения; боковые поперечные отверстия для жёсткой фиксации пальца в бобышке поршня.

Как уже указывалось, поршневой палец (ПП) располагается в поршне и верхней головке шатуна, соединяя эти детали в одну систему. В поршне под данную деталь предусмотрено два расширения с поперечными отверстиями – бобышки. Существует два конструктивных варианта шарнира между поршнем и шатуном:

- с «плавающим» пальцем;
- с запрессованным в шатун пальцем.

Наиболее просто реализуется вторая схема: в этом случае ПП запрессовывается в верхнюю (неразъемную) головку шатуна, что предотвращает его осевое смещение, а в бобышках поршня он располагается с некоторым зазором, что обеспечивает возможность проворачивания поршня относительно ПП во время работы силового агрегата на всех режимах.

Поршневые пальцы изготавливаются из мягких конструкционных углеродистых и некоторых легированных (обычно хромистых и иных) сталей. Наружная поверхность и небольшой поясок на торце деталей из малоуглеродистых сталей подвергается цементации и закалке на глубину до 1,5 мм. После термической обработки наружная поверхность ПП подвергается шлифовке. Закалка детали обеспечивает высокую устойчивость её наружной

поверхности к износу, при этом вязкость внутренних слоёв стенки сохраняет способность пальца противостоять ударным нагрузкам и вибрациям. Шлифовка поверхности устраняет зоны с опасными напряжениями, которые во время работы двигателя могут привести к появлению задиров, наклёпов или даже разрушения деталей [2].

Поршневые кольца являются неотъемлемыми элементами цилиндро-поршневой группы двигателя. Они представляют собой детали в форме незамкнутой окружности, установленные с минимальным зазором в специальные канавки на внешних поверхностях поршней. Основная функция поршневых колец состоит в придании необходимого радиального давления для поддержания уплотнения между поршнем и цилиндром.

Различают два вида поршневых колец: компрессионные и маслосъемные. Они обеспечивают герметичность камеры сгорания, участвуют в передаче тепла от поршня к гильзе цилиндра, а также поглощают часть поршневых колебаний из-за боковой тяги.

Маслосъемное кольцо. Благодаря маслосъемному кольцу с компрессионных колец, поршня и внутренней стенки цилиндра удаляется лишнее моторное масло.

После его прохода на поверхностях остаётся небольшая масляная плёнка (толщиной в несколько микрон). В канавке маслосъемного кольца предусмотрены прорезы или радиальные отверстия, по которым излишки масла возвращаются в поддон.

Для производства поршневых колец используются высокопрочные виды чугуна или нержавеющей стали. Предел прочности и теплостойкость стали выше, однако чугунные изделия дешевле, обеспечивают более лёгкую и быструю приработку.

Верхние компрессионные поршни из стали чаще всего обрабатываются оловом или пористым хромом (сталь становится легированной).

Функции поршневых колец:

- Компрессия. Уплотняющие кольца поддерживают изоляцию камеры сгорания от картерного пространства, что способствует более эффективному сжатию топлива.
- Экономия расхода масла. Маслосъемные кольца снимают часть масла со стенок цилиндра во время работы двигателя, благодаря чему оно не попадает в камеру сгорания.
- Теплообмен. При сгорании топливно-воздушной смеси температура внутри камеры достигает примерно $+300\text{ }^{\circ}\text{C}$. Кольца отводят тепло к цилиндру во избежание повреждения поршня из-за перегрева.
- Снижение горизонтальных колебаний поршня. Благодаря плотной посадке кольца не дают поршню перемещаться в горизонтальном направлении, что предотвращает износ ЦПГ [3].

Поршень – один из ключевых элементов двигателя внутреннего сгорания. На него подаётся тепловая энергия, которая вырабатывается во время горения топлива, а он преобразует её в механический процесс – вращает коленвал.

Как работает поршень в ДВС?

Поршень ходит по цилиндрам. В процессе горения топливно-воздушной смеси выделяются газы. Они оказывают давление на поршень и приводят его в поступательное движение.

1. Поршень поднимается, горючая смесь сжимается. За счёт этого увеличивается температура (до $1800\text{--}2000^{\circ}\text{C}$) и усиливается давление. Так, движение поршня вверх создаёт условия для сгорания бензина.

2. Поршень опускается, газы расширяются. На этом этапе формируется сила, которая затем превращается в механическую энергию.

Ещё одна функция поршня – уплотнение камеры сгорания, обеспечение её герметичности. Для нормальной работы важно, чтобы туда не попадали масла и газы. Поршень же имеет почти форму цилиндра, за счёт которой плотно закрывает его и отделяет полость от охлаждающей и смазочной систем мотора.

Устройство поршня. Поршень выглядит довольно просто. Но это составная конструкция с точными размерами. Поршни современных дизельных

двигателей устроены сложнее бензиновых агрегатов, поскольку внутри такого мотора не только камера сгорания, но и масляная охлаждающая система.

Основные составляющие элементы поршня – корпус, в котором есть направляющая часть и днище, и уплотнители. Рассмотрим каждую деталь отдельно.

Днище – это торец, верхняя часть поршня. Потому иногда его называют ещё головкой. На днище приходится большая нагрузка: температура и давление газов. Соответственно, здесь металл толще, чем ниже по корпусу. Форма днища может быть разной: в бензиновых двигателях она выпуклая, в дизельных и малолитражных бензиновых моторах – вогнутая. Также головка поршня может быть плоской, с выточками или с выемками для клапанов.

Боковую часть называют направляющей, или юбкой. Она скользит по стенкам цилиндра, за счёт чего поршень сохраняет правильное положение по отношению к полости, в которой движется. Из-за назначения боковой части её делают из устойчивых металлов с низким коэффициентом трения. На внутренней стороне есть бобышки – утолщения с отверстиями для поршневого пальца.

Уплотняющая часть в поршне – специальные канавки, в которых установлены кольца – маслосъемные и компрессионные. Без неё масло из картера попадало бы в камеру сгорания, а газы – наоборот.

Так как поршень работает в агрессивной среде, металлы, из которых его изготавливают, должны быть прочными, но лёгкими, хорошо проводить тепло. Из тех вариантов, которые отвечают данным требованиям, чаще всего используют:

1. Алюминий. Это лёгкий металл с низкой плотностью. У алюминия большая теплопроводность, а потому его применяют для отлива днища поршня, которое отводит тепло на стенки цилиндра. За счёт высокой степени сжатия алюминий обладает хорошей износоустойчивостью.

2. Сталь. Из этого материала детали очень прочные, у них высокий коэффициент трения, а потому они отлично переносят повышенную температуру

и давление в камере сгорания топлива. Их ставят в форсированные и спортивные двигатели.

3. Чугун. Этот металл ещё более прочный и износостойкий, чем сталь. У него низкий коэффициент линейного расширения, потому чугунный поршень может очень хорошо уплотнить цилиндр. Но удельный вес металла настолько большой, что используют их только в тихоходных двигателях. Например, сейчас их применяют на корабельных дизельных моторах.

4. Керамика. С помощью этого материала уплотняют алюминиевое днище. Керамические волокна минимизируют риск растрескивания ободков полостей. Изначально такую технологию применяли только для болидов Формулы-1, но позже поршни с керамическим напылением стали делать и для обычных автомобилей.

Требования к материалу обширны, и один металл не может их удовлетворить. Потому в производстве их комбинируют [4].

Срок службы зависит от разных факторов: настройки ДВС, материала производства, частоты ТО, совместимости с мотором. Средние показатели ресурса поршня:

- для автомобилей отечественного производства – до 300 000 км пробега;
- для иномарок – до 500 000 км.

Чаще всего проблемы с поршнями ДВС возникают из-за того, что перегревается двигатель. Потому нужно следить за состоянием термопасты, охлаждением радиатора или его вентилятора.

Почему поршневая изнашивается, чем это грозит?

Даже если вы регулярно делаете технический осмотр машины, поршни мотора будут изнашиваться. Это естественный процесс, особенно для группы, которая находится максимально близко к камере сгорания. В первую очередь износ вызывают два фактора:

Процесс трения между поршнем и стенками цилиндра приводит к тому, что поверхность юбки истирается. В результате деталь становится меньшего

размера, чем нужно. В результате воздействия высокой температуры происходит термическое растяжение металла. Это может привести к деформации и повреждению поршня.

Есть и внешние факторы, которые ускоряют процесс износа поршневой:

- в смазочной системе мало масла, оно низкого качества;
- автомобилист заправляет машину бензином с примесями;
- что-то в двигателе настроено неправильно (например, система зажигания или подачи топлива);
- мотор перегревается из-за поломки в системе охлаждения или низкого уровня антифриза;
- несовместимость поршней и двигателя или отдельных его компонентов.

Ещё одна причина ускоренного износа поршневой — детонация, когда топливо начинает сгорать в камере волнами, что сопровождается резким повышением температуры и давления в полости цилиндра.

Выводы. Поршневая группа играет ключевую роль в его работе. От её состояния зависит эффективность и надёжность двигателя, а также его долговечность. Изучение конструкции и принципов работы поршневой группы позволяет лучше понять процессы, происходящие внутри двигателя, и оптимизировать его работу. Выбор качественных материалов для поршневой группы и правильное их сочетание с другими компонентами двигателя способствуют повышению надёжности и долговечности узла.

Литература

1. Цилиндр и поршень как основные элементы автомобильного двигателя. – URL: <https://vils.ru/articles/rol-tsilindra-i-porshnya-v-dvigatеле-avtomobilya/?ysclid=lv1ewr41ms124044015>. – Текст: электронный.
2. Палец поршневой: прочная связь поршня и шатуна. – URL: <https://www.autoopt.ru/articles/products/205047423>. – Текст: электронный.

3. Поршневые кольца: виды, функции, типичные проблемы. – URL: <https://vils.ru/articles/porshnevye-koltsa-vidy-funktsii-tipichnye-problemy-/?ysclid=lv1g0pe3fh682269736>. – Текст: электронный.

4. Поршневая группа автомобиля: что это такое, особенности устройства. – URL: <https://www.kolesa-darom.ru/articles/porshnevaya-gruppa-avtomobilya-cto-eto-takoe-osobennosti-ustroystva/?ysclid=lv1dmhy6i8211009145>. – Текст: электронный.

Тарасевич Владислав Александрович, студент группы ААХ-29а, ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»; 286123, ДНР, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: balychev.i.n-aah-25a@donnasa.ru

Научный руководитель:

Фролова Светлана Александровна, канд. хим. наук, доцент, зав. кафедры «Физика и прикладная химия», ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»; 286123, ДНР, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: frolova.s.a.@donnasa.ru

PISTON GROUP ANALYSIS

Abstract. The piston group is considered as one of the key parts of an internal combustion engine. The design and principles of operation of the piston group and materials for the manufacture of its various parts, which contribute to increasing the reliability and durability of the unit, have been studied.

Keywords: internal combustion engine, piston, piston rings, piston pins, cylinders.

Tarasevich Vladislav Alexandrovich, student of the ААХ-29а group, Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, Derzhavin str., 2, Makeyevka, 86123, DPR, Russia, 86123.

e-mail: balychev.i.n-aah-25a@donnasa.ru

Frolova Svetlana Alexandrovna, Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Physics and Applied Chemistry; Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, Derzhavin str., 2, Makeyevka, 86123, DPR, Russia, 86123.

e-mail: frolova.s.a.@donnasa.ru





УДК 621.43

Балычев И.Н.,

студ. группы ААХм-25б, ФГБОУ ВО «ДонНАСА»

Научный руководитель: к.х.н., доцент,

Фролова С.А.,

зав. каф. «Физика и прикладная химия»,

ФГБОУ ВО «ДонНАСА»

СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ТОПЛИВНОЙ ЭКОНОМИЧНОСТИ АВТОМОБИЛЕЙ

Аннотация: Сделан обзор научных статей, в которых было исследованы способы топливной экономичности бензиновых и дизельных двигателей внутреннего сгорания (ДВС) автомобиля. Рассмотрены варианты подачи в ДВС азота и водорода. Исследовано влияние нагароотложений, температуры, давления и влажности окружающего воздуха на топливную экономичность. Предложены конструкции роторно-лопастного двигателя и двигателя, работающего по циклу Аткинсона, что также увеличивает топливную экономичность ДВС.

Ключевые слова: двигатель внутреннего сгорания, топливная экономичность, бензиновые ДВС, дизельные ДВС.

Введение. Топливная экономичность при работе ДВС имеет высокую актуальность, в основном, из-за экологических и экономических факторов. Излишнее потребление топлива приводит к увеличению выбросов вредных веществ и парниковых газов, таких как углекислый газ и оксиды азота. Это отрицательно влияет на состояние окружающей среды и здоровье людей. Многие научные исследования в области автомобилестроения связаны с повышением качества работы автомобиля, повышением качества сервисного

обслуживания, понижением количества вредных выбросов и увеличением топливной экономичности, т.е. уменьшение расхода топлива.

Постановка задачи. Увеличение топливной экономичности автомобиля связано со многими факторами. Некоторые ученые предлагают альтернативные топлива для ДВС. Например, в работе С.В. Лохоткина [1] предложен способ работы двигателя внутреннего сгорания с преобразованием в полезную работу теплоты, образующейся в результате горения в цилиндре, в котором рабочие такты, основанные на расширении газообразных продуктов сгорания, чередуются с рабочими тактами, основанными на расширении паров сжиженного газа-охладителя (например, жидкий азот). Показана возможность использования газов, полученных из сжиженных углеводородов, одновременно в качестве охладителя и в качестве топлива, когда после такта охлаждения нагретый газ подается в цилиндры уже в качестве топлива.

Аналитический обзор. В статье А.Р. Асояна [2] предложено техническое решение, способствующее снижению расхода топлива воздействием на процесс сгорания топливовоздушной смеси минимальной добавки водорода. Перспективность применения водорода в качестве добавки к основному топливу ДВС приводит:

- к возможности снижения токсичности отработавших газов по основным компонентам CO, CH, NO_x;
- к снижению вредных выбросов в отработавших газах ДВС, достигаемым при повышении его топливной экономичности;
- к практической реализации предлагаемого способа без значительных конструктивных изменений ДВС.

В статье Морозова В.А. и Морозовой О.Н. [3] предлагается повысить КПД двигателя за счёт применения роторно-лопастной конструкции. Это даёт возможность отказаться от кривошипно-шатунного механизма и, соответственно, трения в нём, задав изначально рабочим лопастям вращательное движение. Такая конструкция устойчива к детонации горючей смеси, позволяет увеличить степень сжатия и применить впрыск в сжатую

горючую смесь $3\div 8\%$ водорода, что повышает температуру рабочих газов, оптимизирует процесс горения и снижает объём вредных для экологии составляющих в выхлопных газах.

В статье В.Н. Карнаухова, И.В. Карнауховой [4] приведены результаты исследований топливной экономичности двигателей внутреннего сгорания в зависимости от температуры, давления и влажности окружающего воздуха. В результате: разработана математическая модель влияния параметров окружающей среды на экономичность двигателя. Установлено, что при понижении давления от 790 до 720 мм рт.ст. и повышении температуры воздуха во впускном коллекторе до 67°C уменьшается расход топлива до 42%, а при отрицательных температурах воздуха наоборот увеличивается до 57%, что необходимо учитывать при работе двигателей внутреннего сгорания.

Р.Х. Ахатовмов в своей статье [5] делает акцент на техническое обслуживание воздушных фильтров. Воздушный фильтр выполняет также функцию глушителя шума, а в бензиновых двигателях – еще и регулятора температуры горючей смеси. Известно, что для полного сгорания горючей смеси в камере сгорания ДВС необходимо, чтобы масса воздуха в ее составе была больше массы топлива в 15-20 раз. Если очистку воздуха не осуществлять, то находящаяся в нем твердая взвесь, в первую очередь, пыль, поступит в цилиндры двигателя. Твердая взвесь будет воздействовать на элементы, например, цилиндропоршневой группы поршневого двигателя как абразив. Указанные элементы двигателя будут интенсивно изнашиваться, что приведет к снижению мощности двигателя, увеличению расхода топлива, отказам и неисправностям и другим негативным последствиям.

М.А. Караваев [6] анализирует влияние нагароотложений в дизельных двигателях, который приводит к нарушению процесса газообмена, закоксовыванию сопловых отверстий распылителей форсунок, ухудшению топливоподачи и, как следствие, к снижению мощности и показателей топливной экономичности дизелей. При достижении предельной толщины слоя нагара эффективная мощность дизеля снижается на 7%, а удельный расход

топлива повышается на 6%, что объясняется ухудшением протекания рабочего процесса и повышением механических потерь.

В работе [7] рассмотрен вариант улучшения воспламеняемости топливовоздушной смеси ДВС. Достигнута возможность увеличения термического коэффициента полезного действия и снижения расхода топлива. Предложена установка, использующая электрогидравлический эффект, суть которого заключается в протекании разного рода электрического разряда (искрового, кистевого и др.) высокого напряжения через объем жидкости. Благодаря пропусканию через объем топлива электрического разряда высокого напряжения появляется возможность одновременного повышения топливной экономичности и снижения токсичности выхлопных газов. Для увеличения зазора рабочего искрового промежутка проведены исследования по добавлению летучего легкоионизируемого вещества, в частности этилового спирта.

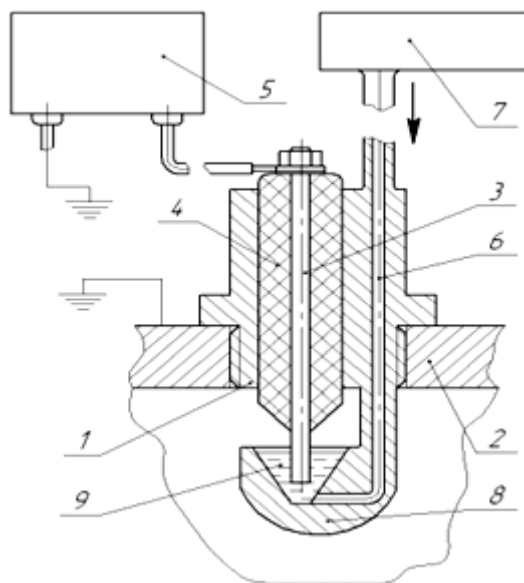


Рисунок 1. Устройство для образования и воспламенения рабочей смеси

Изменение Аткинсоном конструкции ДВС по сравнению с двигателем работающим по циклу Отто не привело к его массовому производству. Двигатель сконструирован так, что поршень совершает все четыре такта за один поворот коленвала (рис. 2). Такты имеют разную длину: ходы поршня во время сжатия и расширения короче, чем во время впуска и выпуска. Двигатель модифицирован

особым коленвалом, в котором смещены точки крепления. Благодаря этому, степень сжатия двигателя уменьшилась, а потери на трении минимизировались.

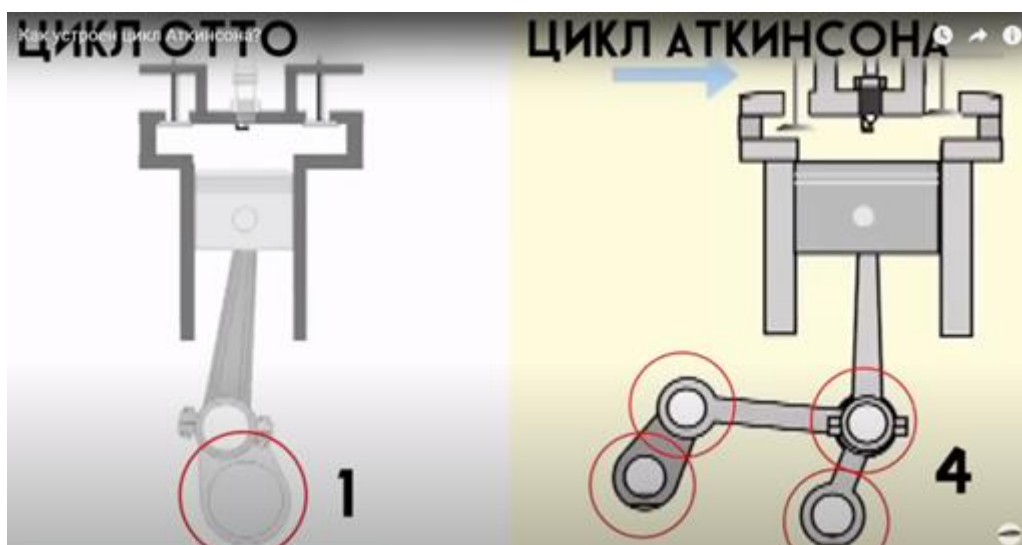


Рисунок 2. Цикл Отто и цикл Аткинсона

Двигатель, работающий по циклу Аткинсона, имеет несколько преимуществ, выделяющих его перед остальными ДВС:

1. Снижение топливных потерь.
2. Малая вероятность детонационного сгорания.
3. Малый расход топлива. В новых гибридных автомобилях расход бензина приближен к 4 литрам на 100 км.
4. Экономичность, экологичность, высокий КПД.

Однако у двигателя с циклами Аткинсона есть один существенный недостаток, который не позволял применять его в массовом производстве машин. Из-за невысоких показателей мощности, на малых оборотах двигатель мог заглохнуть. Поэтому двигатель Аткинсона очень хорошо прижился на гибридах.

ДВС с циклом Аткинсона взяли на вооружение производители гибридных моделей: Toyota, выпускающая Prius, Camry, HighlanderHybrid и HarrierHybrid; разработали фирмы Lexus RX400h, GS 450h и LS600h, а "Форд" и "Ниссан" разработали EscapeHybrid и AltimaHybrid.

Список литературы

1. Лохоткин, С.В. Использование альтернативных топлив в двигателях внутреннего сгорания // Транспорт на альтернативном топливе. – 2013, № 5(35). – С. 56-59. – Текст: непосредственный.
2. Асоян, А.Р. Применение водорода в двигателях внутреннего сгорания / Асоян А.Р. и др. // Вестник РУНД Инженерные исследования. – 2020. – Т21. №1. – С.14-19. – Текст: непосредственный.
3. Морозов, В.А. Совершенствование эффективности и экологичности двигателей внутреннего сгорания / В.А. Морозов, О.Н. Морозова // Инженерный вестник Дона. – 2016, №1 (2016). – С. 77-87. – Текст: непосредственный.
4. Карнаухов, В.Н. Топливная экономичность двигателей внутреннего сгорания / В.Н. Карнаухов, И.В. Карнаухова // Вестник ИрГТУ. – 2014, № 6(89). – С. 142-148. – Текст: непосредственный.
5. Ахатовмов, Р.Х. Исследование теории двигателей внутреннего сгорания // ResearchFocus, Uzbekistan. – 2022. – С. 12-14. – Текст: непосредственный.
6. Караваев, М.А. Влияние нагароотложений на работу двигателя внутреннего сгорания // Наука без границ. Серия: Технические науки. – Москва, 2020. – №9. – С.17-21. – Текст: непосредственный.
7. Павлюк, А.С. Способ смесеобразования и воспламенения рабочей смеси двигателя внутреннего сгорания / А.С. Павлюк, А.С. Фролкин // Ползуновский вестник. – 2012, № 3/1. – С. 187-190. – Текст: непосредственный.

Балычев Игорь Николаевич, студент группы ААХм-25б, ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»; 286123, ДНР, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: balychev.i.n-aah-25a@donnasa.ru

Научный руководитель:

Фролова Светлана Александровна, канд. хим. наук, доцент, зав. кафедры «Физика и прикладная химия», ФГБОУ ВО «Донбасская национальная

академия строительства и архитектуры»; 286123, ДНР, г. Макеевка,
ул. Державина, 2.

e-mail: frolova.s.a.@donnasa.ru

WAYS TO IMPROVE THE FUEL EFFICIENCY OF CARS

Abstract. A review of scientific articles has been made in which methods of fuel efficiency of gasoline and diesel internal combustion engines (ICE) of a car have been investigated. Options for supplying nitrogen and hydrogen to the internal combustion engine are considered. The influence of carbon deposits, ambient temperature, pressure and humidity on fuel efficiency has been studied. The designs of a rotary-blade engine and an Atkinson cycle engine are proposed, which also increases the fuel efficiency of the internal combustion engine.

Keywords: internal combustion engine, fuel efficiency, gasoline internal combustion engines, diesel internal combustion engines.

Balychev Igor Nikolaevich, student of the AAHm-25b group, Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, Derzhavin str., 2, Makeyevka, 86123, DPR, Russia, 86123.

e-mail: balychev.i.n-aah-25a@donnasa.ru

Frolova Svetlana Alexandrovna, Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Physics and Applied Chemistry; Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, Derzhavin str., 2, Makeyevka, 86123, DPR, Russia, 86123.

e-mail: frolova.s.a.@donnasa.ru





УДК 621.43

Дунайцев И.Н.,

Студ. группы ААХ-28а, ФГБОУ ВО «ДонНАСА»

Руководитель: к.х.н., доцент

Фролова С.А.,

зав. каф. «Физика и прикладная химия»,

ФГБОУ ВО «ДонНАСА»

ТРАНСМИССИЯ И ХОДОВАЯ ЧАСТЬ АВТОМОБИЛЯ

Аннотация. В статье представлены детали и составляющие одних из самых важных частей автомобиля, а именно трансмиссии и ходовой части, без которых движение транспортного средства невозможно.

Ключевые слова: трансмиссия, автомобиль, система, детали и составляющие.

Введение. Трансмиссия и ходовая часть автомобиля являются двумя основными системами, ответственными за передвижение автомобиля и передачу мощности от двигателя к колесам.

Трансмиссия автомобиля – это система, которая передает крутящий момент от двигателя к колесам, позволяя автомобилю двигаться вперед или назад, контролируя скорость и обеспечивая переключение передач.

Ходовая часть автомобиля включает в себя компоненты, которые отвечают за передвижение автомобиля по дороге и обеспечение его устойчивости и управляемости.

Постановка задачи. Изучить детали и составляющие трансмиссии и ходовой части автомобиля, а также понять смысл их работы.

Трансмиссия автомобиля состоит из нескольких компонентов [1].

1. Механическая коробка передач: является основной частью трансмиссии и содержит различные шестерни и зубчатые колеса, которые обеспечивают переключение передач. Переключение передач осуществляется рычагом переключения передач в автомобиле или автоматически в случае автоматической трансмиссии.

2. Сцепление: соединяет двигатель и коробку передач и позволяет им временно разъединиться друг от друга. Оно позволяет плавно стартовать автомобиль и изменять передачи без повреждения коробки передач.

3. Валы трансмиссии: передают крутящий момент от коробки передач к колесам. Обычно, у переднеприводных автомобилей включают в себя два вала, а у заднеприводных и полноприводных автомобилей - один или два вала.

4. Дифференциал: распределяет крутящий момент между колесами и позволяет им вращаться с разной скоростью при повороте автомобиля. Дифференциал также может быть блокируемым, что позволяет обеспечивать более высокую проходимость вне дорог.

5. Автоматическая трансмиссия: автоматическая трансмиссия автоматически переключает передачи в зависимости от скорости автомобиля и режима езды. Она использует гидравлическую систему для управления переключением и имеет режимы "D" (драйв), "P" (парковка), "N" (нейтральная), "R" (режим заднего хода) и т. д.

Основные компоненты ходовой части включают в себя [2]:

1. Подвеска – это система, которая подвешивает и амортизирует автомобиль для обеспечения комфортного движения и максимального контакта колес с дорогой. Подвеска включает пружины, амортизаторы, стойки и поперечные рычаги.

2. Рулевое управление – это система, которая позволяет водителю контролировать направление движения автомобиля. Рулевое управление обычно состоит из рулевого механизма, рулевой передачи и рулевого колеса.

3. Тормозная система – это система, которая отвечает за остановку или замедление автомобиля. Основные компоненты тормозной системы включают

тормозные диски или барабаны, тормозные колодки, гидравлический механизм и тормозные жидкости.

4. Колеса и шины: колеса и шины автомобиля обеспечивают контакт с дорогой. Колеса обычно изготовлены из металла, а шины могут быть сделаны из различных материалов, соответствующих виду автомобиля и условиям эксплуатации.

5. Передача и привод: передача передает крутящий момент от двигателя к колесам и обеспечивает передачу усилия от двигателя. Привод может быть передним, задним или полным, в зависимости от того, какие колеса передают движущую силу.

6. Дифференциал – это компонент, который позволяет вращение колес с разной скоростью при повороте. Дифференциал распределяет крутящий момент между левыми и правыми колесами, чтобы обеспечить устойчивость и управляемость автомобиля.

Вывод. В данной статье мы изучили детали и составляющие, а также их принцип работы трансмиссии и ходовой части автомобиля. В заключение можно сказать, что трансмиссия и ходовая часть автомобиля тесно связаны между собой и работают вместе для обеспечения надежной и комфортной поездки на автомобиле.

Литература

1. Носов, А.С. Обзор технологических мероприятий, направленных на повышение надежности цилиндро-поршневой группы двигателей внутреннего сгорания / А.С. Носов, В.В. Мелешин, А.Б. Товмасян, А.Г. Бабич // Современные материалы, техника и технологии. – 2017, № 3 (11). – С. 80-85. – Текст: непосредственный.

2. Слободянюк И.М. Восстановление работоспособности цилиндро-поршневой группы судовых дизелей при ремонте изношенных деталей / И.М. Слободянюк, Н.С. Молодцов // Велес. – 2016, № 12-1 (42). – С. 91-97. – Текст: непосредственный.

Дунайцев Иван Николаевич, студент группы ААХ-28а, ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»; 286123, ДНР, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: dumaytsev.i.n-aah-28a@donnasa.ru

Научный руководитель:

Фролова Светлана Александровна, канд. хим. наук, доцент, зав. кафедры «Физика и прикладная химия», ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»; 286123, ДНР, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: frolovas.a.@donnasa.ru

TRANSMISSION AND CHASSIS OF THE CAR

Annotation. The article presents the details and components of some of the most important parts of the car, namely the transmission and chassis, without which the movement of the vehicle is impossible.

Keywords: transmission, car, system, parts and components.

Dunaytsev Ivan Nikolaevich, student of the ААН-28а group, Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, Derzhavin str., 2, Makeyevka, 86123, DPR, Russia, 86123.

e-mail: dumaytsev.i.n-aah-28a@donnasa.ru

Frolova Svetlana Alexandrovna, Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Physics and Applied Chemistry; Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, Derzhavin str., 2, Makeyevka, 86123, DPR, Russia, 86123.

e-mail: frolovas.a.@donnasa.ru





УДК 621.73

Костровский М.О.,

студ. группы ААХ-28б, ФГБОУ ВО «ДонНАСА»

Научный руководитель: к.х.н., доцент

Фролова С.А.,

зав. каф. «Физика и прикладная химия»,

ФГБОУ ВО «ДонНАСА»

ПРОИЗВОДСТВО КОЛЕСНЫХ ДИСКОВ

Аннотация. В статье рассмотрены виды колесных дисков автомобиля и их производство, их достоинства и недостатки. Приведена технология их производства и термообработки.

Ключевые слова: автомобиль, кованые диски, литые диски, сплав, термообработка.

Введение. Колесные диски играют огромную роль для определения внешнего вида автомобиля. Поэтому автовладельцы очень тщательно подходят к выбору дизайна колесного диска. Помимо эстетического значения диски выполняют массу других функций. Колесо связывает автомобиль с дорогой, обеспечивая его движение. Также оно воспринимает все неровности и изменение профиля дороги, которые передаются через шину. Правильно подобранные колесные диски — это и безопасность на дороге, и уменьшенный расход топлива, и увеличение срока службы трансмиссии, и отличный дизайн.

Постановка задачи. Изучить виды и способы производства колесных дисков.



Рисунок 1. Стальной штампованный диск

Теоретическая часть. Производят из листового металла методами штамповки и последующей сварки составляющих деталей. Такими колесами комплектуется основная часть выпускаемых в мире автомобилей из-за оптимального соотношения эксплуатационных свойств и себестоимости. К плюсам стальных колес можно отнести их доступную цену, достаточные эксплуатационные свойства при применении высокопрофильных шин. К минусам – возможность биения, геометрические отклонения, недостаточно упругая деформация, ведущая иногда к быстрой потере давления в бескамерной шине при сильном ударе колеса о препятствие. Хотя существуют стальные штампованные колеса, отличающиеся высокой точностью изготовления.

Легкосплавные колеса. В свою очередь подразделяются на 2 вида: литые и кованые и отличаются они по способу изготовления. Основным материалом для их производства являются сплавы на основе алюминия, реже магния, крайне редко титана. Колеса, изготовленные на основе алюминия и магния, обязательно защищают от воздействий внешней среды специальными защитными покрытиями. Если воздействие на колеса из алюминиевых сплавов наносит урон их внешнему виду, то магниевые – подвержены глубокому коррозированию, вплоть до разрушения отдельных участков. Для обеспечения адгезии (сцепления) защитного покрытия с окрашиваемой поверхностью колесо перед окраской обязательно подвергают электрохимической (гальванической) или

химической обработке. Готовые изделия могут иметь различные цвета, однако в большинстве случаев колеса окрашивают в цвет «серебристый металлик».



Рисунок 2. Литой диск

Особенностью технологического процесса изготовления литых колес является получение из жидкого сплава с помощью формы отливки, максимально приближенной по размерам к заданной конструкции. Последующая механическая обработка сведена к минимуму, а все решения дизайна заложены при проектировании формы. Проектирование колеса и литейной формы осуществляется с помощью специальных компьютерных программ, а вся механическая обработка производится на станках с числовым программным управлением (ЧПУ). Все способы литья имеют свои особенности, достоинства и недостатки, влияющие на образование той или иной структуры сплава. При изготовлении каждой партии литых колес делается контрольная отливка, которая подвергается резке и разрушению для оценки структуры и механической прочности. Рентгеновский контроль проходит каждое колесо. Из всего объема выпускаемых в мире легкосплавных колес подавляющее большинство литые и лишь незначительная часть кованые. Объясняется это несоизмеримой разностью в сложности процесса изготовления. Изготавливать литые колеса можно в условиях небольших производств, но кованые под силу только крупным металлургическим заводам со сложнейшим оборудованием. Если литые колеса на автомобиле можно назвать дорогим удовольствием, то кованые – очень дорогим.



Рисунок 3. Кованный диск

При производстве кованых колес в России используется технология объемной (горячей) штамповки. В других странах применяют метод раскатки (холодное формование). Принципиально это два различных процесса, но перевод их названий на русский язык означает «кованный», что отражается и в названии изделий. С учетом заданных конструктивных особенностей, на этапе проектирования кованого колеса, получают штамповую основу, а затем штамп. Технология изготовления колеса очень сложна. Заготовку подвергают поэтапной штамповке с промежуточным нагревом перед каждой деформацией. Чтобы получить необходимую структуру легкого сплава и использовать все его свойства, применяют прессы, развивающие усилие от 6 до 20 тыс. тонн. Вес штампов может достигать 10 тонн. Только при такой технологии и использовании максимально пластичного сплава заготовка будет иметь необходимую волокнистую структуру, что позволяет при последующей механической обработке сделать кованое колесо легче литого. Начальный вес заготовки около 20 кг (для колеса 6,5x15") после механической обработки снижается более чем в три раза. Предыдущие этапы, то есть проектирование колеса, штамповой основы, изготовление штампов предусматривают все токарные, фрезерные и расточные операции без подрезания продольных волокон структуры сплава. Некоторые заводы для уменьшения себестоимости

изготовления используют технологию выштамповки окон. В отштампованную заготовку изначально закладываются размеры будущего колеса, максимально возможное число отверстий для крепления, максимальный вылет.

Достоинства:

1. высокая прочность и жесткость конструкции;
2. масса кованого диска на 30-50 % меньше массы стального и на 20-30 % аналогичного литого;
3. высокая коррозионная стойкость.

Недостатки:

1. высокая цена, вызванная высокотехнологичностью производства;
2. небольшой выбор дизайнов;
3. в случае наезда на серьёзное препятствие могут разрезать шину.

Кованые – диски, изготовленные методом горячей объемной штамповки в закрытых матрицах (горячая объемная штамповка – это технологическая операция, при которой заготовка деформируется в специальном инструменте - штампе).

Для дисков используется сплав типа АВ на основе алюминия с легирующими добавками магния, меди, кремния и марганца. Он не только высокопрочен, но и пластичен. За рубежом аналог этого сплава обычно называют «авиационный алюминий 6061» (aircraft grade Al 6061). Готовую отливку – цилиндр диаметром примерно 20 см – режут на куски нужной длины (в зависимости от размера будущих колес) и отправляют в кузнечно-прессовый цех. Там эти заготовки, пока даже отдаленно не напоминающие колесные диски, разогревают и с помощью прессы «осаживают» – сплющивают, превращая в «шайбы» толщиной сантиметров двадцать и диаметром около полуметра. Процесс дальнейшего превращения в колеса происходит в несколько этапов. Сначала «шайбы» разогревают до 430°С и с помощью предварительного штампа (разогретого примерно до 350°С) превращают в «кастрюли» – предварительные заготовки для автомобильных колес. «Кастрюли» вновь отправляются в печь для разогрева, а затем специальный конвейер подает их к прессу с другим

установленным штампом – окончательным. Пауза между выходом заготовки из печи и собственно штамповкой не должна быть больше 11 секунд, иначе заготовка остынет ниже критической температуры. Разогретый штамп смазывают специальной смазкой, заготовку переносят на пресс-форму. Верхняя часть прессы опускается, поднимается – и вот из-под прессы достают готовое, если не считать облоя (излишков материала, выдавленных при штамповке), колесо. Первые четыре отштампованных колеса после освоения нового штампа идут на контроль геометрии – только после этого дается разрешение на использование штампа для серийного производства дисков.

При производстве колёс используются гидравлические вертикальные прессы усилием 4.7, 10.0, 30.0 тыс. т. При горячей объемной штамповке используются вот такие штампы, состоящие из нескольких секторов. При окончательном формировании диска верхняя часть штампа опускается, и сектора сходятся. Излишки металла при этом выдавливаются через щели, образуя облой.

Несмотря на уже проступившее внешнее сходство, механические свойства колес пока еще далеки от тех чудных качеств, которыми славится «ковка». А славится она высокой прочностью (превышает прочность литых дисков при существенно меньшей массе), пластичностью (в отличие от литых дисков, кованые при высоких нагрузках деформируются, а не разрушаются) и упругостью (при умеренных нагрузках они деформируются упруго). Для получения всего этого как раз и нужна термообработка. Сначала колеса подвергают закалке – равномерно прогревают в течение нескольких часов в печи до 515⁰С, а затем быстро охлаждают, погружая в воду. После закалки сплав уже имеет нужную мелкозернисто-волокнистую структуру, но для того, чтобы колеса приобрели нужные механические свойства, их нужно «состарить» – подождать, пока структура выровняется, и убрать внутренние механические напряжения. В обычных условиях на это может уйти пара месяцев, но, чтобы не терять время, заготовки искусственно состаривают: выдерживают в печи при температуре 150-160 °С примерно 12-14 часов, после чего медленно охлаждают.

После термообработки не менее 10% заготовок из каждой партии

подвергаются контролю. Их поверхность протравливают: на светлой травленной поверхности хорошо заметны дефекты штамповки и складки. А одно колесо из партии безжалостно распиливают, вырезая из него специальный фрагмент - так называемый шаблон. Шаблон шлифуют и протравливают, а затем тщательно изучают в лаборатории на наличие дефектов деформации, термообработки и однородности сплава. Чаще всего дефекты встречаются в ступичной части, там наиболее сложный с металлургической точки зрения характер деформаций и термических нагрузок. На этом этапе также проводится контроль механических свойств сплава – образцы закрепляются в специальной разрывной машине, с помощью которой определяется предел прочности, предел текучести, относительное удлинение и твердость. Если дефекты и значения характеристик материала не укладываются в допуски, изучению подвергается еще одно колесо из партии. Если же и повторная проверка подтверждает эти выводы, значит, имело место нарушение технологической цепочки – и вся партия бракуется. Если же все параметры в норме – партия колес уходит на механическую обработку.

Вывод. В статье приведены описания достоинств и недостатков литых и кованных автомобильных дисков, их принципиальное отличие, способы получения и обработки.

Литература

1. Боулинг, Брэд. Полное руководство покупателя колес и шин / Книги КР. – 95 с. ISBN 978-0873496612. – Текст: непосредственный.

Костровский Максим Олегович, студент группы ААХ-28б, ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»; 286123, ДНР, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: kostrovskiy.m.o-aah-28b@donnasa.ru

Научный руководитель:

Фролова Светлана Александровна, канд. хим. наук, доцент, зав. кафедры «Физика и прикладная химия», ФГБОУ ВО «Донбасская

национальная академия строительства и архитектуры»; 286123, ДНР,
г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: s.a.frolova@donnasa.ru

PRODUCTION OF FORGED WHEELS

Annotation. The article discusses the types of car wheels and their production, their advantages and disadvantages. The technology of their production and heat treatment is given.

Keyword: scar, forged wheels, alloy wheels, alloy, heat treatment.

Kostrovskiy Maxim Olegovich, student of the AAH-28a group, Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, Derzhavin str., 2, Makeyevka, 86123, DPR, Russia, 86123.

e-mail: kostrovskiy.m.o-aah-28b@donnasa.ru

Frolova Svetlana Alexandrovna, Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Physics and Applied Chemistry; Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, Derzhavin str., 2, Makeyevka, 86123, DPR, Russia, 86123.

e-mail: s.a.frolova@donnasa.ru





УДК 621.791.7

Кораблёва В.С.,

студ. группы ИСИ-8а, ФГБОУ ВО «ДонНАСА»

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент

Покинтелица Е.А.,

Доцент кафедры «Физика и прикладная химия»,

ФГБОУ ВО «ДонНАСА»

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЙ СВАРКИ ДЕТАЛЕЙ ИЗ РАЗНОРОДНЫХ СПЛАВОВ

Аннотация. В работе изучены основные аспекты автоматизации процесса электронно-лучевой сварки деталей из разнородных сплавов. Выявлены преимущества этого процесса.

Ключевые слова: электронно-лучевая сварка, сплавы, роботизированные системы, навигация, контроль качества.

Введение. Автоматизация процесса электронно-лучевой сварки деталей из разнородных сплавов повышает эффективность и качество сварки и способствует безопасности операторов и экономической эффективности производства. Она является важным фактором для современных производственных предприятий, стремящихся к оптимизации процессов и достижению высоких стандартов качества.

Постановка задачи. Рассмотреть основные аспекты автоматизации процесса электронно-лучевой сварки деталей из разнородных сплавов. Выявить преимущества этого процесса.

Результаты. Автоматизация процесса электронно-лучевой сварки деталей из разнородных сплавов возможна с использованием специализированных

систем и технологий. Вот некоторые основные аспекты автоматизации этого процесса.

Роботизированные системы. Роботы могут быть использованы для автоматического выполнения электронно-лучевой сварки. Они оснащены специальными манипуляторами и программным обеспечением, позволяющим им перемещать сварочный инструмент точно и контролировать процесс сварки. Роботы обычно имеют высокую точность и повторяемость, что способствует качественной сварке деталей из разнородных сплавов.

Автоматическое управление параметрами. Автоматизированные системы электронно-лучевой сварки обычно оснащены сенсорами и контроллерами, которые автоматически регулируют параметры сварки. Это включает контроль мощности электронного пучка, скорости подачи материала и других факторов, влияющих на процесс сварки. Автоматическое управление параметрами обеспечивает стабильность и повторяемость сварочных операций.

Визуальное распознавание и навигация. Автоматизированные системы могут быть оснащены камерами и системами компьютерного зрения для визуального распознавания деталей и определения точек сварки. Это позволяет роботу автоматически настраиваться на различные размеры и формы деталей и выполнять сварку в соответствии с заданными параметрами.

Контроль качества. Автоматизированные системы могут быть оборудованы системами контроля качества, которые мониторят процесс сварки и обнаруживают дефекты, такие как неправильное сопряжение разнородных сплавов или трещины. Это позволяет операторам системы своевременно вмешиваться и корректировать процесс сварки.

Автоматизация процесса электронно-лучевой сварки деталей из разнородных сплавов имеет несколько важных преимуществ.

1. **Повышение производительности.** Автоматизация позволяет увеличить скорость сварки и обеспечить более высокую производительность процесса. Роботы и автоматические системы могут работать непрерывно без

необходимости перерывов на отдых, что приводит к сокращению времени выполнения сварочных операций.

2. Улучшение качества сварки. Автоматизация позволяет достичь более высоких стандартов качества сварки. Роботы обеспечивают более точное и стабильное выполнение сварочных операций, минимизируют ошибки оператора и исключают случайные факторы, которые могут влиять на качество сварки. Это особенно важно при сварке деталей из разнородных сплавов, где точность и контроль параметров играют критическую роль.

3. Снижение риска для операторов. Электронно-лучевая сварка может быть опасной для операторов из-за высокой температуры и излучения. Автоматизация позволяет уменьшить воздействие на операторов, так как они могут управлять процессом сварки из безопасного расстояния, используя программное обеспечение и дистанционное управление. Это способствует повышению безопасности на рабочем месте.

4. Экономическая эффективность. Автоматизация может привести к сокращению затрат на сварочные операции. Снижение количества брака и дефектов, повышение производительности и эффективности использования материалов способствуют снижению общих затрат на сварку деталей из разнородных сплавов.

5. Повышение гибкости и адаптивности. Автоматизированные системы могут быть легко запрограммированы и настроены для различных типов деталей и сплавов. Это позволяет быстро переключаться между различными заданиями сварки и адаптироваться к изменениям в производственных требованиях.

Вывод. Автоматизация процесса электронно-лучевой сварки деталей из разнородных сплавов может повысить эффективность, точность и повторяемость сварочных операций, а также снизить вероятность ошибок и повреждений деталей. Однако требуется правильная настройка и программирование системы, а также обучение операторов для эффективного использования автоматизированного процесса сварки.

Литература

1. Гончаров, А.Л. Исследование сварных соединений разнородных сталей деталей магнитопровода, выполненных ЭЛС / А.Л. Гончаров, А.П. Слива, М.А. Портнов и др.// Вестник ПНИПУ. Машиностроение, материаловедение. 2013. – Т. 15, № 4. – Текст: непосредственный.

Кораблёва Виктория Сергеевна, студентка группы ИСИ-8а, ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286128, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: korableva.v.s-isi-8a@donnasa.ru

Научный руководитель:

Покинтелица Елена Анатольевна, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры «Физика и прикладная химия», ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286128, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: o.a.pokyntelytsia@donnasa.ru

**AUTOMATION OF THE PROCESS OF ELECTRON BEAM
WELDING OF PARTS FROM DISSEQUENT ALLOYS**

Annotation. The article examines the main aspects of automation of the process of electron beam welding of parts made of dissimilar alloys. The advantages of this process have been revealed.

Keywords: electron beam welding, alloys, robotic systems, navigation, quality control.

Korableva Victoria Sergeevna, student of the ICE-8a group, Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, 286128, Makeevka, Derzhavin str., 2.

e-mail: korableva.v.s-isi-8a@donnasa.ru

Scientific supervisor:

Pokintelitsa Elena Anatolyevna, Ph.D. Tech. Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Physics and Applied Chemistry, Donbass

СЕКЦИЯ «МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ»

National Academy of Civil Engineering and Architecture, 286128, Makeyevka,
Derzhavin str., 2.

e-mail: o.a.pokyntelytsia@donnasa.ru





УДК 621.3

Слюсаренко М.А.,

студ. группы РТбо4-40,

Институт радиотехнических систем и управления ЮФУ

Научный руководитель: к.т.н., доцент

Веревкина Л.С.,

доцент кафедры электротехники и мехатроники,

Институт радиотехнических систем и управления ЮФУ

ДИСТАНЦИОННЫЙ ТЕПЛОВИЗИОННЫЙ КОНТРОЛЬ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Аннотация. Разработана схема структурная устройства для дистанционного тепловизионного контроля электротехнического оборудования и предложена ее реализация на квадрокоптере с тепловизором.

Ключевые слова: дистанционный контроль, электротехническое оборудование, квадрокоптер, тепловизоры, тепловыделение.

Введение. Использование дистанционного тепловизионного контроля электротехнического оборудования при решении задач определения температурных режимов работы оборудования, после возникновения короткого замыкания, ударов молнии, ремонта оборудования, занимающего большие объемы в пространстве, ограничениях времени, при ограниченном доступе и необходимости быстрых измерений. Поэтому разработка устройства для дистанционного тепловизионного контроля электротехнического оборудования на базе квадрокоптера актуальна для настоящего времени.

Постановка задачи. Для дистанционного тепловизионного контроля электротехнического оборудования предлагается использовать квадрокоптер, на который устанавливается тепловизионная камера позволяющая строить тепловизионную картину электротехнического оборудования.

Разработка устройства. В РФ разработаны нормативные документы, методика определения тепловыделений от электротехнического оборудования, управление температурными режимами шкафов, соответствующих стандартам серий IEC 60297 И IEC [1, 2], а в условиях севера необходима теплоизоляция электротехнического оборудования и разработаны требования к материалам теплоизоляции [3].

Развитие тепловизионной техники с применением дронов позволяют контролировать состояние электротехнического оборудования. Такой подход незаменим при необходимости быстрого обследования больших размеров, протяженных, громоздких или труднодоступных объектов с электротехническим оборудованием, а также при наличии вредных или опасных для человека факторов среды.

Для дистанционного тепловизионного контроля электротехнического оборудования на базе квадрокоптера разработана структурная схема, приведенная на рис. 1. Дистанционное управление движением квадрокоптера посредством пульта управления.

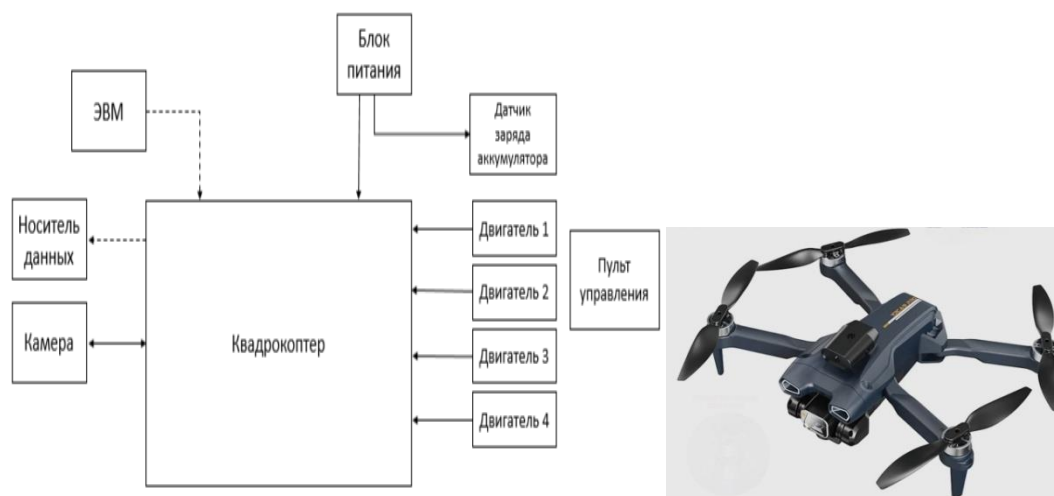


Рисунок 1. Структурная схема на базе квадрокоптера A9 PRO для дистанционного тепловизионного контроля электротехнического оборудования

Запись тепловой картины оборудования камерой осуществляется на карты памяти или передается во время обследования. После обследования оборудования, информация с карты памяти загружается в компьютер и строится тепловая картина оборудования в цвете, программное обеспечение позволяет получать цветное изображение в каждой точке картины соответствующее измеренной температуре.

Реализация структурной схемы. Выбор дрона для дистанционного тепловизионного контроля электротехнического оборудования выполнен в результате анализа технико-экономических характеристик квадрокоптеров, приведенных в таблице 1.

Таблица 1. Техничко-экономические характеристики квадрокоптеров

Наименование, (тип)	Цена, руб.	Радиус действия, м	Частоты Wi-Fi	Время работы, мин	Макс. скорость, км/ч	Передача данных
E99PRO AIRCRAFT	2 192	500	2.4 ГГц	60	20	Трансляция
EVOLUCE	2 933	120	2.4/5 ГГц	15	20	Трансляция
A9 PRO	5 057	150	2.4 ГГц	60	100	Трансляция и карта памяти
BROADREAM FPV	11 946	5000	5 ГГц	60	150	Трансляция и карта памяти
DJI Mini 2 SE	44 602	10000	-	31	56	Карта памяти
FIMI X8 SE V2	59 265	10000	-	35	65	Трансляция на пульт

Из таблицы 1 выбирается квадрокоптер A9 PRO (рис. 1), недорогой с временем полета 60 минут и скоростью полета 100 км/час, с возможностью трансляции и записи тепловой картины на карту памяти.

Выбираем современный тепловизор Fawoonu TI (Fawoonu Termal Imager). для контроля температуры электротехнического оборудования в результате анализа технико-экономических характеристик тепловизоров (рис. 2), приведенных в таблице 2.



Рисунок 2. Вид тепловизоров

Таблица 2. Характеристики современных тепловизоров ТИ (Termal Imager)

Наименование	Цена, руб	Дальность, м	Диапазон, °С	Погрешность, °С	Разрешение	Вес, г
Fawoonu TI	5 564	?	-20 до 80	3	32x32	11
Guide MobiR Air	16 802	200	-20 до 120	5	120x90	18,2
P2 PRO	27 506	200	-20 до 600	3	260x195	9
T2 PRO	36 278	720	0 до 80	3	256x192	25
T3 PRO	78 564	3 200	-20 до 400	2	384x288	40

Устанавливаем тепловизионную камеру Fawoonu TI на квадрокоптер типа A9 PRO, который необходимо модифицировать. Модификация заключается в интеграции тепловизионного оборудования в систему квадрокоптера A9 PRO и разработки программного обеспечения (ПО). Для компьютера ПО с учетом конкретной задачи, например, для тепловизионного обследования ЛЭП или трансформаторных подстанций на предмет дефектов и указания повреждений GPS-маркерами для ремонтной бригады. Управление квадрокоптера A9 PRO осуществляется посредством пульта управления. Примеры полученных результатов компьютерного моделирования тепловых картин электротехнического оборудования в цветах соответствующих шкале температур приведены на рис. 3.

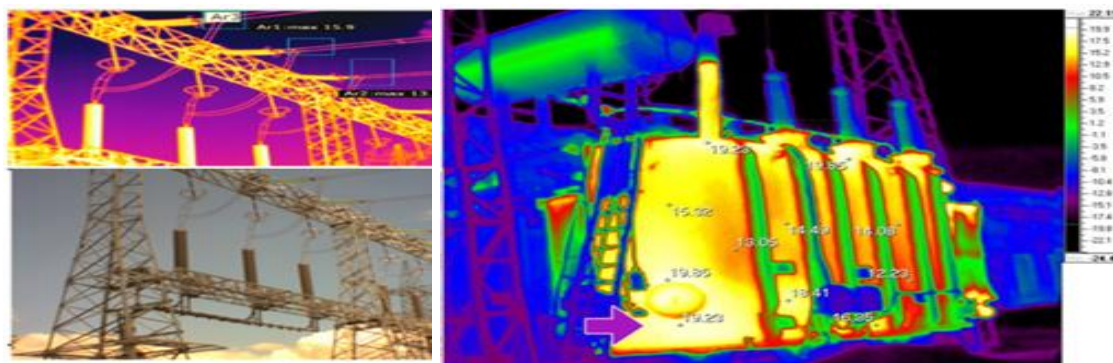


Рисунок 3. Тепловые картины электротехнического оборудования в цветах и шкала температур

Результаты. В статье определена структура для дистанционного тепловизионного контроля электротехнического оборудования, предложена ее реализация на базе недорогого квадрокоптера A9 PRO и современного тепловизора типа Fawoony TI.

Выводы. В статье рассмотрен инновационный подход контроля и диагностики состояния и исследования температуры электротехнического оборудования в цветах, соответствующих шкале температур, посредством современных средств тепловизора типа FawoonyTerma Imager, установленного на недорогой высокотехнический квадрокоптер A9 PRO. Предложенная разработка позволяет быстро и качественно определять температуру электротехнического оборудования.

Литература

1. ГОСТ 31913-2022 «Материалы и изделия теплоизоляционные. Термины и определения». – Текст: непосредственный.
2. ГОСТ Р 56972-2016/IEC/TS 62610-2:2011. Управление температурными режимами шкафов, соответствующих стандартам серий IEC 60297 И IEC 60917.
3. РД 22.18-355-89 Методика определения тепловыделений от электротехнического оборудования. – Текст: непосредственный.

Слюсаренко Михаил Анатольевич, студент группы РТбо4-40, Институт радиотехнических систем и управления Южного федерального университета, 864022, г. Таганрог, ул. Шевченко, 2.

e-mail: Msljusarenko@sfedu.ru.

Научный руководитель:

Веревкина Лина Станиславовна, к.т.н., доцент кафедры электротехники и мехатроники, Институт радиотехнических систем и управления Южного федерального университета, 864022, г. Таганрог, ул. Шевченко, 2.

e-mail: lverevkina@sfedu.ru.

REMOTE THERMAL IMAGING CONTROL OF ELECTRICAL EQUIPMENT

Annotation. A structural scheme of a device for remote thermal imaging control of electrical equipment has been developed and its implementation on a quadcopter with a thermal imager has been proposed.

Keywords: remote control, electrical equipment, quadcopter, thermal imagers, heat dissipation.

Mikhail Anatolyevich Slyusarenko, student of the RTbo4-40 group, Institute of Radio Engineering Systems and Control of the Southern Federal University, 864022, Taganrog, Shevchenko str., 2.

e-mail: Msljusarenko@sfedu.ru.

Verevkina Lina Stanislavovna, Ph.D., Associate Professor, Department of Electrical Engineering and Mechatronics, Institute of Radio Engineering Systems and Control of the Southern Federal University, 864022, Taganrog, Shevchenko str., 2.

e-mail: lverevkina@sfedu.ru.



УДК 681.5

Цветков В.В.,

студент группы ИАИТ-23ИИИТ-110М,
ФГБОУ ВО «СамГТУ»

Научный руководитель: к.ф.-м.н., доцент

Саушкин М.Н.,

доцент кафедры прикладной математики и информатики
ФГБОУ ВО «СамГТУ»

**ИНТЕГРАЦИЯ ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА
ЛОКАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ В СИСТЕМУ
АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ГИДРОАГРЕГАТОМ И
ЕДИНЫЙ ВЕРХНИЙ УРОВЕНЬ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ
УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ
ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ**

Аннотация. Рассмотрена задача интеграции данных программно-технического комплекса (ПТК) локальной системы автоматизации (в данной задаче – системы виброконтроля) в систему автоматического управления гидроагрегата (САУ ГА) и систему единого верхнего уровня автоматизированной системы управления технологическими процессами (АСУ ТП) гидроэлектростанции (ГЭС).

Ключевые слова: промышленная автоматизация, САУ ГА, ПТК, ГЭС, SCADA.

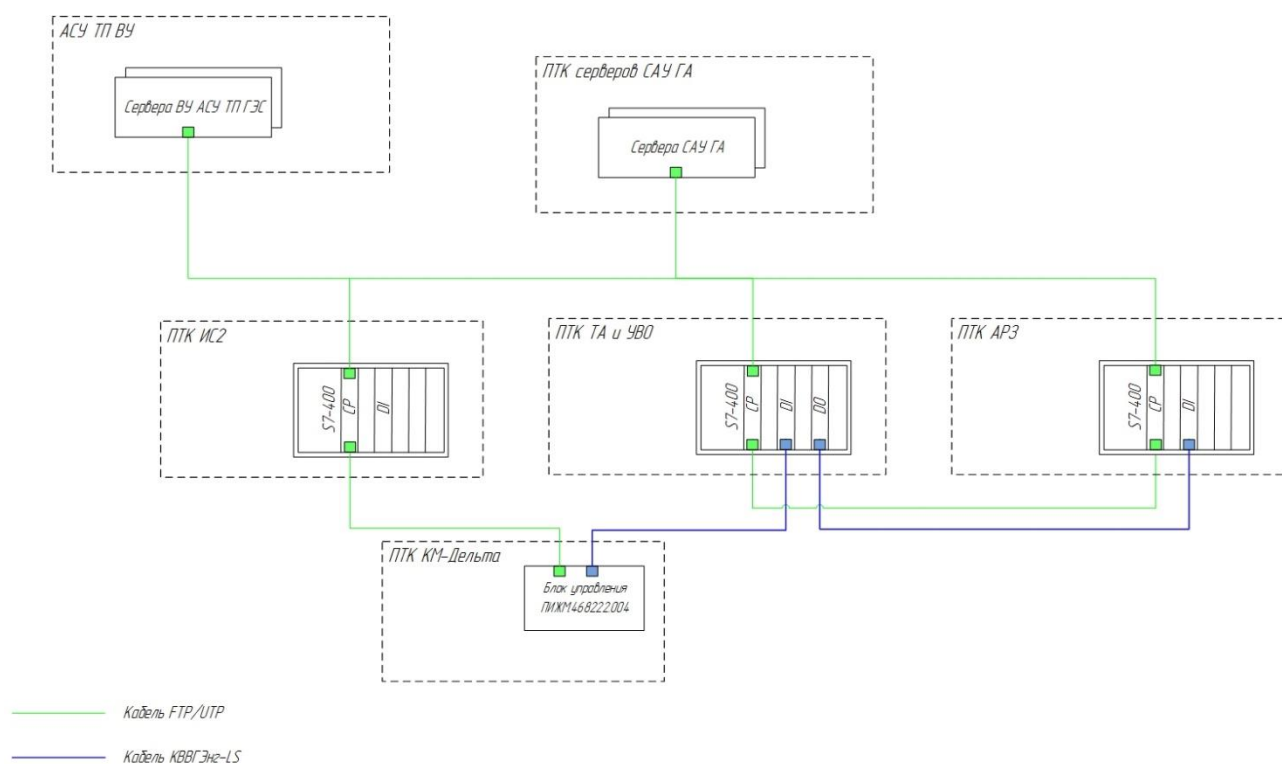
Введение. В России функционируют более 180 ГЭС, при этом 15 ГЭС мощностью свыше 1000 МВт. Аварийный останов работы гидроагрегата на такой ГЭС может привести к недовыпуску электроэнергии в объеме, критичном для целого региона страны. Эффективное управление такими сложными

СЕКЦИЯ «АВТОМАТИЗАЦИЯ И ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ»

объектами как ГЭС может быть обеспечено путем применения самых совершенных систем автоматизированного управления, как локальных систем в рамках управления отдельными объектами предприятия, так и комплексной АСУ ТП всего производства.

Постановка задачи. Выполнить комплекс работ по интеграции ПТК виброконтроля «КМ-Дельта» в ПТК технологической автоматики и управления вспомогательным оборудованием (ТА и УВО), ПТК аварийно-ремонтным затвором, ПТК измерения и сигнализации (ИС2) САУ ГА, а также верхнего уровня автоматизированной системы управления технологическими процессами Саяно-Шушенской ГЭС им. П.С. Непорожного.

Выполнение задачи. Состав комплекса технических средств, участвующих в интеграции, представлен на рисунке 1.



* Структурная схема интеграции идентична для всех десяти гидроагрегатов

Рисунок 1. Состав комплекса технических средств

Сбор технологической информации от ПТК «КМ-Дельта» был осуществлен путем опроса блоков управления устройств «КМ-Дельта-М» (производства ОАО «Авангард», Россия) по протоколу Modbus контроллерами

ПТК измерения и сигнализации САУ ГА (SIMATIC S7-400, Siemens), а также путем передачи информационных и управляющих воздействий через дискретные сигналы («сухим контактом») в ПТК ТА и УВО САУ ГА. Использование протокола Modbus обусловлено техническими возможностями устройств «КМ-Дельта-М».

Контроллерами ПТК ТА и УВО (SIMATIC S7-400, Siemens) осуществляется приемка и обработка входных сигналов, с последующим формированием сигналов управления согласно алгоритмам, используемым в работе САУ ГА. В процессе первичной обработки дискретных сигналов, посредством входных дискретных модулей контроллеров ПТК ТА и УВО, устраняется влияние «дребезга», возникающего как при замыкании, так и при размыкании контактов. Сигналам, предназначенным для регистрации, присваивается метка времени при каждом изменении состояния сигнала.

Для предоставления информации по интегрированным ПТК оперативному персоналу ГЭС были доработаны проекты существующих систем SCADA (англ. Supervisory Control And Data Acquisition – диспетчерское управление и сбор данных) как на уровне САУ ГА (PCS7/WinCC, Siemens), так и единого верхнего уровня комплексной АСУ ТП ГЭС (WinCC OA, Siemens). Реализованы функции протоколирования, архивации оперативной информации с возможностью ее отображения в виде экранных форм, системы сообщений, графиков как на компьютерах из состава ПТК САУ ГА, так и на автоматизированных рабочих местах оперативного персонала ГЭС.

Результаты. В ходе выполнения работ достигнуты следующие цели:

- включение ПТК виброконтроля «КМ-Дельта» в систему аварийно-предупредительной сигнализации с реализацией алгоритмов блокировки пуска и аварийного останова гидроагрегатов Саяно-Шушенской ГЭС, а также алгоритма сброса аварийно-ремонтного затвора верхнего бьефа по сигналу от ПТК «КМ-Дельта»,
- интеграция ПТК «КМ-Дельта» в единый верхний уровень комплексной системы АСУ ТП Саяно-Шушенской ГЭС им. П.С. Непорожного.

Работы проведены на всех десяти гидроагрегатах Саяно-Шушенской ГЭС им. П.С. Непорожного и сопровождаются соответствующими протоколами и актами. В настоящий момент, интегрированная система «КМ-Дельта» находится в режиме опытной эксплуатации.

Выводы. Интеграция отдельных ПТК в комплексные системы автоматизации позволяет контролировать и управлять всеми технологическими процессами в режиме реального времени, анализировать и прогнозировать их работу, своевременно выявлять и устранять возможные неисправности. Снижается вероятность ошибок, связанных с человеческим фактором, повышается общая эффективность работы.

Литература

1. Папировский, Р.В. Система управления гидроагрегатами Саяно-Шушенской ГЭС на основе Simatic PCS7 – Автоматизация в промышленности. – Москва, 2012 г. – №2. – С. 13-16. – Текст: непосредственный.

2. Щавелев, Д.С. Гидроэнергетические установки (гидроэлектростанции, насосные станции и гидроаккумулирующие электростанции). Л. 1981 г. – 520 с. – Текст: непосредственный.

Цветков Вячеслав Владимирович, студент группы ИАИТ-23ИАИТ-110М, Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования «Самарский государственный технический университет», 443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244.

e-mail: tsvv-work@yandex.ru

Научный руководитель:

Саушкин Михаил Николаевич, к.ф.-м.н., доцент, доцент кафедры прикладной математики и информатики, Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования «Самарский государственный технический университет», 443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244.

e-mail: saushkin.mn@samgtu.ru

**INTEGRATION OF THE SOFTWARE AND HARDWARE COMPLEX OF
THE LOCAL AUTOMATION SYSTEM INTO THE AUTOMATIC
CONTROL SYSTEM OF THE HYDRAULIC UNIT AND UNION UPPER
LEVEL OF THE AUTOMATED PROCESS CONTROL SYSTEM OF THE
HYDROELECTRIC POWER PLANT**

Annotation. The problem of integrating the data of the software and hardware complex of the local automation system (in this task, vibration control systems) into the automatic control systems of hydraulic units and the upper-level system of the automated process control system of the HPP is considered.

Keywords: industrial automation, ACS GA, PTK, HPP, SCADA.

Tsvetkov Vyacheslav Vladimirovich, student of the IAIT-23IAIT-110M group, Samara State Technical University, 443100, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244.

e-mail: tsvv-work@yandex.ru

Scientific supervisor:

Saushkin Mikhail Niklaevich, Cand. Phys. & Math. Sci., Associate Professor; Dept. of Applied Mathematics and Computer Sciences, Samara State Technical University, 443100, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244.

e-mail: saushkin.mn@samgtu.ru



УДК 681.5.01

Зайцев А.А.,

студ. группы ФСм-11, ФГБОУ ВО «ЕГУ им. И.А. Бунина»

Научный руководитель: к. пед. н., доцент

Зайцева И.Н.,

доцент кафедры физики, радиотехники и электроники,

ФГБОУ ВО «ЕГУ им. И.А. Бунина»

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАТЧИКОВ-КОНЦЕВИКОВ В АВТОМАТИЗАЦИИ СТАНКОВ

Аннотация. В работе представлен обзор датчиков-концевиков, которые используются как в промышленности, так и в бытовой технике. Перечислены виды датчиков-концевиков, которые чаще всего применяют в промышленности (механический, оптический, магнитный и индуктивный), рассмотрен их принцип работы, представлены преимущества и недостатки.

Ключевые слова: датчик, датчик-концевик, промышленность, механические, лазер, геркон, индуктивный, транзистор.

Введение. Датчики-концевики – это устройства, обнаруживающие положение объектов в пространстве. В станочной автоматизации они служат для определения крайних положений рабочего органа или заготовки.

Основные типы датчиков: назначение, характеристики и принцип действия. В настоящее время существует несколько типов датчиков, рассмотрим их подробнее.

Механические. Концевые выключатели, или концевики, являются типом механических датчиков, используемых для контроля положения механических частей в автоматиках и различных технологических процессах.

Пример использования механического датчика-концевика показан на рис. 1. Номинальный ток такого датчика составляет от нескольких мА до 10 А.



Рисунок 1. Пример использования механического датчика-концевика

Принцип работы: при достижении объектом точки установки датчика, механический актуатор перемещается. Перемещение актуатора внутри корпуса датчика вызывает размыкание или замыкание контактов. Этим изменением контактов управляется остальная электрическая цепь [3].

Оптический (лазер). Лазер является передовым способом определения положения объекта без необходимости физического взаимодействия. Это отличает их от традиционных механических датчиков-концевиков.

Принцип работы: лазерные датчики работают, излучая узкий пучок света (лазер), который отражается от объекта и возвращается к приемнику внутри датчика. Система обработки сигнала измеряет время возврата отраженного сигнала, позволяя точно определить расстояние до объекта [2].

Преимущества: лазерные датчики могут обеспечивать очень точное определение положения благодаря узкому и хорошо сфокусированному лазерному лучу (высокая точность); отсутствие необходимости физического контакта уменьшает износ и может предотвратить повреждение как самих датчиков, так и контролируемого объекта (бесконтактное измерение).

Недостатки: сильные источники света, запыленность и другие факторы внешней среды могут влиять на работу лазерных датчиков (воздействие внешних условий).

Пример использования оптического датчика-концевика представлен на рис. 2.

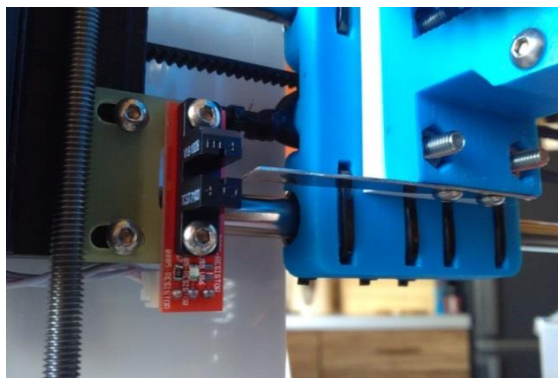


Рисунок 2. Пример использования оптического датчика-концевика

Магнитные (геркон). Магнитный концевой выключатель, также известный как геркон, является типом выключателя, который используется для обнаружения положения объекта. Основная рабочая часть геркона – это стеклянная колба, внутри которой находятся два ферромагнитных, которые не соприкасаются друг с другом в обычном состоянии. Колба заполнена инертным газом, что предотвращает окисление и обеспечивает длительный срок службы контактов. Когда к геркону подносится магнит, его магнитное поле вызывает притяжение контактов друг к другу, они соприкасаются, замыкая цепь [3]. Если магнит убрать, контакты отделяются друг от друга за счет пружинящего эффекта и силы тяжести, и цепь размыкается. Простота и надежность геркона обусловлена тем, что в нем нет движущихся частей, изнашивающихся при работе.

Преимущества: отсутствие механического износа; быстрая и точная реакция на магнитное поле; не чувствительны к вибрациям, пыли и влаге из-за герметичной упаковки; могут работать в широком диапазоне температур.

Недостатки: ограниченное расстояние действия; могут быть чувствительны к внешнему магнитному помехам; контакты геркона подвержены «залипанию» при высоких нагрузках, из-за чего рекомендуется использование геркона в цепях с низкой мощностью.

На рис. 3 показан пример использования магнитного датчика-концевика.



Рисунок 3. Пример использования магнитного датчика-концевика

Индуктивные. Индуктивные датчик-концевик – это датчики, которые используются для бесконтактного определения положения металлических предметов. Данные датчики работают на принципе индукции, генерируя переменное магнитное поле, которое взаимодействует с металлическими объектами [3].

Принцип работы:

1. Осцилляторный контур: включает в себя катушку индуктивности и конденсатор, создавая тем самым LC-контур. Этот контур подключен к высокочастотному генератору. Катушка индуктивности создает магнитное поле вокруг себя при пропускании через нее переменного тока.

2. Генерация магнитного поля: когда к контуру подключено электрическое напряжение, генератор заставляет LC-контур колебаться на его резонансной частоте, что приводит к созданию высокочастотного магнитного поля вокруг катушки.

3. Обнаружение металла: когда металлический предмет входит в зону магнитного поля, это вызывает изменение резонансной частоты контура, который увеличивает индуктивность катушки.

4. Транзисторный выходной сигнал: транзистор используется для усиления сигнала и преобразования его в цифровое состояние «включено» или «выключено», которое затем может быть передано в контроллер (например, ПЛК) для дальнейшей обработки.

Особенности:

- бесконтактная работа: индуктивные датчики не требуют физического контакта с объектом, что увеличивает их долговечность и снижает износ;
- точность детекции: датчики могут выявлять присутствие объектов с высокой точностью и без ложных срабатываний;
- высокая надежность: возможно использовать в условиях вибрации, пыли, грязи и влажности, не опасаясь сбоев из-за отказа механических частей;
- ограниченный диапазон: индуктивные датчики имеют ограниченное рабочее расстояние, и их дальность зависит от размера катушки и силы тока.

На рис.4 показан пример использования индуктивного датчика-концевика.

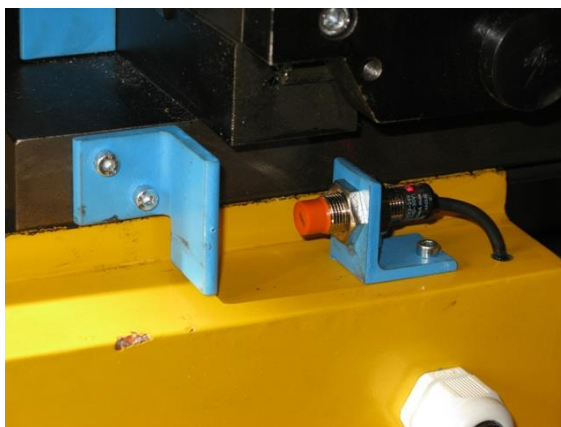


Рисунок 4. Пример использования индуктивного датчика-концевика

Индуктивные датчики незаменимы в автоматизации производства благодаря своей надёжности и точности. Они стали ключевыми элементами в современном машиностроении и автоматизированных линиях сборки.

Заключение. Датчики-концевики играют важную роль в автоматизации станков, повышают их производительность и безопасность. Правильный выбор типа датчика позволяет оптимизировать производственный процесс и уменьшить количество отходов и ошибок.

Литература

1. Автоматизация и роботизация строительных процессов: монография / В.Т. Ерофеев, А.Г. Булгаков, А.В. Дергунова, В.В. Афонин. – Саранск: МГУ им. Н.П. Огарева, 2021. – 332 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/311597> (дата обращения: 28.03.2024). – Текст: электронный.

2. Волковой, М.С. Автоматика и автоматизация производственных процессов: учеб. пособие / М.С. Волковой. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2012 – 145 с. – Текст: непосредственный.

3. Автоматизация технологических процессов и производств: учебник / А.Г. Схиртладзе, А.В. Федотов, В.Б. Моисеев, В.Г. Хомченко. – Пенза: ПензГТУ, 2015. – 442 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/63096> (дата обращения: 10.04.2024). – Текст: электронный.

Зайцев Артём Андреевич, студент группы ФСм-11, Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования «Елецкий государственный университет имени И.А. Бунина», 399770, г. Елец, ул. Коммунаров, 28.

e-mail: artem_zaytsev_99@list.ru

Научный руководитель:

Зайцева Ирина Николаевна, к. пед. н., доцент, доцент кафедры физики, радиотехники и электроники, Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования «Елецкий государственный университет имени И.А. Бунина», 399770, г. Елец, ул. Коммунаров, 28.

e-mail: irina-zai@yandex.ru

USE OF LIMIT SENSORS IN MACHINE AUTOMATION

Abstract. The article presents this review of limit switches, which are actively used in industry, everyday life, etc. industry. The types of limit switches that are most often found in industry (mechanical, optical, magnetic and inductive), their operating principle, features of advantages and disadvantages are listed.

Keywords: sensor, limit switch, industry, mechanical, laser, reed switch, inductive, transistor.

Zaytsev Artyom Andreevich, student of the FSM-11 group, Federal State Budgetary Institution of Higher Education "Yelets State University named after I.A. Bunin", 399770, Yelets, Kommunarov str., 28.

e-mail: artem_zaytsev_99@list.ru

Scientific adviser:

Zaitseva Irina Nikolaevna, Ph.D., Associate Professor, Associate Professor of the Department of Physics, Radio Engineering and Electronics, Federal State Budgetary Institution of Higher Education "Yelets State University named after I.A. Bunin", 399770, Yelets, Kommunarov str., 28.

e-mail: irina-zai@yandex.ru



УДК 621.565.93/.95

Катасонов Н.М.,

студ. группы ИТ-231, ФГБОУ ВО «СГУВТ»

Речкалова В.А.,

студ. группы СА-231, ФГБОУ ВО «СГУВТ»

Научный руководитель: к.т.н., доцент

Пахомова Л.В.,

доцент кафедры Технической механики и подъемно-транспортные

машины,

ФГБОУ ВО «СГУВТ»

ХАРАКТЕРНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТОВ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

Аннотация. Теплообменные аппараты играют важную роль в различных отраслях промышленности, обеспечивая эффективный обмен теплом между средами. Однако, как и любое другое оборудование, они подвержены различным видам неисправностей, которые могут привести к снижению производительности, ухудшению качества продукции и даже к поломке. В статье рассматриваются основные причины неисправностей теплообменных аппаратов. Рассматривается влияние способа установки, места установки и нарушения правил эксплуатации таких аппаратов на их надежность. Даны способы устранения основных неисправностей.

Ключевые слова: теплообменные аппараты, причины неисправностей, способы установки теплообменных аппаратов, правила эксплуатации теплообменных аппаратов, способы устранения неисправностей.

Причины неисправностей. Одной из основных проблем является засорение рабочих поверхностей, вызванное образованием накипи или шлама,

что затрудняет процесс теплообмена. Для устранения этого следует провести очистку поверхностей, используя химические средства или механическую очистку, а также регулярно производить профилактическую очистку.

Еще одной распространенной проблемой является нарушение герметичности соединений из-за коррозии, износа материалов или ошибок при сборке. Для решения этой проблемы требуется замена уплотнительных материалов, очистка от коррозии и проверка правильности сборки.

Кроме того, возможны неисправности, связанные с нарушением работы системы регулирования температуры.

Если рассматривать более детально, то наиболее критические проблемы можно выделить следующие:

- конструктивные особенности (проблемы с подачей пара, высокое гидравлическое сопротивление пароохладительной системы и так далее.);
- производственные недостатки (плохо сваренные соединения, протечки в местах соединений и т. д.);
- невысокое качество теплообменных трубок (особенно тех, которые сделаны из медных сплавов);
- проблемы с установкой;
- нарушение правил использования.

В результате многолетнего использования теплообменных аппаратов в тепловых схемах российских паровых турбин были выявлены некоторые типичные проблемы.

Так же недостаточная прочность крепления трубок в трубных блоках (из-за больших свободных расстояний между перегородками и больших положительных допусков на отверстия в этих перегородках) может привести к вибрации трубок при высоких скоростях и неравномерном потоке пара. Это, в свою очередь, вызывает истирание трубок друг о друга или о промежуточные перегородки.

Установка агрегатов. Правильная установка теплообменного аппарата является важным этапом в процессе его эксплуатации. От этого зависит эффективность работы аппарата, его долговечность и безопасность.

Перед началом установки необходимо провести тщательное обследование места установки. Следует убедиться, что помещение, в котором будет установлен аппарат, соответствует требованиям по температуре, влажности и наличию пыли. Также необходимо проверить состояние трубопроводов и электрических сетей.

Затем следует выбрать место для установки аппарата. Оно должно быть достаточно просторным, чтобы обеспечить доступ к аппарату для обслуживания и ремонта. Кроме того, место должно быть защищено от воздействия прямых солнечных лучей и атмосферных осадков.

После выбора места установки необходимо подготовить его к монтажу. Для этого нужно удалить все посторонние предметы и очистить поверхность от пыли и грязи. Затем следует нанести разметку на пол и стены для крепления аппарата.

Далее следует приступить к монтажу аппарата. Для этого необходимо использовать только качественные крепежные элементы и инструменты. Важно следить за тем, чтобы все соединения были герметичными и не пропускали рабочую среду.

Нарушение правил использования. Неправильное использование теплообменных аппаратов может привести к их выходу из строя и даже повреждению.

Наиболее распространенными нарушениями правил использования теплообменников являются:

– использование неподходящих рабочих сред. Некоторые теплоносители могут вызвать коррозию или другие повреждения теплообменника;

– неправильная настройка параметров работы. Неправильная температура, давление или скорость потока могут привести к перегреву или недогреву теплообменника;

– отсутствие регулярного технического обслуживания. Теплообменники требуют периодической очистки и проверки для обеспечения их эффективной работы;

– несоблюдение требований к монтажу. Неправильное крепление теплообменника или его установка на неподходящей поверхности могут привести к его неправильной работе.

Нарушение правил использования теплообменных аппаратов может привести к значительным экономическим потерям, а также к потенциальной опасности для персонала. Поэтому важно соблюдать все необходимые меры предосторожности и следовать инструкциям по использованию теплообменников.

Общая техническая составляющая. Система технического обслуживания и ремонта оборудования представляет собой комплекс взаимосвязанных элементов, документов и специалистов, необходимых для обеспечения должного состояния и восстановления оборудования, используемого на станциях и сетях, входящих в данную систему.

Ремонт – это процесс, включающий в себя ряд мероприятий по восстановлению работоспособности и исправности изделий, а также по восстановлению ресурсов этих изделий и их компонентов (ГОСТ 18322-78).

Система технического обслуживания и ремонта оборудования охватывает такие аспекты, как техническое обслуживание оборудования, сбор и анализ данных об эксплуатации и ремонте, применение современных подходов к организации ремонтных работ и использование передовых методов ремонта и обеспечения качества, своевременное предоставление материалов и компонентов, а также оценка технического состояния оборудования на основе испытаний.

Способы устранения неисправностей. Ограниченное количество воды в контуре может привести к повышению температуры в теплообменнике и повреждению его деталей. Чтобы этого избежать, нужно регулярно проверять уровень воды в контуре и поддерживать его постоянным.

Некорректное регулирование температуры воды может привести либо к ее перегреву, либо к недостаточному нагреванию. Чтобы решить эту проблему, следует правильно настроить регуляторы температуры и контрольное оборудование.

Утечки в системе могут возникнуть из-за изношенных или поврежденных труб и соединений. Чтобы предотвратить эту проблему, нужно периодически проверять состояние труб и соединений и при необходимости заменять их.

Вода низкого качества, содержащая загрязнения или минеральные отложения, может повредить теплообменный аппарат. Чтобы избежать этого, следует установить системы фильтрации или водоподготовки и регулярно проводить замену воды.

Несоблюдение правил эксплуатации теплообменного аппарата может привести к его сбою. Это может произойти из-за перегрева или перегрузки. Чтобы предотвратить данную проблему, необходимо соблюдать правила эксплуатации системы.

Литература

1. Авдеев, Ю.М. Теплообменные аппараты и системы охлаждения силовых агрегатов / Ю.М. Авдеев. – М.: Машиностроение, 1986. – 256 с. – Текст: непосредственный.
2. Берман, Л.Д. Ремонт теплообменных аппаратов / Л.Д. Берман. – Л.: Химия, 1979. – 160 с. – Текст: непосредственный.
3. Дыскин, В.А. Эксплуатация теплообменных аппаратов в химической промышленности / В.А. Дыскин. – Л., 1965. – 84 с. – Текст: непосредственный.
4. Исаченко, В.П. Теплообменники и холодильные машины / В.П. Исаченко. – М., 1987. – 416 с.

5. Коваленко, П.В. Устранение неисправностей теплообменных аппаратов: Учебное пособие / П.В. Коваленко. – К.: Техника, 1990. – 96 с. – Текст: непосредственный.

6. Поникаров, И.Л. Расчеты основных процессов и аппаратов нефтепереработки: Учебник для вузов / И.Л. Поникаров. – М: Химия, 1989. – 368 с. – Текст: непосредственный.

Катасонов Никита Михайлович, студент группы ИТ-231, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный университет водного транспорта», 630099, Новосибирск, ул. Щетинкина, 33.

Речкалова Валентина Андреевна, студент группы СА-231, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный университет водного транспорта», 630099, Новосибирск, ул. Щетинкина, 33.

Научный руководитель:

Пахомова Людмила Владимировна, к.т.н., доцент, доцент кафедры Технической механики и подъемно-транспортные машины Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный университет водного транспорта», 630099, Новосибирск, ул. Щетинкина, 33.

e-mail: pahomova_l_v@mail.ru

TYPICAL MALFUNCTIONS OF HEAT EXCHANGERS AND WAYS TO ELIMINATE THEM

Annotation. Heat exchangers play an important role in various industries, ensuring efficient heat exchange between media. However, like any other equipment, they are prone to various types of malfunctions that can lead to reduced productivity, deterioration in product quality, and even breakage. The article discusses the main causes of malfunctions of heat exchangers. The influence of the installation method,

installation location and violation of the rules of operation of such devices on their reliability is considered. The ways to eliminate the main malfunctions are given.

Keywords: heat exchangers, causes of malfunctions, methods of installation of heat exchangers, rules of operation of heat exchangers, troubleshooting methods.

Nikita Mihailovich Katasonov, student of the IT-231 group, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Siberian State University of Water Transport», 630099, Novosibirsk, Shchetinkin str., 33.

Rechkalova Valentina Andreevna, student of the SA-231 group, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Siberian State University of Water Transport», 630099, Novosibirsk, Shchetinkin str., 33.

Scientific adviser:

Pahomova Lyudmila Vladimirovna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Technical Mechanics and Lifting and Transport Machines Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Siberian State University of Water Transport», 630099, Novosibirsk, Shchetinkin str., 33.

e-mail: pahomova_l_v@mail.ru



УДК 69.002.5 + 69.05(075.8)

Радзевило К. А.,

студ. группы ПТМ-40а, ФГБОУ ВО «ДонНАСА»

Научный руководитель: к.х.н., доцент

Сельская И.В.,

заведующая кафедрой автоматизации и
электроснабжение в строительстве;

к.т.н., доцент,

Даценко В.М.,

заведующий кафедрой наземных транспортно-технологических
комплексов и средств ФГБОУ ВО «ДонНАСА»

АВТОМАТИЗАЦИЯ И МЕХАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА

Аннотация. Рассмотрено применение автоматизации и механизации в строительстве. Внедрение механизации и автоматизации в строительство стало главной позицией современной строительной отрасли. Внедрение автоматизации в транспортном строительстве, в энергетическом строительстве, в гражданском строительстве дало быстрому развитию и совершенствованию строительства. Одной из перспектив развития строительства является внедрение новых информационных технологий.

Ключевые слова: автоматизация, механизация, строительство, информационные технологии, производственно-технологические процессы.

Введение. В производственно-технологических процессах строительства автоматизация и механизация играют важную роль и являются важными направлениями развития современной строительной отрасли. Автоматизация и механизация позволяют улучшить процессы строительства, повысить производительность труда и качество работ и снизить затраты и сроки

строительства. Автоматизированные процессы строительного производства дали возможность ускорить сроки сборки промышленных сооружений и что немало важно повысить эффективность работ. Применение современных автоматических систем, работающих на основе новых информационных технологий, позволяет снизить риски для работников и повысить безопасность на производстве. В будущем, развитие этих направлений будут связаны с новые технологии всех отраслей строительства [1, 2, 3].

Постановка задачи. В современной строительной отрасли механизация производства находит всеобъемлющее продолжение в автоматизации. В этом случае происходит передача функций управления и контроля, выполнявшихся человеком, специальным электронным приборам и устройствам. Внедрение механизации и автоматизации в строительство стало главной позицией современной строительной отрасли. Следует отметить, что при этом возникают определенные проблемы и вызовы, не связанные со строительным делом, которые необходимо учитывать и решать для успешной реализации строительных проектов.

Результаты. В транспортном строительстве механизация и автоматизация используются для строительства и обслуживания дорог, мостов, тоннелей и других объектов инфраструктуры. С помощью специализированной техники и автоматических систем можно ускорить процесс строительства и обеспечить безопасность на дорогах. Для нас уже не ново понятие «умные» дороги. Одной из проблем является высокая стоимость приобретения и обслуживания специализированной строительно-дорожной техники и автоматических электронных систем [1, 2].

В энергетическом строительстве механизация и автоматизация применяются для строительства и обслуживания энергетических объектов, таких как теплоэлектростанций, гидроэлектростанций и другие. С помощью специализированной техники и автоматических систем, работающих на базе информационных технологий можно повысить эффективность процессов производства энергии и снизить негативное воздействие на окружающую среду.

А внедрение смарт-технологий способствует созданию умных сетей (smart grids), которые позволяют улучшить управление и контроль системами электроснабжения, оптимизировать распределение электроэнергии, управлять пиковым спросом, предотвращать аварии и улучшать эффективность систем [1, 2, 3, 4].

В гражданском строительстве механизация и автоматизация используются для строительства жилых микрорайонов, общественных зданий, школ, больниц, торговых центров и конечно промышленности. С помощью специализированной техники и автоматических систем можно ускорить процесс строительства и обеспечить комфортные условия для жизни и работы людей. В настоящее время развивается новая перспективная концепция умный город (smart city). Принцип «умного» города – это благоустройство городской среды, направленная на улучшение качества жизни урбанизированного населения за счет применения инновационных технологий [1, 2, 3, 4].

При использовании автоматических систем и техники в строительстве необходимо уделять вопросам безопасности работающих на строительных объектах. Не малую роль должна играть надежность электронного оборудования и строительной техники. Неправильное функционирование или сбой в работе управляющих производственно-технологическим систем могут приводить к авариям и несчастным случаям на строительных объектах [1, 2].

Внедрение механизации и автоматизации производственно-технологических процессов строительства имеет как положительные, так и отрицательные социальные и экономические последствия. Данный процесс может привести к сокращению рабочих мест, но способствует повышению производительности и качеству работ. Одной из перспектив развития механизации и автоматизации строительства является внедрение новых информационных технологий. Для работы с современной техникой и автоматическими системами требуются компетентные специалисты. На рынке труда наблюдается недостаток таких специалистов, что отражается на процессе внедрения и использования новых информационных технологий в

строительстве. Для выполнения определенных строительных работ уже реально используются роботы и дроны. Идет широкое применение 3D-печати для создания элементов конструкций, использование систем умного управления и мониторинга процессов строительства и т.д. Внедрение современных технологий, как показывает практика, позволяет улучшить эффективность и точность работ, а также сократить время и затраты на строительство. Развитие механизации и автоматизации строительства способствует внедрению модульного строительства. Модульное строительство предполагает использование готовых модулей, которые могут быть произведены на заводе и затем собраны на месте строительства. Это позволяет сократить время и затраты на строительство, а также повысить качество и надежность конструкций [1, 2, 3, 4].

Выводы. Механизация и автоматизация строительства находят применение в различных отраслях и играют важную роль в ускорении и улучшении процессов строительства. Они позволяют повысить эффективность и качество работ, снизить затраты и риски, а также обеспечить безопасность и комфорт для людей.

Литература

1. Емельянов, Р. Т. Механизация и автоматизация строительства. Курс лекций: учебно-методическое пособие / Р. Т. Емельянов, А. П. Прокопьев, Е.С. Турышева. – Сиб. федер. ун-т, Инж.-строит. ин-т, 2022. – 114 с. – Текст: непосредственный.
2. Лупачев, В. Г. Механизация и автоматизация строительства: учебное пособие / В. Г. Лупачев. – Издательство Забайкальский государственный университет, 2019. – 250 с. – Текст: непосредственный.
3. Евтушенко, С. И. Автоматизация и роботизация строительства: учебное пособие / С. И. Евтушенко, А. Г. Булгаков, В. А. Воробьев, Д. Я. Паршин. – М.: ИЦ РИОР, НИЦ ИНФРА-М, 2017. – 452 с. – Текст: непосредственный.

4. Ефанов, А. В. Теория автоматического управления: учебник для вузов / А.В. Ефанов, В.А. Ярош. – С.-П.: Издательство «Лань», 2024. – 160 с. – Текст: непосредственный.

Радzeвилo Кирилл Артемович, студент группы ПТМ-40а, ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286128, Российская Федерация, ДНР, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: radzevilo.k.a-ptm-40a@donnasa.ru

Научный руководитель:

Сельская Ирина Владимировна, к.х.н., доцент, заведующая кафедрой кафедры автоматизации и электроснабжения в строительстве, ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286128, Российская Федерация, ДНР, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: i.v.selskaya@donnasa.ru

Даценко Виталий Михайлович, к.т.н., доцент, заведующий кафедрой наземных транспортно-технологических комплексов и средств, ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286128, Российская Федерация, ДНР, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

e-mail: v.m.datsenko@donnasa.ru

AUTOMATION AND MECHANIZATION OF CONSTRUCTION

Annotation. The application of automation and mechanization in construction is considered. The introduction of mechanization and automation in construction has become the main position of the modern construction industry. The introduction of automation in transport construction, energy construction, and civil engineering has led to rapid development and improvement of construction. One of the prospects for the development of construction is the introduction of new information technologies.

Keywords: automation, mechanization, construction, information technology, production and technological processes.

Radzevilo Kirill Artemovich, student of PTM-40a group, Donbass National Academy of Construction and Architecture, 286128, Russian Federation, DPR, Makeyevka, Derzhavin str., 2.

e-mail: radzevilo.k.a-ptm-40a@donnasa.ru

Scientific supervisor:

Selskaya Irina Vladimirovna, PhD, Associate Professor, Head of the Department of Automation and Power Supply in Construction, Donbass National Academy of Construction and Architecture, 286128, Russian Federation, DPR, Makeyevka, Derzhavin str., 2.

e-mail: i.v.selskaya@donnasa.ru

Datsenko Vitaliy Mikhailovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Land Transport and Technological Complexes and Facilities, Donbass National Academy of Construction and Architecture, 286128, Russian Federation, DPR, Makeyevka, Derzhavin str., 2.

e-mail: v.m.datsenko@donnasa.ru



Научное издание

Сборник научных трудов

X Республиканской конференции

молодых ученых, аспирантов, студентов «Научно-технические достижения
студентов, аспирантов, молодых ученых
строительно-архитектурной отрасли» (19 апреля 2024 г.),

Том 1: Фундаментальные науки

*Авторы научных статей несут ответственность за оригинальность
текстов, а также достоверность изложенных фактов и положений.*

Ответственный редактор: к. пед. н. Чудина Е.Ю.,
доцент кафедры высшей математики ФГБОУ ВО «ДонНАСА».

Компьютерная верстка: Чудина Е.Ю.