

Научный центр «LJournal»

Рецензируемый научный журнал

# **ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ**

№96, Апрель 2023  
(Часть 9)



Самара, 2023

T33

**Рецензируемый научный журнал «Тенденции развития науки и образования» №96, Апрель 2023 (Часть 9) - Изд. Научный центр «LJournal», Самара, 2023 - 192 с.**

**doi:** 10.18411/trnio-04-2023-p9

**Тенденции развития науки и образования** - это рецензируемый научный журнал, который в большей степени предназначен для научных работников, преподавателей, доцентов, аспирантов и студентов высших учебных заведений как инструмент получения актуальной научной информации.

Периодичность выхода журнала – ежемесячно. Такой подход позволяет публиковать самые актуальные научные статьи и осуществлять оперативное обнародование важной научно-технической информации.

Информация, представленная в сборниках, опубликована в авторском варианте. Орфография и пунктуация сохранены. Ответственность за информацию, представленную на всеобщее обозрение, несут авторы материалов.

Метаданные и полные тексты статей журнала передаются в наукометрическую систему ELIBRARY.

Электронные макеты издания доступны на сайте научного центра «LJournal» - <https://ljournal.org>

© Научный центр «LJournal»  
© Университет дополнительного  
профессионального образования

УДК 001.1  
ББК 60

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

**Черноятов Александр Михайлович**

Кандидат экономических наук, Профессор

**Царегородцев Евгений Леонидович**

Кандидат технических наук, доцент

**Пивоваров Александр Анатольевич**

Кандидат педагогических наук

**Малышкина Елена Владимировна**

Кандидат исторических наук

**Ильященко Дмитрий Павлович**

Кандидат технических наук

**Дробот Павел Николаевич**

Кандидат физико-математических наук, Доцент

**Божко Леся Михайловна**

Доктор экономических наук, Доцент

**Бегидова Светлана Николаевна**

Доктор педагогических наук, Профессор

**Андреева Ольга Николаевна**

Кандидат филологических наук, Доцент

**Абасова Самира Гусейн кызы**

Кандидат экономических наук, Доцент

**Попова Наталья Владимировна**

Кандидат педагогических наук, Доцент

**Ханбабаева Ольга Евгеньевна**

Кандидат сельскохозяйственных наук, Доцент

**Вражнов Алексей Сергеевич**

Кандидат юридических наук

**Ерыгина Анна Владимировна**

Кандидат экономических наук, Доцент

**Чебыкина Ольга Альбертовна**

Кандидат психологических наук

**Левченко Виктория Викторовна**

Кандидат педагогических наук

**Петраш Елена Вадимовна**

Кандидат культурологии

**Романенко Елена Александровна**

Кандидат юридических наук, Доцент

**Мирошин Дмитрий Григорьевич**

Кандидат педагогических наук, Доцент

**Ефременко Евгений Сергеевич**

Кандидат медицинских наук, Доцент

**Шалагинова Ксения Сергеевна**

Кандидат психологических наук, Доцент

**Катермина Вероника Викторовна**

Доктор филологических наук, Профессор

**Полицинский Евгений Валериевич**

Кандидат педагогических наук, Доцент

**Жичкин Кирилл Александрович**

Кандидат экономических наук, Доцент

**Пузыня Татьяна Алексеевна**

Кандидат экономических наук, Доцент

**Ларионов Максим Викторович**

Доктор биологических наук, Доцент

**Афанасьева Татьяна Гавриловна**

Доктор фармацевтических наук, Доцент

**Байрамова Айгюн Сеймур кызы**

Доктор философии по техническим наукам

**Лыгин Сергей Александрович**

Кандидат химических наук, Доцент

**Заломнова Светлана Петровна**

Кандидат педагогических наук, Доцент

**Биймурсаева Бурулбубу Молдосалиевна**

Кандидат педагогических наук, Доцент

**Радкевич Михаил Михайлович**

Доктор технических наук, Профессор

**Гуткевич Елена Владимировна**

Доктор медицинских наук

**Матвеев Роман Сталинарьевич**

Доктор медицинских наук, Доцент

**Никонович Сергей Леонидович**

Доктор юридических наук, Доцент

**Шамутдинов Айдар Харисович**

Кандидат технических наук, Профессор

**Найденов Николай Дмитриевич**

Доктор экономических наук, Профессор

**Романова Ирина Валентиновна**

Кандидат экономических наук, Доцент

**Хачатурова Карине Робертовна**

Кандидат педагогических наук

**Кадим Мундер Мулла**

Кандидат филологических наук, Доцент

**Григорьев Михаил Федосеевич**

Кандидат сельскохозяйственных наук

**СОДЕРЖАНИЕ**

<b>РАЗДЕЛ XXV. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ</b> .....	8
<b>Андрейченко А.Е., Баклушина И.В.</b> К вопросу о выборе типа теплообменника .....	8
<b>Анкудинов Д.А., Рудный И.А., Воронцова Н.С.</b> Сравнение прочности на продавливание плоских железобетонных плит покрытий при различном положении контуров продавливания .....	11
<b>Болдина О.Б.</b> Моделирование судовых систем: актуальные научные исследования .....	16
<b>Быстрова Т.С., Воронцова Н.С., Рудный И.А.</b> Напряженное-деформированное состояние противосдвиговых упоров в узле соединения металлических колонн и железобетонных фундаментов .....	19
<b>Вохмин В.С., Ишмухаметов А.А., Семёнова О.Л.</b> Разработка конструкции барабанной сушильной установки для лекарственных трав .....	25
<b>Галимова К.Р.</b> Конструктивные особенности предохранительных элементов .....	28
<b>Галимова К.Р.</b> Элементы защиты информационных данных на линиях передач .....	31
<b>Гарина С.В., Гарин М.А.</b> Качественные оценки оптимальности многокритериальных задач .....	34
<b>Гильманова А.А.</b> Анализ эффективности методов утилизации древесных отходов .....	37
<b>Гришин Р.С., Андреева Е.А.</b> Рассмотрение эффективности работы перекачивающих агрегатов и их показателей энергоэффективности .....	40
<b>Дюдюкина С.А.</b> Возможные проблемы и осложнения штанговых насосных установок.....	42
<b>Елфутин М.Д.</b> Применение современных методов диагностики высоковольтных выключателей .....	44
<b>Землякова В.В.</b> Использование солнечных установок на двигателе Стирлинга .....	46
<b>Землякова В.В.</b> Процесс левитации в устройствах и технологиях.....	49
<b>Какорин И.А.</b> Особенности фишинговых писем.....	52
<b>Кондратьева Н.П., Чернов И.С., Большин Р.Г., Краснолуцкая М.Г.</b> Применение цифровых автоматизированных технологий для энергоэффективной системы освещения животноводческих помещений.....	55
<b>Конева В.Е., Белов А.А.</b> Применение трубопроводов кислот и щелочей на предприятиях минерально-сырьевого комплекса.....	59
<b>Коннов И.А.</b> Обеспечение безопасности при гидрологической чрезвычайной ситуации .....	63
<b>Лаппо А.В., Трофимова Е.В.</b> Цифровая трансформация бизнес-процессов внешнеэкономического отдела сельскохозяйственного предприятия (на примере ООО «Макунинское») .....	66
<b>Малашихин Н.В., Мурашкин Я.К.</b> Способ контроля качества внесения твердых минеральных удобрений .....	69
<b>Прокофьев М.М., Карапетян М.А.</b> Потенциал шин сверхнизкого давления для повышения проходимости транспортных средств .....	73
<b>Рожкова Е.А., Бордачев В.А.</b> Искусственная гравитация и способы ее создания в космосе .....	78
<b>Рожкова Е.А., Бордачев В.А.</b> Наземная система противоракетной обороны США «Ground-based Midcourse Defense» .....	81

<b>Филатова А.В., Костин С.А.</b> Основы организации кадастровой деятельности при инженерно – изыскательских работах .....	83
<b>Филатова А.В., Павлов И.В.</b> Понятие, виды и последовательность определения эффективности кадастровой деятельности.....	87
<b>Филатова А.В., Тамазян М.Г.</b> Государственное регулирование развития рынка земли .....	90
<b>Филатова А.В., Уницаев В.Е.</b> Рынок недвижимости: основные понятия и особенности.....	93
<b>Харьков А.В.</b> Обзор и сравнение различных биометрических характеристик .....	96
<b>Царитова Н.Г., Штанкевич А.В., Фомина В.А., Нюхарева Ю.А., Сидорова М.Е.</b> Анализ быстровозводимых зданий на основе металлического каркаса .....	100
<b>Чиликина А.Р.</b> Усовершенствование очистки стоков электротехнического предприятия ..	104
<b>Шамсутдинова Д.Р., Копылова С.К.</b> Принципы автоматизации систем автоматического управления. Методы и алгоритмы .....	107
<b>Шамутдинов А.Х., Шахтин М.Д.</b> Исследование динамической модели колебаний манипулятора.....	110
<b>Ярмонова А.А., Трофимова Е.В.</b> Использование метода анализа иерархий при выборе CRM-решения для предприятия среднего бизнеса.....	114
<b>РАЗДЕЛ XXVI. ЭНЕРГЕТИКА .....</b>	<b>118</b>
<b>Аветисян А.С., Винокуров В.А.</b> Приоритеты цифрового преобразования в энергетике.....	118
<b>Акимова В.М.</b> Энергоэффективные методы строительства жилья .....	120
<b>Алькина А.Д.</b> Энергоэффективная система освещения.....	123
<b>Антонова Д.О.</b> Проблема распределения электроэнергии в энергосистемах.....	126
<b>Блажнов А.А.</b> Преобразователи частоты для механизма котельных установок .....	128
<b>Вершинина А.А.</b> Обзор схемы двигателя с внешним подводом теплоты .....	131
<b>Вершинина А.А.</b> Применение волнового типа вентилятора для улучшения производительности теплового насоса .....	134
<b>Ильина А.Е.</b> Способы утилизации промышленного CO <sub>2</sub> .....	136
<b>Ильина А.Е.</b> Утилизация промышленного диоксида углерода дымовых газов фотохимическим способом .....	139
<b>Коваленко Е.В., Мальков А.Д., Рязанцева А.В., Усанова О.Ю.</b> Анализ одновременного улавливания оксидов азота, оксидов серы и угольной пыли.....	142
<b>Нечоса Н.Ю.</b> Источники энергии.....	145
<b>Нечоса Н.Ю.</b> Основные способы по энергосбережению в учебных заведениях .....	148
<b>Павлов И.П.</b> Альтернативные методы производства энергии .....	151
<b>Парамонова А.О.</b> Тепловые процессы в котельных агрегатах .....	154
<b>Шестакова Л.А.</b> Метод автоматического управления системой теплоснабжения.....	156
<b>РАЗДЕЛ XXVII. МАШИНОСТРОЕНИЕ .....</b>	<b>159</b>
<b>Воячек И.И., Илюхин А.С., Кочетков Д.В.</b> Новый подход к проектированию соединений с натягом при индивидуальной селективной сборке .....	159

---

<b>Долгачев Ю.В., Пустовойт В.Н., Сопленко Д.В.</b> Изменение свойств сталей после закалки в постоянном магнитном поле .....	162
<b>Пустовойт В.Н., Долгачев Ю.В., Жеволуков В.Е.</b> Влияние омагничивания на твердость быстрорежущих сталей .....	164
<b>РАЗДЕЛ XXVIII. ПРИБОРОСТРОЕНИЕ</b> .....	167
<b>Шелехова А.И., Янченко В.А.</b> Разработка наукоёмких производственных технологий для импортозамещения .....	167
<b>РАЗДЕЛ XXIX. МЕХАНИКА</b> .....	170
<b>Невская С.Э.</b> Исследование терминологии в теории механизмов и машин.....	170
<b>Pozharskaya E.D.</b> Periodic system of rigid inclusions in a spatial elastic wedge.....	177
<b>РАЗДЕЛ XXX. МЕТАЛЛУРГИЯ</b> .....	181
<b>Толоконникова Н.Д.</b> Азотирование сплава 40ХНЮ .....	181
<b>Толоконникова Н.Д.</b> Плазменная химико-термическая обработка сплава 40ХНЮ.....	183
<b>РАЗДЕЛ XXXI. ФИЗИКА</b> .....	187
<b>Бердибеков А.Т., Юров В.М., Доля А.В., Грузин В.В.</b> Адгезионная прочность высокоэнтропийного покрытия на стали.....	187

## РАЗДЕЛ XXV. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Андрейченко А.Е., Баклушина И.В.  
К вопросу о выборе типа теплообменника

*Сибирский государственный индустриальный университет  
(Россия, Новокузнецк)*

doi: 10.18411/trnio-04-2023-448

### Аннотация

Рассмотрены кожухотрубные и пластинчатые водо-водяные теплообменники, показаны преимущества и недостатки, обоснована необходимость проведения предварительных обоснований при выборе типа теплообменника для систем теплоснабжения.

**Ключевые слова:** теплообменники, кожухотрубные, пластинчатые.

### Abstract

Shell-and-tube and plate water-to-water heat exchangers are considered, advantages and disadvantages are shown, the need for preliminary justifications when choosing the type of heat exchanger for heating systems.

**Keywords:** heat exchangers, shell-and-tube, plate.

Теплообменное оборудование предназначено для теплопередачи между теплоносителями различной температуры. В системах отопления и горячего водоснабжения необходима установка теплообменного оборудования в тепловых пунктах с целью приготовления теплоносителя для этих систем.

Наибольшей популярностью пользуется рекуперативный тип устройств. В них холодные и теплые вещества омывают стенку с обеих сторон, производя теплообмен. В зависимости от рабочей поверхности выделяют кожухотрубный и пластинчатый виды.

Еще сравнительно недавно в теплоснабжении использовали преимущественно водяные кожухотрубные тепловые аппараты, которые устанавливали в системы отопления и горячего водоснабжения при их независимом присоединении к теплосетям. Сейчас все чаще применяют преимущественно пластинчатые теплообменники на смену устаревшим кожухотрубным. В настоящее время в сфере теплоснабжения наиболее популярны разборные пластинчатые теплообменники. Однако, в уже существующих центральных тепловых пунктах до сих пор с успехом эксплуатируются кожухотрубные водоподогреватели [1], и при проведении капитальных ремонтов часто встает вопрос о необходимости их замены. Вопрос о том, имеет ли смысл замены одного вида теплообменного аппарата на другой, является весьма актуальным.

Рассмотрим вид по отдельности. Пластинчатые теплообменники бывают разборными, паяными, сварными и полусварными [1]. Разборные пластинчатые теплообменники представляют собой сборные аппараты, где главной частью выступает пакет тонких пластин, которые стянуты болтами между собой, образуя систему каналов, по которым протекают теплоносители. Теплоносители всегда разделены стенкой пластины, никогда не смешиваются и обмениваются теплом через всю плоскость пластинки. Герметизацию потоков обеспечивают резиновые прокладки, расположенные по краям и периметру соединительного отверстия [5]. Рамы обычно выпускаются разной длины для возможности установки в нее переменного количества пластин.



Паяные пластинчатые теплообменники, как и разборные, состоят из набора пластин, но соединены между собой уже посредством пайки в вакууме.

Сварные и полусварные пластинчатые теплообменники предназначены для использования в условиях экстремально высоких температурах и давлениях если параметры теплоносителей не позволяют использовать уплотнения [1].

Пластинки выполняют штамповкой, это позволяет наносить на них различные рисунки каналов. На площадь теплового отбора, эффективность теплопроводности, устойчивость к давлению транспортируемых веществ влияют:

- тип гофрировки;
- симметричное/асимметричное расположение канавок;
- угол их наклона.

Остальные части изделия (неподвижная и подвижная плиты, нижняя и верхняя направляющие) играют роль рамы. Её размеры влияют на вместимость пластин, их количество возможно изменить, что позволяет регулировать тепловую мощность теплообменного аппарата [6].

На практике применяется несколько схем работы пластинчатых теплообменников:

- Одноходовая. Её конструкция предполагает стопроцентный противоток горячей и холодной среды. Все пластины в данной схеме расположены на основной плите. Поэтому их ремонт, очистку и замену производят без демонтажа внешнего трубопровода;
- Многоходовая. Данная схема имеет повышенную термоэффективность. Соединения пластин производится как на основной, так и на нажимной плите.

Экспериментально установлено, что КПД достигает своего максимума в режиме противотока теплоносителей, когда расход горячего теплоносителя немного превышает расход холодного теплоносителя. Для режима прямотока КПД достигает своего максимума, когда расходы горячего и холодного теплоносителей одинаковы [2].

Кожухотрубный теплообменник – это тип теплообменника, который состоит из кожуха с пучком труб, расположенном внутри него – то есть корпус-кожуха, внутри которого размещены одна или несколько труб меньшего диаметра. Этот вид теплообменников работает по типу «труба в трубе»: одна жидкость течет в межтрубном пространстве (внутри кожуха), другая протекает через трубки. Две и более кожухотрубных секций соединяются с помощью калачей и конических переходов в единый теплообменный агрегат [1]. Тепло передается от одной жидкости к другой через стенки трубы. Эта система работает с жидкостями при разном давлении; жидкость с более высоким давлением обычно направляется по трубам, а текучая среда с более низким давлением циркулирует через кожух.

Пучок труб может состоять из нескольких типов труб, как гладких, так и оребренных. Кожухотрубные теплообменники обычно используются при высоких давлениях (более 30 бар) и температурах (более 2600).

Оболочка изготавливается обычно из низкоуглеродистой стали, однако часто используются также и другие материалы [5].

Выделяют три основных вида кожухотрубных теплообменников.

- Фиксированные теплообменники с трубными решетками - трубная решетка фиксируется в кожухе с помощью сварки, поэтому применяется термин «неподвижная трубная решетка». Такая конструкция позволяет очищать отверстия труб механическими или химическими средствами.
- U-образный теплообменник, пучок которых состоит из непрерывных труб, изогнутых в U-образной форме. Такая форма труб позволяет компенсировать тепловое расширение без использования специальных устройств (компенсаторов), однако такие отводы гораздо сложнее чистить.

- Теплообменники с плавающей головкой - здесь задняя решетка может плавать или перемещаться, поскольку она не приварена к корпусу. Пучок трубок можно легко снять при обслуживании.

Цилиндрический корпус кожухотрубного теплообменника отличается большой металлоемкостью, так как вмещает в себя набор труб, и занимает значительную площадь. Пластинчатый же теплообменник более компактен, так как тонкие пластинки плотно подогнаны друг к другу. Вес первого превышает вес второго в два-шесть раз, в заполненном виде – в три-восемь. В связи с этим цена на кожухотрубное устройство в четверть раза больше [6].

Таким образом, кожухотрубное теплообменное оборудование проигрывает пластинчатому по следующим критериям:

- производительность;
- цена;
- компактность;
- эффективность ремонтных работ;
- срок службы.

При этом кожухотрубное оборудование имеет также ряд преимуществ, таких как невосприимчивость к агрессивным средам и гидравлическим ударам, а также возможность безразборной очистки [7].

Некоторые исследования подтверждают, разборные пластинчатые теплообменники обладают рядом преимуществ перед кожухотрубными теплообменными аппаратами, и их применение в индивидуальных тепловых пунктах более чем обосновано [1]. Например, разработка компьютерной модели движения теплоносителя с повышенной турбулизацией на основе 3D-модели гофрированного канала интенсифицированного пластинчатого теплообменного аппарата для жилищно-коммунального хозяйства показала, что применение оригинальных пластин со сферическими углублениями, приводит к увеличению коэффициента теплопередачи [3] за счет увеличения турбулизации потока теплоносителя в теплообменнике, которое вызывает дополнительное вихреобразование на границе «теплоноситель-пластина» [4].

Таким образом, на окончательное решение об установке в тепловом пункте того или иного типа теплообменного оборудования будут влиять: температурный режим, характер рабочих сред, доступная площадь, энергетические ресурсы, размер бюджета [7].

\*\*\*

1. Сравнение кожухотрубных и разборных пластинчатых теплообменников для использования в существующих тепловых пунктах // Боброва О.Д., Гришкова А.В. Современные технологии в строительстве. Теория и практика. 2021. Т.1.С.198-203. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47961099>
2. Исследование эффективности пластинчатого теплообменника // Столяренко В.И., Жерносек С.В., Олышанский В.И., Марушак А.С., Мовсесян Ю. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46478987>
3. Компьютерное моделирование движения теплоносителя в гофрированном канале пластинчатого теплообменника // Кушев Л.А., Мелькумов В.Н., Саввин Н.Ю. Научный журнал строительства и архитектуры. 2020. №4 (60). С. 51-58. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44430594>
4. Интенсифицированный пластинчатый теплообменный аппарат в системах теплоснабжения ЖКХ РФ // Кушев Л.А., Уваров В.А., Саввин Н.Ю., Чуйкин С.В. Научный журнал строительства и архитектуры. 2021. № 2 (62). С. 60-69 <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46168278>
5. Сравнение пластинчатых и кожухотрубчатых теплообменников. [Электронный ресурс] // © 2023 КВиП: Короли воды и пара – 2023 – 27 августа 2021 – Режим доступа: <https://kvip.su/blog/sovety-rokupatelyam/sravnienie-plastinchatyh-i-kozhuhotrubbyh-teploobmennikov/>, свободный. – Загл. С экрана.
6. Пластинчатые и кожухотрубные теплообменники. [Электронный ресурс] // © 2023 ЗАО ЧЗТ «Магистраль» – 2023 – Режим доступа : <https://magistral74.ru/about/articles/2019/10/28/sravnienie-plastinchatyh-teploobmennikov-i-kozhuhotrubbyh.html>, свободный. – Загл. С экрана.
7. Теплообменники. Теплообменные аппараты. Типы, виды, устройства. [Электронный ресурс] //© 2008– 2023 ЭлектроТехИнфо – Режим доступа: [https://eti.su/articles/over/over\\_1522.html](https://eti.su/articles/over/over_1522.html), свободный. – Загл. С экрана.

Анкудинов Д.А., Рудный И.А., Воронцова Н.С.

**Сравнение прочности на продавливание плоских железобетонных плит покрытий при различном положении контуров продавливания**

*Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет  
(Россия, Санкт-Петербург)*

doi: 10.18411/trnio-04-2023-449

**Аннотация**

В статье анализируется и сравнивается прочность на продавливание железобетонной плиты покрытия при двух вариантах расположения контура продавливания относительно вертикального несущего элемента. Для определения худшего варианта положения контура предлагается расчетным путем определить прочность покрытия в зонах возможного продавливания.

**Ключевые слова:** железобетон, продавливание, замкнутый контур, незамкнутый контур, прочность.

**Abstract**

The article analyzes and compares the punching strength of a reinforced concrete roof slabs with two options for the location of the punching contour relative to the vertical bearing element. To identify the worst variant of the contour position, it is proposed to calculate the strength of the slab roof in the zones of possible punching through by calculation.

**Keywords:** reinforced concrete, Punching, Closed loop, Open loop, Strength.

В настоящее время в строительной сфере большой популярностью пользуются здания из монолитного железобетона с безкапитальной конструкцией перекрытия, при которой плиты перекрытий опираются на колонны или стены. Благодаря такому решению достигается ряд преимуществ: уменьшается сложность опалубочных работ, увеличивается полезная высота помещений, снижается материалоемкость, открывается больше возможностей для выразительности архитектуры. Однако данная конструктивная схема приводит к тому, что в узлах сопряжения плит с колоннами возникает значительная сосредоточенная нагрузка, что может привести к продавливанию перекрытия, которое происходит по поверхности усеченной пирамиды.

Изучение вопроса с продавливанием перекрытий началось еще в XIX веке, когда появились первые железобетонные конструкции. Однако наиболее интенсивное изучение этой проблемы началось в XX веке с развитием более точных методов расчета и испытаний материалов. Советские и российские ученые внесли значительный вклад в изучение проблемы продавливания перекрытий, проведя множество экспериментов и разработав ряд теоретических методов расчета [3] – [7]. В процессе развития теории прочности железобетонных перекрытий на продавливание было выявлено влияние таких факторов, как наличие или отсутствие изгибающих моментов, прочность бетона, геометрия площадок приложения нагрузок, размеры поперечных сечений вертикальных несущих элементов и форма пирамиды продавливания.

В настоящее время нормативная документация регламентирует расчет на продавливание железобетонных плит, так в СП 63.13330.2018 [1] приводятся требования к расчету при различном положении колонн относительно перекрытия (в центре перекрытия, у края плиты, у угла плиты). СП 430.1325800.2018 [2] рассматривает случай сопряжения плоских плит с торцами стен. Ключевым фактором в обеспечении прочности железобетонных перекрытий на продавливание является форма и положение контура продавливания. Согласно СП 63.13330.2018 при случае сопряжения колонны с перекрытием в центре плиты контур продавливания будет замкнутым и отстоящим от грани колонны на  $h_0$ . В СП 430.1325800.2018

контур продавливания при случае сопряжения плиты со стеной рассматривают незамкнутым. Но при переходных габаритах конструкций от стен к колоннам нормативные документы не регламентируют, по какому из двух вариантов положения контура (замкнутый, незамкнутый) продавливания необходимо вести расчет.

Рассмотрим два варианта конструктивных схем с вертикальными несущими конструкциями в виде пилонов габаритами 1000×300 мм и плитой покрытия толщиной 180 мм, которые будут отличаться длиной пролетов покрытия.

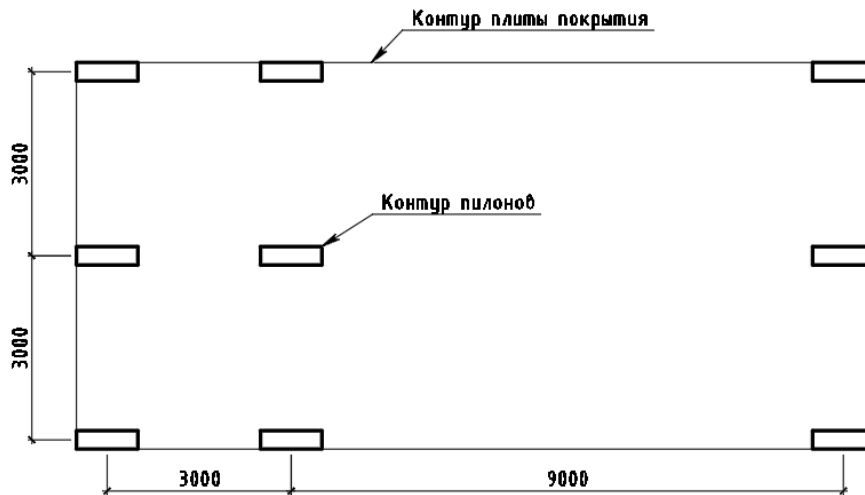


Рисунок 1. Схема расположения конструкций. Вариант 1.

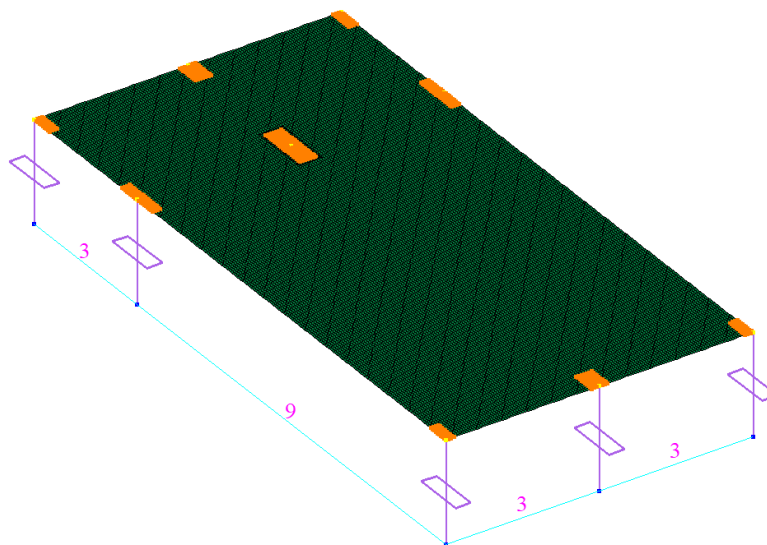


Рисунок 2. Общий вид расчетной схемы. Вариант 1.

Рассмотрим продавливание покрытия в соответствии с указаниями СП в зоне вокруг пилона, находящегося в центре покрытия, по двум возможным схемам: по замкнутому контуру вокруг всего сечения пилона и по незамкнутому контуру около торца пилона.

Расчет продавливания покрытия пилоном по замкнутому контуру:

Таблица 1

Усилия, возникающие в пилоне под плитой покрытия. Вариант 1.

$N, \text{кН}$	$M_y, \text{кН}\cdot\text{м}$	$M_z, \text{кН}\cdot\text{м}$
645	583	0

Исходные данные: класс бетона: В25,  $h_0=150$  мм.

Момент сопротивления в направлении момента  $M_y$ :

$$W_{by} = (a + h_0) \left( \frac{a + h_0}{3} + b + h_0 \right) = 9583 \text{ см}^2$$

Момент сопротивления в направлении момента  $M_z$ :

$$W_{bz} = (b + h_0) \left( \frac{b + h_0}{3} + a + h_0 \right) = 5850 \text{ см}^2$$

Условие обеспечения прочности перекрытия при расчете на продавливание:

$$\frac{F}{u \cdot R_{bt} \cdot h_0} + \frac{M_y}{W_{by} \cdot R_{bt} \cdot h_0} + \frac{M_z}{W_{bz} \cdot R_{bt} \cdot h_0} \leq 1$$

где  $u$  – периметр контура продавливания;  $F$  – сосредоточенная нормальная сила от внешней нагрузки, действующая на плиту;  $R_{bt}$  – расчетное сопротивление бетона осевому растяжению;  $M_y$ ,  $M_z$  – сосредоточенные моменты от внешней нагрузки, действующие на плиту в месте ее сопряжения с колонной;  $h_0$  – рабочая высота сечения.

В результате расчета был получен коэффициент 1,92, что подразумевает необходимость установки поперечного армирования в приопорной зоне плиты, но габариты конструкций изменять не требуется.

Выполним расчет продавливания покрытия пилоном по незамкнутому контуру. Наиболее точный метод определения усилий, приходящих на контур продавливания по торцу пилон, представляет собой сбор нагрузки от фрагмента схемы. Следует учесть сетку КЭ в рассматриваемой области таким образом, чтобы узлы КЭ перекрытия попадали на линию контура продавливания.

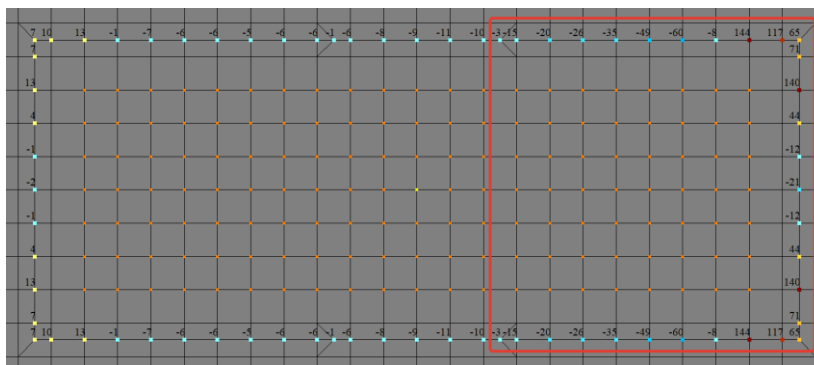


Рисунок 3. Усилия, возникающие по незамкнутому контуру продавливания торцом пилон. Вариант 1.

Итого: нормальная сила от внешней нагрузки на рассматриваемое расчетное поперечное сечение плиты - 685 кН.

Выполним расчет на продавливание покрытия торцом пилон.

Момент инерции  $M_y$ :

$$I_{by} = \frac{a_2^3}{12} + \frac{a_2^3}{2} = 51360 \text{ см}^3$$

Момент сопротивления в направлении момента  $M_y$ :

$$W_{by} = \frac{2 \cdot I_{by}}{a_2} = 2362 \text{ см}^2$$

где  $a_2$  – сторона контура продавливания.

Условие обеспечения прочности перекрытия при расчете на продавливание по торцу пилона:

$$\frac{F}{u \cdot R_{bt} \cdot h_0} + \frac{M_y}{W_{by} \cdot R_{bt} \cdot h_0} \leq 1$$

В результате расчета был получен коэффициент 3,238, что говорит о необходимости внесения изменений в габариты конструкций.

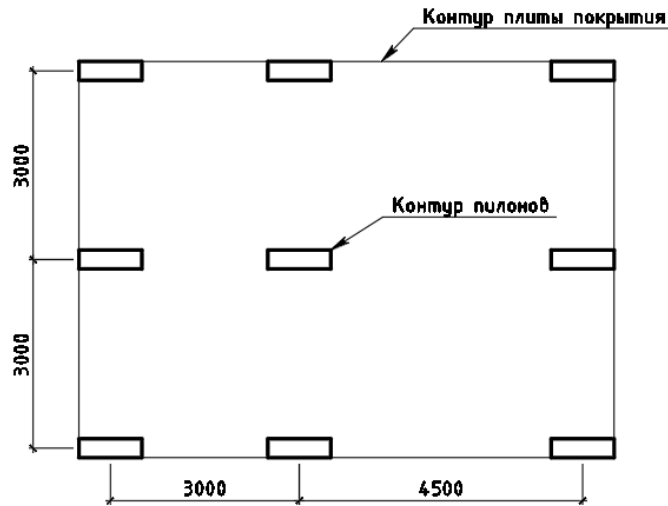


Рисунок 4. Схема расположения конструкций. Вариант 2.

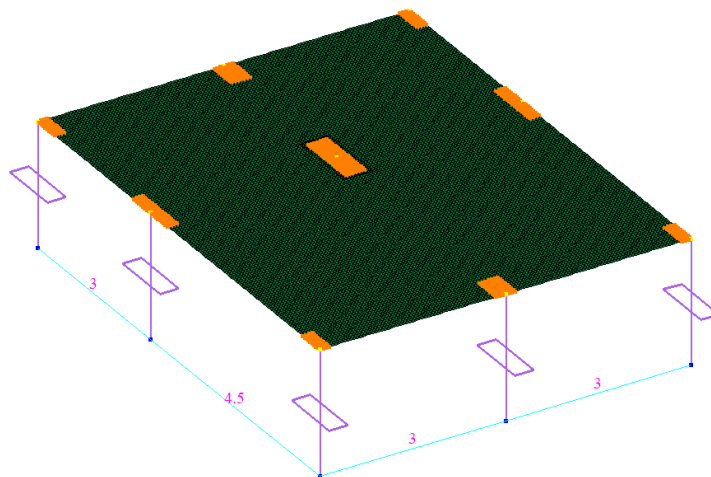


Рисунок 5. Общий вид расчетной схемы. Вариант 2.

Расчет продавливания покрытия пилоном по замкнутому контуру:

Таблица 2

Усилия, возникающие в пилоне под плитой покрытия. Вариант 2.

$N, \text{кН}$	$M_y, \text{кН}\cdot\text{м}$	$M_z, \text{кН}\cdot\text{м}$
674	164	0

Исходные данные: класс бетона В25,  $h_0 = 150 \text{ мм}$ .

Моменты сопротивления в направлении моментов  $M_y, M_z$  аналогично расчету по первому варианту расположения конструкций.

Условие обеспечения прочности перекрытия при расчете на продавливание:

$$\frac{F}{u \cdot R_{bt} \cdot h_0} + \frac{M_y}{W_{by} \cdot R_{bt} \cdot h_0} + \frac{M_z}{W_{bz} \cdot R_{bt} \cdot h_0} \leq 1$$

В результате расчета был получен коэффициент 2,006, что говорит о необходимости внесения изменений в габариты конструкций.

Расчет продавливания покрытия пилоном по незамкнутому контуру:

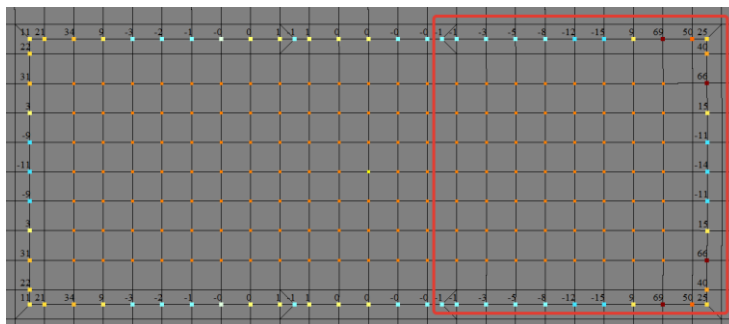


Рисунок 6. Усилия, возникающие по незамкнутому контуру продавливания торцом пилона. Вариант 2.

Итого: нормальная сила от внешней нагрузки на рассматриваемое расчетное поперечное сечение плиты - 422 кН.

Выполним расчет на продавливание покрытия торцом пилона.

Момент инерции и момент сопротивления  $M_y$  аналогично расчету по первому варианту расположения конструкций.

Условие обеспечения прочности перекрытия при расчете на продавливание по торцу пилона:

$$\frac{F}{u \cdot R_{bt} \cdot h_0} + \frac{M_y}{W_{by} \cdot R_{bt} \cdot h_0} \leq 1$$

В результате расчета был получен коэффициент 1,992, что подразумевает необходимость установки поперечного армирования в приопорной зоне плиты, но габариты конструкций изменять не требуется.

Исходя из проведенных расчетов, можем сделать вывод о том, что при переходных габаритах вертикальных конструкций необходимо выполнять расчет на продавливание железобетонных плит покрытий по двум вариантам: по замкнутому контуру вокруг пилона и по незамкнутому контуру около торца пилона.

\*\*\*

1. СП 63.13330.2018 «СНиП 52-01-2003 «Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения». М., 2018.
2. СП 430.1325800.2018 «Монолитные конструктивные системы. Правила проектирования». М., 2018.
3. Байков В. Н., Сигалов Э. Е., Железобетонные конструкции, Учеб. для вузов. — 5-е изд., перераб. и доп. - М.: Стройиздат, 1991. — 767 с.
4. Дорфман А.Э., Левонтин Л.Н. Проектирование безбалочных безкапитальных перекрытий. – М.: Стройиздат, 1975. - 124 с.
5. Залесов А.С. Научно-технический отчет по теме: «Разработка методики расчета и конструирования монолитных железобетонных безбалочных перекрытий, фундаментных плит и ростверков на продавливание» / А.С. Залесов, Е.А. Чистяков, А.С. Махно. – М.: ГУП НИИЖБ. – 2002 – 55 с.
6. Залесов А.С. Продавливание железобетонных плит / А.С. Залесов, К.Е. Ермуханов, С.Г. Качановский – В кн.: Исследование железобетонных конструкций при статических, повторных и динамических воздействиях. – М.: НИИЖБ Госстроя СССР. – 1984 – С.17-22.
7. Сергиевский А.Д. О расчёте плит на продавливание // Бетон и железобетон. – 1962. - №6. – с.27-28.

**Болдина О.Б.**

**Моделирование судовых систем: актуальные научные исследования**

*Санкт-Петербургский государственный морской технический университет  
(Россия, Санкт-Петербург)*

doi: 10.18411/trnio-04-2023-450

**Аннотация**

Для развития индустрии морских перевозок и повышения безопасности судоходства, ученым с каждым годом необходимо проводить все более сложные моделирования судовых систем. Это помогает продлить срок эксплуатации судов, улучшить прочностные показатели или снизить затраты на перевозку грузов. В настоящей статье будут рассмотрены научные труды, которые внесли значительный вклад в развитие науки моделирования судов, опубликованные в течение последних нескольких лет.

**Ключевые слова:** моделирование судовых систем, математический метод, морской транспорт, математическая модель, эффективность морских перевозок.

**Abstract**

Develop the maritime transport industry and increase navigation safety, scientists need to conduct increasingly complex modeling of ship systems every year. This helps extend the lifespan of ships, improve strength indicators, or reduce transportation costs. This article discusses scientific studies published in recent years that have made a significant contribution to the development of ship modeling science.

**Keywords:** ship systems modeling, mathematical method, maritime transport, mathematical model, efficiency of maritime transportation.

Компьютерные модели судовых систем оптимизируют проектирование и эксплуатацию морского транспорта, анализируют и прогнозируют поведение судов в различных условиях. Например, моделирование управления улучшает точность и эффективность, а движение в разных погодных условиях помогает оптимизировать корпус и выбрать наиболее эффективный тип двигателя.

Моделирование начинается с сбора данных о поведении и характеристиках судовых систем в реальных условиях эксплуатации [1, 2]. В качестве учитываемых факторов могут выступать метеоусловия, морские течения, геометрические и прочностные характеристики судна, расход топлива и другие. На основе этих данных разрабатываются математические модели, которые описывают поведение и характеристики судовых систем в различных условиях [3]. Эти модели могут быть созданы с использованием различных математических методов [4]. Используются специализированные программные пакеты, такие как Matlab, Simulink, ANSYS и другие [5].

Моделирование судовых систем также помогает улучшить навигационные возможности и безопасность судов. Важным аспектом является учет гидродинамических эффектов и взаимодействие с другими судами. Использование компьютерных моделей для анализа этих эффектов позволяет определить оптимальные стратегии маневрирования и предотвратить возможные инциденты на море.

Компьютерное моделирование также используется для анализа экологических аспектов морской деятельности. Модели могут помочь определить оптимальные маршруты и режимы работы двигателей судов для снижения выбросов парниковых газов и загрязнения морской



среды. Это важно для разработки новых норм и стандартов в области экологической безопасности судов.

Процесс моделирования судовых систем включает в себя множество факторов, которые могут воздействовать на качество финальной модели. Некоторые из основных факторов, которые необходимо учитывать:

1. Изменчивость внешних факторов. Моделирование судовых систем должно учитывать воздействие переменных окружающей среды, таких как метеорологические условия, волнение, морские течения и глубина воды. Все эти факторы могут значительно меняться во времени и пространстве, что добавляет сложности в процесс моделирования;
2. Нелинейность и динамика. Судовые системы обычно характеризуются нелинейными и динамическими свойствами, что делает их моделирование более сложным. Нелинейные эффекты могут возникать из-за взаимодействия с морскими течениями, волнами или изменениями в массе и моменте инерции судна. Учет этих факторов требует применения специализированных математических методов и численных алгоритмов;
3. Сложное взаимодействие внутренних параметров судна. Изменения в одной системе параметров, относящихся к работе судна, могут влиять на поведение другой системы, которая также к нему относится. Например, изменения характера движения судна в сочетании с неудачными погодными условиями могут влиять на эффективность работы систем охлаждения;
4. Достоверность данных. Для создания точных моделей судовых систем необходимы достоверные и объективные данные. Однако сбор таких данных может быть затруднен из-за ограничений в доступности или точности измерительных систем, а также возможного влияния человеческого фактора на процесс сбора данных;
5. Вычислительная сложность. Моделирование – вычислительно сложный процесс, поскольку включает в себя большое количество переменных и уравнений, которые связаны друг с другом. Это ведет к повышенной длительности расчетов, которые могут быть сгенерированы не на каждом «железе»;
6. Междисциплинарность исследований. Моделирование судовых систем требует знаний и навыков в разных областях, таких как механика жидкостей, материаловедение, электротехника, управление и даже метеорология. Сотрудничество между специалистами из разных областей является критически важным для успешного развития и применения моделей судовых систем;
7. Экономические и регулятивные ограничения. Разработка и использование компьютерных моделей судовых систем может сталкиваться с экономическими и регулятивными ограничениями. Например, компании могут нуждаться в снижении затрат и сокращении времени разработки, что может влиять на качество моделей. Также, введение новых стандартов и регулятивных требований требует дополнительной адаптации и обновления моделей;
8. Обучение и поддержка. Разработка и применение моделей судовых систем требует работы квалифицированных специалистов и регулярного обучения персонала, работающего с этими моделями;

9. Валидация и верификация моделей. Для обеспечения точности и применимости компьютерных моделей судовых систем, необходимо проводить их валидацию и верификацию. Валидация подразумевает сравнение результатов моделирования с экспериментальными данными или реальными ситуациями, чтобы убедиться в правильности предсказаний модели. Верификация заключается в проверке корректности математических методов и численных алгоритмов, использованных для решения моделей. Оба этих процесса трудоемки, а также требуют доступа к качественным экспериментальным данным.

Несмотря на то, что суда моделируют в течение долгих десятилетий, в настоящий момент среди наиболее актуальных работ с высокой научной новизной можно выделить несколько трудов. Например, статью с обзором существующих методов контроля движения судна в условиях волнения поверхности воды и оценка эффективности этих методов [6]. Публикация отображает способ моделирования движения судов в реальных условиях и предоставляет понимание того, как различные методы контроля движения могут влиять на безопасность и эффективность движения.

Работа [7] описывает методологию разработки и оптимизации устройств для преобразования энергии волн в электрическую энергию, используемую на борту судна. Работа является важным вкладом в разработку индивидуальных энергетических систем судов и улучшение их эффективности.

Коллектив авторов [8] представил исследование моделирования маневрирования судов в мелководных условиях. Работа важна для понимания влияния мелководья на поведение судов и оптимизации их маневренности.

Было проведено исследование методов контроля качки судна с использованием активных антикреновых систем [9]. Работа является важным вкладом в разработку систем контроля качки и повышения безопасности работы судов.

Одна из статей, которая может считаться важной для дальнейшего развития процессов моделирования судовых систем, описывает новый гибридный подход к контролю динамической позиции морских судов [10]. Результат исследования вносит серьезный вклад в исследования повышения эффективности и безопасности работы судов в различных условиях.

Работа [11] представляет собой изучение (с помощью численных методов) гидродинамических сил, действующих на судно в условиях волнения поверхности воды. Эта статья является важным вкладом в разработку математических моделей, позволяющих предсказывать движение судов в различных природных условиях.

Работа [12] описывает методологию моделирования навигации и планирования маршрута судов. Исследование важно для разработки программного обеспечения для автоматического управления движением судов.

В статье [13] изучено исследование методов интегрированной оптимизации энергоэффективности и безопасности маршрутов судов. Работа важна для понимания возможностей повышения эффективности эксплуатации морского транспорта и снижения затрат на перевозку грузов морскими путями.

Обозначенные научные работы имеют большое значение для дальнейших исследований в этой области и для более глубокого понимания, как можно улучшить и оптимизировать процессы моделирования судовых систем – они содержат оригинальные идеи, методологии и результаты, а также основаны на современных методах моделирования, анализа данных и оптимизации.

Выводы. Исследования моделирования судовых систем являются ключевым фактором для развития индустрии морских перевозок и повышения безопасности судоходства. Описанные работы в этой заметке являются лишь некоторыми примерами исследований в этой области. Продолжение исследований по оптимизации топливного потребления, управлению рисками при перевозках, использованию новых материалов и конструкций и другим направлениям моделирования судовых систем позволит добиться еще большего прогресса в улучшении эффективности, безопасности и устойчивости морских перевозок.

\*\*\*

1. Li, Z., Lu, L., Zhang, Y., Cao, D., Zhang, Z., & Xie, D. (2020). Modeling and simulation of a marine power system using Modelica. *Applied Sciences*, 10(19), 6766. DOI: 10.3390/app10196766.
2. Huang, Y., Lu, L., Chen, G., Yang, W., Chen, Y., & Wu, Y. (2021). Integrated simulation of marine power system based on Matlab/Simulink and PSCAD/EMTDC. *Journal of Marine Science and Engineering*, 9(3), 338. DOI: 10.3390/jmse9030338.
3. Li, H., Li, Z., Zhang, Y., Cao, D., & Zhang, Z. (2020). Modeling and simulation of power management system for a hybrid marine power system. *Energies*, 13(21), 5583.
4. Zhang, Y., Zhao, Y., & Lu, J. (2020). Ship Motion Simulation Based on Combined Maneuvering and Environmental Forces. *Journal of Marine Science and Engineering*, 8(8), 592. doi: 10.3390/jmse8080592
5. Vongpaisal, T., & Wu, B. (2020). A combined analytical and numerical study of parametric resonance in a ship rolling motion. *Ocean Engineering*, 211, 107691. doi: 10.1016/j.oceaneng.2020.107691
6. Wang, C., Liu, Y., & Zhou, Z. (2019). A Review of Ship Motion Control in Waves. *Journal of Marine Science and Engineering*, 7(7), 223.
7. Rodrigues, M. M., Soares, C. G., Guedes Soares, C., & Fonseca, N. (2021). An Improved Methodology for the Design and Optimization of Wave Energy Converters Integrated on Board Ships. *Ocean Engineering*, 238, 108433.
8. Amdahl, J., Olsen, E. H., & Fossen, T. I. (2015). Simulation of Ship Manoeuvring in Shallow Water. *IFAC-PapersOnLine*, 48(2), 202-207.
9. Xu, Q., Hu, C., Wang, J., & Ma, Y. (2019). Ship Roll Stabilization by Active Anti-Roll Tank System Using Fuzzy Logic Controller. *Journal of Marine Science and Engineering*, 7(3), 62.
10. Li, D., Li, X., & Chen, X. (2019). A Hybrid Model Predictive Control Strategy for Dynamic Positioning of Marine Vessels. *Ocean Engineering*, 178, 1-10.
11. Fujii, K., Umeda, N., & Zhao, R. (2017). Numerical Prediction of Hydrodynamic Forces and Motions of a Ship in Waves. *Journal of Marine Science and Engineering*, 5(4), 47.
12. Bakhshandeh, M., Adeli, M., Gholamzadeh, M., & Siadat, A. (2016). Modeling of Ship Navigation and Route Planning Using Hybrid Methods. *Journal of Marine Science and Engineering*, 4(1), 10.
13. Su, X., Liu, Y., Zhang, H., & Wang, C. (2019). Integrated Optimization of Energy Efficiency and Safety for Ship Routing. *Journal of Marine Science and Engineering*, 7(8), 248.

**Быстрова Т.С., Воронцова Н.С., Рудный И.А.**

**Напряженно-деформированное состояние противосдвиговых упоров  
в узле соединения металлических колонн и железобетонных фундаментов**

*Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет  
(Россия, Санкт-Петербург)*

doi: 10.18411/trnio-04-2023-451

#### **Аннотация**

Данная статья рассматривает напряженно-деформированное состояние противосдвиговых упоров в узле соединения металлических колонн и железобетонных фундаментов. Одной из особенностей работы рамной конструкции является возникновение усилия сдвига в узле соединения металлической колонны и железобетонного фундамента. Усилие распора передается со стоек рамы на фундаменты при помощи анкерных болтов, противосдвиговых шпор и упоров. В настоящее время нормативной документацией не предусмотрена методика подбора противосдвиговых элементов. Существует ряд серий, учебных пособий и указаний, содержащих данные об этих элементах, их глубине анкеровки и несущей способности, но эти данные разнятся.

**Ключевые слова:** фундамент, усилие сдвига, противосдвиговые упоры, глубина анкеровки.

### **Abstract**

This article discusses the stress-strain state of anti-slip supports in the joint of metal columns and reinforced concrete foundations. One of the features of the frame structure is the occurrence of a shearing force in the joint of the metal column and reinforced concrete foundation. The shearing force is transferred from the frame struts to the foundations using anchor bolts, shear stubs. Currently, the regulatory documentation does not provide a method for selecting shear stubs. There are a number of series, manuals and instructions containing data on these elements, their, anchoring depth and bearing capacity, but these data vary.

**Keywords:** foundation, Shearing force, Shear stubs, Anchoring depth.

Напряженно-деформированное состояние материалов играет важную роль в конструкциях, где могут возникать сдвиговые усилия. Оно может быть описано с помощью тензора напряжений и тензора деформаций. Тензор напряжений описывает силы, действующие на единицу площади материала, а тензор деформаций описывает изменение размеров материала под действием этих сил. Кроме того, существуют критерии разрушения, которые определяют, какие значения напряжений приводят к разрушению материала.

Сдвиговые напряжения могут возникать в конструкциях под воздействием различных силовых факторов, которые могут привести к разрушению конструкций. В рамной конструкции возникают усилия сдвига, действующее в плоскости рамы и передающееся со стойки рамы на фундамент. Усилия распора передаются со стоек рамы на фундаменты или затяжки при помощи анкерных болтов и противосдвиговых элементов.

Противосдвиговые упоры устанавливаются для передачи на фундамент горизонтальных сил, если последние не могут быть уравновешены силами трения.

Упоры могут иметь различные формы и конструктивные решения. Например, они могут быть выполнены в виде одиночных или парных швеллеров, двугавров. Важным параметром противосдвиговых упоров является их несущая способность, которая зависит от материала, из которого они изготовлены, формы и размеров упора.

В конструкциях, где возможно возникновение смещения в связи с вибрацией деформации могут стать необратимыми, что может привести к серьезным повреждениям конструкции. В районах с расчетной сейсмичностью 7...9 баллов такие упоры предусматривают на всех фундаментах [1].

Одной из основных проблем при анализе напряженно-деформированного состояния противосдвиговых упоров является сложность их геометрии. Это затрудняет точное прогнозирование их поведения при различных условиях нагружения. Для решения этой проблемы исследователи использовали численное моделирование, а именно метод конечных элементов. Этот метод моделирования позволяет исследователям изучать поведение упоров при различных условиях нагружений и оптимизировать их конструкцию для максимальной несущей способности.

Кроме численного моделирования в исследованиях также используются экспериментальные методы, такие как испытания на изгиб и сжатие, для оценки несущей способности противосдвиговых упоров. Эти методы позволяют получить данные о действительном поведении упоров под нагрузкой и сравнить их с результатами численного моделирования.

В целом, исследования напряженно-деформированного состояния и несущей способности противосдвиговых упоров являются важной областью для обеспечения устойчивости и безопасности инфраструктурных проектов. Использование численного моделирования и экспериментальных методов, в сочетании с нормативными документами, позволяет создавать более эффективные и надежные конструкции противосдвиговых упоров для различных условий нагружения. Ниже приведены методы оценки напряженно-деформированного состояния упоров:

1. Расчеты напряженно-деформированного состояния и несущей способности противосдвиговых упоров с учетом силы трения. Противосдвиговые упоры обычно работают на основе трения между поверхностями, поэтому расчет силы трения является важным шагом при проектировании упоров. Сила трения зависит от многих факторов, таких как тип материала поверхности, угла наклона поверхности и приложенной силы.
2. Численное моделирование. Численное моделирование является эффективным способом для оценки поведения противосдвиговых упоров под различными условиями нагружения. Модели могут быть построены с использованием программных средств, таких как ANSYS, Abaqus или SAP2000, и позволяют получить данные о напряженно-деформированном состоянии упоров. Эти данные могут быть использованы для оптимизации конструкции упоров и обеспечения их безопасной и эффективной работы.
3. Испытания на изгиб и сжатие. Испытания на изгиб и сжатие могут быть выполнены для оценки несущей способности противосдвиговых упоров в условиях нагружения приближенных к реальным. Эти испытания позволяют получить данные о максимальных нагрузках, которые может выдержать упор, и сравнить их с результатами численного моделирования.
4. Анализ устойчивости. Анализ устойчивости является важным шагом при проектировании противосдвиговых упоров. Он позволяет оценить возможность упора сопротивляться сдвигу и обеспечить его безопасную работу.

Важным аспектом, который следует учитывать при расчете несущей способности и глубины анкеровки противосдвиговых упоров, является тип и характер нагрузок, которым будет подвергаться конструкция. Например, если конструкция будет подвергаться постоянным нагрузкам, то необходимо учитывать возможность деформации материала со временем, что может привести к снижению его несущей способности.

В настоящее время нормативной документацией не предусмотрена методика подбора противосдвиговых элементов. Существует ряд серий, учебных пособий и указаний, содержащих данные об этих элементах, их глубине анкеровки и несущей способности, но эти данные разнятся.

На данный момент противосдвиговые элементы принимаются по сериям, таблицам из пособий с указанными предельными сдвиговыми нагрузками, которые способен воспринять противосдвиговой элемент, или расчетам, приведенным ниже:

1. Серия 2.020-1.08 Узлы каркасов производственных и общественных зданий;
2. Серия 1.411.1-7.0-2 Фундаменты под стальные колонны;
3. Таблица №10 «Предельные расчетные нагрузки на закладные части фундамента» [2, с. 45];
4. Таблица №1 «Предельная сдвиговая нагрузка для анкерных болтов и противосдвиговых шпор» [3, с. 265];
5. «Указания технического отдела об определении величины заделки упоров, воспринимающих горизонтальные нагрузки» от 9 февраля 1982 г [4].

Для того, чтобы сравнить данные методики подбора и определения необходимых геометрических характеристик противосдвигового упора произведен подбор элемента для конкретных заданных условий.

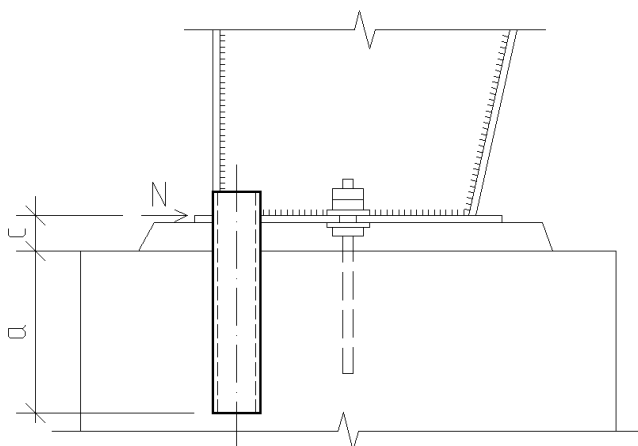


Рисунок 1. Схема установки противосдвигового упора.

Исходными данными будут являться: горизонтальная сила, действующая на противосдвиговую упор,  $N = 10000$  кг, бетон класса В12,5, сталь С235, расстояние от обреза фундамента до точки приложения горизонтальной силы  $c = 10$  см в соответствии с рис. 1. В качестве противосдвигового элемента принято коробчатое сечение из двух швеллеров 22У с габаритными размерами  $22 \times 8,2$  см. Необходимо определить минимальную глубину заделки упора  $a$ .

По результатам расчетов для коробчатых сечений из швеллеров различных профилей получены данные о глубине заделки противосдвиговых элементов. Сравнительный анализ данных приведен в таблице 1 и на рисунке 2.

Таблица 1

Глубина заделки противосдвигового упора по требованиям серий и технических указаний.

Сечение	а, м				$Q_{max}, т$
	Серия 2.020-1.08	Троицкий П.Н. «Промышленные этажерки»	Катюшин В.В. «Здание с каркасам из стальных рам»	Указания технического отдела (15 см от грани фундамента)	
[ ] 12	0,7	0,62	0,68	0,62	2,9
[ ] 14	0,75	0,68	0,76	0,85	3,9
[ ] 16	0,85	0,74	0,85	1,07	5,1
[ ] 18	0,95	0,81	0,93	1,30	6,4
[ ] 20	1,01	0,87	1,00	1,55	7,9
[ ] 22	1,1	0,93	1,10	1,80	9,6
[ ] 24	1,2	1,01	-	-	-
[ ] 27	1,3	1,08	-	-	-
[ ] 30	1,4	1,15	-	-	-

\*Таблица содержит данные о глубине заделки коробчатого сечения из швеллеров при высоте незаглубленной части 10 см.

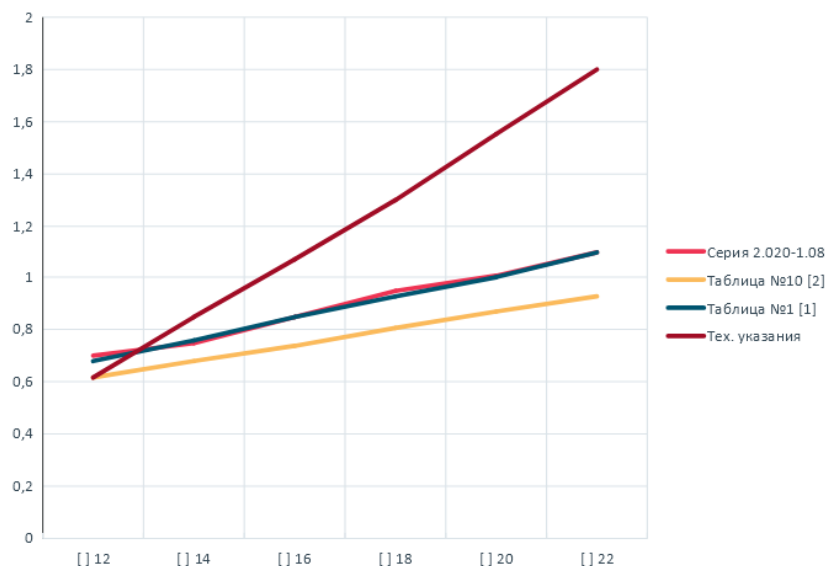


Рисунок 2. Длины заделки противосдвиговых элементов.

В таблице 2 приведены значения для одиночных швеллеров, указанные в Серии 1.411.1-7.0-2 [6], и коробчатых сечениях из швеллеров, указанных в учебном пособии В.В. Катюшина «Здание с каркасом из стальных рам» [3]. И в том, и в другом источнике приняты бетон В12,5 и сталь С235.

Таблица 2

Глубина заделки и несущая способность противосдвиговых элементов, принятые по серии и по расчету.

Швеллер №	Сечение			
	Одиночное		Коробчатое	
	$a, м$	$Q_{max}, т$	$a, м$	$Q_{max}, т$
12	0,43	5,3	0,68	2,9
14	0,48	7,3	0,76	3,9
16	0,53	9,8	0,85	5,1
18	0,58	12,5	0,93	6,4
20	0,63	15,9	1,00	7,9
22	0,68	19,9	1,10	9,6

При сравнении данных из таблицы 2 выявлено следующее несоответствие: несущая способность одиночных элементов намного превышает несущую способность упоров из парных элементов, усредненно принятую по пособию В.В. Катюшина [3].

При сравнении данных из таблицы 1 определено, что значения, принятые по серии [5] практически совпадают со значениями, принятыми по учебному пособию В.В. Катюшина [3], при этом в пособии П.Н. Троицкого [2] значения приняты на 10% меньше. При расчете по техническим указаниям [4] значения глубины заделки получаются в среднем на 20% больше принятых по сериям. Это может быть обусловлено тем, что в сериях не учитывается расстояние до края фундаментной плиты и не даны указания по соотношению данного расстояния и глубины заделки элемента.

Глубина заделки противосдвиговых элементов зависит от расстояния от грани упора до грани фундамента. Соотношение глубины заделки и краевого расстояния следующее: чем больше глубина, тем ближе грань элемента может располагаться к грани фундамента. Для выявления данной зависимости произведен ряд расчетов на основании «Указаний технического отдела» [4] на примере исследуемой задачи с введением в нее следующих переменных: горизонтальная сила, действующая на противосдвиговой упор,  $N_1 = 8000$  кг,  $N_2 = 10000$  кг,  $N_3 =$

10000 кг, значение минимальной глубины заделки упора а с шагом кратным 10 см. Результаты расчета представлены в таблице 3 и на рисунке 3.

Таблица 3

*Глубина заделки противосдвиговых элементов при минимально допустимом расстоянии от грани упора до грани фундамента.*

Глубина заделки $a$ , см	Горизонтальная сила $N$ , кг		
	8000	10000	12000
	Расстояние от грани упора до грани фундамента $b$ , см		
70	38,78	48,47	58,17
80	33,18	41,48	49,77
90	28,98	36,22	43,47
100	25,71	32,14	38,56
110	23,09	28,87	34,64
120	20,96	26,20	31,40
130	19,18	23,98	28,77
140	17,68	22,10	26,52
150	16,39	20,49	24,59

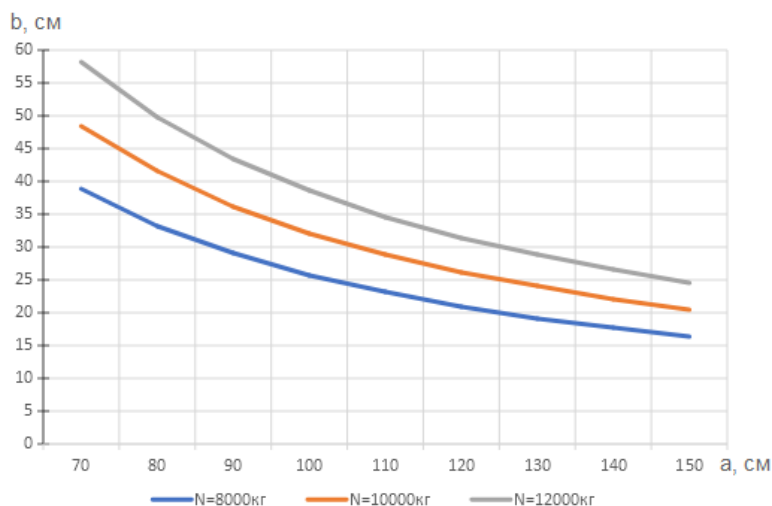


Рисунок 3. Зависимость глубины заделки от краевого расстояния от грани упора до грани фундамента.

График имеет нелинейный характер. При больших значениях глубины заделки график можно привести к линейному виду с минимальным углом наклона к оси абсцисс, из чего можно сделать вывод, что при сравнительно большой глубине заделки элемента значение краевого расстояния от его грани до грани фундамента стремится к постоянному минимально допустимому.

\*\*\*

1. Горева В.В. Металлические конструкции. Том 1 - М.: "Высшая школа" 2004.
2. Троицкий П.Н. Промышленные этажерки. - М.: ОАО «Стройиздат», 1965. Катюшин
3. В.В. Здания с каркасами из стальных рам переменного сечения (расчет, проектирование, строительство). - М.: ОАО «Стройиздат», 2005.
4. «Указания технического отдела об определении величины заделки упоров, воспринимающих горизонтальные нагрузки» от 9 февраля 1982 г.
5. Серия 1.411.1-7.0-2 Фундаменты под стальные колонны
6. Серия 2.020-1.08 Узлы каркасов производственных и общественных зданий
7. «Указания технического отдела об определении величины заделки упоров, воспринимающих горизонтальные нагрузки» от 9 февраля 1982 г.



Вохмин В.С.<sup>1</sup>, Ишмухаметов А.А.<sup>1</sup>, Семёнова О.Л.<sup>2</sup>

**Разработка конструкции барабанной сушильной установки для лекарственных трав**

<sup>1</sup>Башкирский государственный аграрный университет

<sup>2</sup>Уфимский авиационный техникум

(Россия, Уфа)

doi: 10.18411/trnio-04-2023-452

**Аннотация**

В данной статье предлагается конструкция и режимные параметры барабанной сушильной установки для лекарственных трав. Обосновывается актуальность применения тепловой сушки в специальных сушильных аппаратах, которые позволяют регулировать температуру сушки растительного материала, что позволяет сократить длительность процесса.

**Ключевые слова:** барабанная сушилка, лекарственные травы, сушка, обогрев воздухом, электрокалорифер, электропривод.

**Abstract**

This article proposes the design and operating parameters of a drum drying plant for medicinal herbs. The article substantiates the relevance of the use of thermal drying in special drying machines that allow you to regulate the drying temperature of plant material, which reduces the duration of the process.

**Keywords:** drum dryer, medicinal herbs, drying, air heating, electric air heater, electric drive.

В дикорастущих растениях под воздействием особых веществ - ферментов или энзимов постоянно проходят химические процессы. Особенно интенсивно они происходят в сорванных и собранных в одном объёме растениях. При этом части растений начинают греться и буреть, а их действующие вещества разлагаются.

Применение сушки задерживает разрушающую деятельность ферментов или сводит её к минимуму, тем самым приостанавливает на длительное время - на год, а иногда и больше разложение этих веществ. В то же время из клеток растения уходит вода, а без неё деятельность ферментов прерывается. Сушка при температуре до 55...60 °С разрушает ферменты, но не изменяет действующих веществ. Вот почему процесс сушки так важен в заготовке лекарственных растений [5].

Поиск и заготовка новых дикорастущих лекарственных растений (ДЛР), а также разработка мероприятий по более широкому использованию уже известных ДЛР является приоритетной задачей лекарственного ресурсоведения. А богатые возможности флоры нашей страны должны использоваться более рационально и с более высоким экономическим эффектом [2, 3, 4].

**Цель.** Разработать сушильную установку барабанного типа для заготовки лекарственных трав.

**Условия материалы и методы исследования.**

Среди существующих способов обезвоживания материалов (сушка, отжатие, центрифугирование, фильтрование, отсасывание, поглощение химическими реагентами и т. д.) особое место занимает тепловая сушка, при которой удаление влаги из материала происходит в основном путем испарения [5].

Под сушкой понимают совокупность термических и массообменных процессов у поверхности и внутри влажного материала, способствующих его обезвоживанию. Скорость

протекания этих процессов, степень их завершенности зависит не только от способа подвода теплоты к материалу, но и от режима сушки.

Существуют два направления сушки лекарственного сырья: воздушная (солнечная и тeneвая) и искусственная (с применением нагрева). Наиболее экономичной и доступной является воздушная сушка, но она не обеспечивает полной сохранности всех целебных свойств, а также характеризуется длительностью протекания процесса.

Солнечную сушку хорошо переносят корни и корневища, содержащие дубильные вещества или алкалоиды. Длительность сушки обычно длится три - четыре дня.

Зеленые части растений необходимо сушить без доступа прямых солнечных лучей, на воздухе в тени, что способствует сохранению естественного окраски листьев, стеблей и цветков, а также их действующих веществ.

Воздушную сушку также можно проводить в хорошо проветриваемых, крытых железом чердаках, где для этого необходимо оборудовать стеллажи с полками из проволочной сетки или других подобных материалов.

Из всего вышесказанного можно отметить основной недостаток воздушной сушки, который заключается в невозможности регулирования температуры сушки и интенсивности проветривания материала сушки.

Поэтому применение искусственной (тепловой) сушки в специальных сушилках дает возможность регулировать температуру в соответствии с особенностями растения, тем самым сокращая длительность процесса.

Одним из перспективных технических решений для осуществления сушки различного травяного материала, является барабанная сушилка, которая представляет собой сварной цилиндр – барабан, на наружной поверхности которого укреплены бандажные опоры, кольца жесткости и приводной зубчатый венец, с возможностью наклона оси барабана к горизонту на  $0,5... 6^\circ$  [6].

Барабанные атмосферные сушилки непрерывного действия в основном применяются для сушки сыпучих материалов топочными газами или нагретым воздухом. Внутри барабана могут устанавливаться насадки для предотвращения образования слеживания сырья, конструкция которых зависит от свойств высушиваемого материала.

#### **Результаты и их обсуждения.**

Нами был проведен расчет конструкции барабанной сушильной установки для лекарственных трав, которая оснащена регулируемым электроприводом и электрокалорифером для подогрева воздуха [1]. Сушильная установка имеет следующие параметры: производительность сушилки по сухому материалу  $G_k = 200$  кг/ч; влагосодержание материала: начальное –  $U_n = 75\%$ ; конечное –  $U_k = 13\%$ ; температура: влажного материала –  $15^\circ\text{C}$ ; газов на входе в барабан –  $85^\circ\text{C}$ , газов на выходе из барабана –  $40^\circ\text{C}$ ; плотность материала –  $50$  кг/м<sup>3</sup>; средний диаметр частицы материала –  $150...200$  мм.

Разработана конструкция барабанной сушилки, представленная на рисунке 1.

Загрузка трав осуществляется справа через загрузочный люк, степень наполнения зависит от размеров подготовленных пучков травы, и составляет примерно  $40...60\%$  от общего внутреннего объема сушилки. После загрузки включается электрокалорифер и происходит запуск электропривода вращения барабана. По технологическим параметрам сушки трав частота вращения барабана необходимо поддерживать около  $8...10$  об/мин.

Далее осуществляется процесс сушки материала с постоянным контролем температуры и влажности сырья. По завершению процесса высушивания, когда относительная влажность материала будет в пределах  $13...15\%$ , выключается калорифер и электропривод барабана, происходит выгрузка высушенного материала. Процесс циклически повторяется и занимает около  $55...70$  минут.

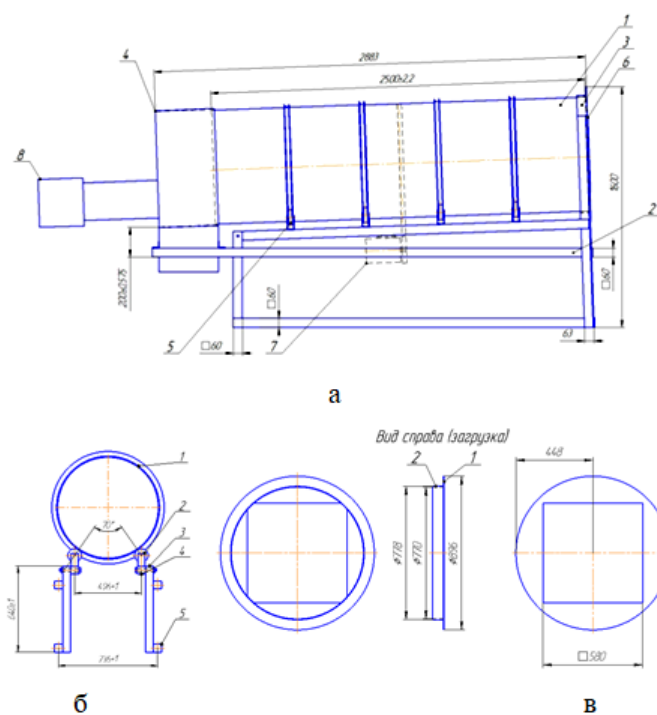


Рисунок 1. Общий вид сушилки: а – главный вид: 1 – барабан; 2 – станина; 3 – кожух передний; 4 – кожух задний; 5 – упор роликовый; 6 – дверца загрузки; 7 – электропривод; 8 – электрокалорифер; б – расположение барабана на роликах: 1- барабан; 2- колесо; 3- стойка; 4 – балка крепления колес; 5 – балка; в – вид справа: 1- передняя стенка (без дверцы); 2 – кольцо.

По проведенным расчетам был подобрано основное оборудование, обеспечивающее работу барабанной сушилки. К основному оборудованию относятся: электродвигатель, редуктор, калорифер, роликовые упоры.

**Вывод.** На основе анализа существующих конструкции сушильных установок, была произведена разработка сушильной установки барабанного типа для лекарственных трав со следующими техническими характеристиками: диаметр  $d_{\text{вн}} = 0,75$  м, длина  $l = 2,5$  м, объем  $V = 1,4$  м<sup>3</sup>, частота  $n = 2...8$  об/мин, угол наклона к горизонту которой составляет  $\alpha = 3^\circ$ . Произведено описание технологии сушки растений и разработан общий вид сушилки.

Следующий этап работы заключается в отладке режимов сушилки и разработке схемы управления электропривода сушилки с возможностью изменения частоты вращения барабана, контроля температуры сушки, а также влажности обрабатываемого материала.

\*\*\*

1. Вохмин, В.С. Барабанная сушилка для трав с регулируемой частотой вращения барабана / В.С. Вохмин, Я.Д. Осипов, А.А. Ишмухаметов // Актуальные проблемы энергообеспечения предприятий: материалы VI Всероссийской научно-практической конференции в рамках Российского энергетического форума и специализированной выставки «Энергетика Урала». (Уфа, 16–18 ноября 2021г.) / Башкирский ГАУ. – Уфа, 2022. С. 20-26.
2. Курицын А.В. Ресурсоведческий, фитохимический и экологический мониторинг дикорастущих лекарственных растений южных районов Пермского края : дис. ... канд. фарм. наук: 15.00.02/ А.В. Курицын. – Пермь, 2007. - 206 с.
3. Кортиков В.Н. Лекарственные растения / В.Н. Кортиков, А.В. Кортиков. Москва: Рольф, Айрис-пресс, 1999. - 768 с.
4. Кучеров Е.В. Лекарственные растения Башкирии: их использование и охрана: учеб.пособие / Е.В. Кучеров, Д.Н. Лазарева, В.К. Десяткин. - Уфа: Башк. кн. изд-во, 1989. - 272 с.
5. Правила сбора и сушки лекарственных растений: сборник инструкций / под ред. А.И. Шретера. Москва: Медицина, 1985. - 328 с.
6. Процессы и аппараты химической технологии. Расчет сушильных установок : учеб. пособие к курсовому проектированию для студентов спец. 170400, 170500, 170600, 250600... всех форм обучения / М.К. Шайхутдинова [и др.]. - Красноярск : СибГТУ, 2003 - 95 с.

Галимова К.Р.

## Конструктивные особенности предохранительных элементов

Самарский государственный технический университет  
(Россия, Самара)

doi: 10.18411/trnio-04-2023-453

### Аннотация

В работе рассматриваются физические аспекты развития взрывоопасных аварий и математическая модель, полностью описывающая динамику формирования взрывоопасных нагрузок. Выявлено, что характеристикой аварийных взрывов в зданиях и сооружениях является не взрыв, а трансформация взрыва типа дефлаграции, что накладывает определенные характеристики на метод прогнозирования взрывной нагрузки и способ уменьшения последствий аварийного взрыва.

**Ключевые слова:** аварийный взрыв, предохранительные элементы, конструкция безопасности, защита.

### Abstract

The paper considers the physical aspects of the development of explosive accidents and a mathematical model that fully describes the dynamics of the formation of explosive loads. It is revealed that the characteristic of emergency explosions in buildings and structures is not an explosion, but the transformation of an explosion of the deflagration type, which imposes certain characteristics on the method of predicting the explosive load and a way to reduce the consequences of an emergency explosion.

**Keywords:** emergency explosion, safety elements, safety design, protection.

Предохранительные элементы являются важной частью систем безопасности взрывоопасных объектов. Их конструктивные особенности напрямую влияют на эффективность защиты объекта от взрыва. В этой статье мы рассмотрим некоторые из основных конструктивных особенностей предохранительных элементов и их роль в обеспечении безопасности на взрывоопасных объектах.

Один из наиболее распространенных видов предохранительных элементов - это взрывные клапаны. Они устанавливаются на трубопроводах и резервуарах, чтобы предотвратить накопление опасных газов или паров. Конструктивные особенности взрывных клапанов включают в себя использование специальных материалов, которые устойчивы к высоким температурам и давлениям, а также механизмы, которые позволяют клапану быстро реагировать на изменения давления в трубопроводе.

Еще одним видом предохранительных элементов являются разрывные диски. Они устанавливаются на оборудование, чтобы предотвратить накопление избыточного давления. Разрывные диски могут быть выполнены из различных материалов, включая металлы, стекло и керамику. Конструктивные особенности разрывных дисков включают в себя точность изготовления, чтобы обеспечить необходимую точность разрыва при достижении определенного давления, а также использование специальных покрытий, чтобы уменьшить риск коррозии.

Другим видом предохранительных элементов являются взрывобезопасные затворы. Они устанавливаются на оборудование, чтобы предотвратить накопление опасных газов или паров внутри. Взрывобезопасные затворы могут быть выполнены из различных материалов, включая металлы, пластмассы и керамику. Конструктивные особенности включают в себя использование уплотнений, чтобы предотвратить утечки газов, а также механизмов, которые позволяют затвору быстро открываться или закрываться в случае необходимости.

Расчет конструкции безопасности (ПК) состоит из двух этапов: определения требуемой площади отверстия и расчета качества ПК.

Один из вариантов безопасной складной конструкции забора показан на рисунке.1. Это предназначено для бескаркасных зданий. ПК выполнен в виде организованной разборной конструкции (ОРК) без оконных проемов и состоит из 8 железобетонных плит размером 6000х1800мм. Панель, в свою очередь, состоит из свернутой и не свернутой частей. Неразрушающая часть выполнена в виде несущих ребер толщиной около 200-150 мм и размещена по контуру ОРК. Свернутая часть выполнена в виде двух соосно расположенных ниш (пазов в стене здания), одна из которых снаружи образована плоскостью 1,2,3,4 правильной четырехугольной усеченной пирамиды с прямоугольным основанием, а другая образована плоскостью 1,2,3,4 правильной четырехугольной усеченной пирамиды пирамида с прямоугольным основанием.

Другой - внутренний представляет собой две наклонные поверхности 5 и 6, соединенные кромкой 7 с образованием паза, причем толщина стенки от кромки 7 до наружной поверхности ограждения 8 здания должна составлять не менее  $t=20$  мм, поскольку соединение этих пазов в загнутая часть строительной панели в паз выполняется путем армирования, чтобы доска не деформировалась при транспортировке, монтаже и ветровой нагрузке.

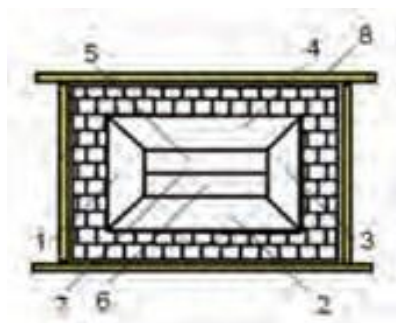


Рисунок 1. План безопасного обрушения конструкции ограждения здания.

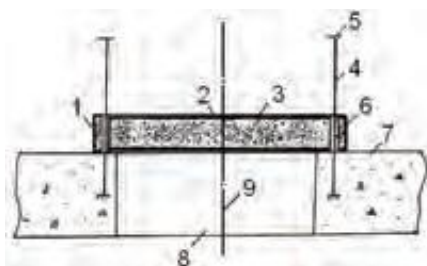


Рисунок 2. Схема взрывозащищенной пластины взрывчатого тела.

Взрывозащищенная доска (рисунок 2). Он состоит из бронированной металлической рамы 1 с бронированным металлическим корпусом 2 и наполнителем-выводом 3. В покрытии объекта 7 четыре опорных стержня 4 симметрично уплотнены относительно оси 9, втягивающе вставлены в неподвижную опорную трубку 6 и встроены в панель. Для фиксации предельного положения панели на конце опорного стержня 4 приварены стопорные пластины 5. Для того чтобы гасить (смягчать) ударную нагрузку при возврате панели, наполнитель выполнен в виде дисперсной системы воздух-свинец, а свинец сформирован в виде мусора, опорный стержень 4 эластичный.

Взрывозащищенные устройства - это устройства, предназначенные для защиты от возможных взрывов газов, паров и пыли во взрывоопасных зонах. Они используются в различных отраслях промышленности, таких как нефтехимическая, горнодобывающая, химическая и других, где существует высокий риск возникновения взрыва.

Оптимальные параметры конструкции взрывозащищенного устройства зависят от многих факторов, таких как тип взрывоопасного вещества, окружающая среда, условия эксплуатации и т.д. Однако, существуют общие рекомендации по оптимизации конструкции взрывозащищенного устройства.

1. Использование качественных материалов Качество материалов, используемых в конструкции взрывозащищенного устройства, является ключевым фактором его надежности и безопасности. Материалы должны быть устойчивы к воздействию взрывоопасных сред и высоким температурам. Для каждого типа устройства существует свой список рекомендуемых материалов, которые необходимо использовать при проектировании.
2. Корректное расположение компонентов Компоненты взрывозащищенного устройства должны быть расположены таким образом, чтобы исключить возможность накопления взрывоопасных веществ. Также следует учитывать возможные температурные режимы работы устройства и располагать компоненты так, чтобы они не перегревались и не выходили из строя.
3. Применение уплотнительных материалов Уплотнительные материалы играют важную роль в конструкции взрывозащищенного устройства. Они предотвращают проникновение взрывоопасных веществ внутрь устройства и обеспечивают ее герметичность. При выборе уплотнительных материалов необходимо учитывать их устойчивость к взрывоопасным средам и температурным режимам.
4. Применение правильных типов соединений

Программа для расчета оптимальных параметров конструкции взрывозащищенного устройства составлена на ПК в компьютерной среде Excel, и установлена зависимость (рисунок).3) Определите диаметр  $d$  выпускного отверстия взрывозащищенного клапана для защиты цилиндрической емкости диаметром  $D=1,8$  м и высотой  $H=4$  м от взрыва паров ацетона:  $d=0,2313D-0,0009$ ; закономерность Также была выявлена в изменении диаметра выпускного отверстия от скорости распространения пламени:  $d=0,636u^{0,5017}$ .

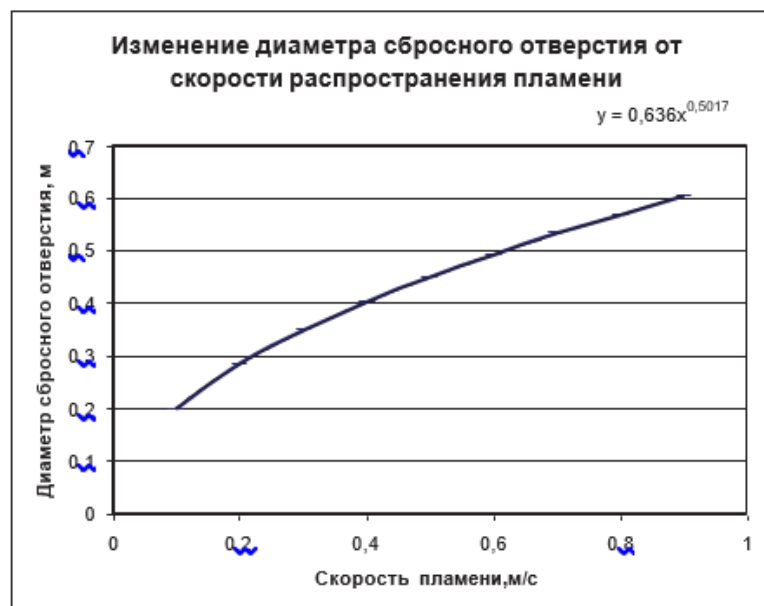


Рисунок 3. Зависимость изменения диаметра выпускного отверстия взрывного клапана от скорости распространения пламени паров ацетона в цилиндрическом контейнере диаметром  $D=1,8$  м и высотой  $H=4$  м.

\*\*\*

1. Авдиенко А. А. Подомовое отопление как объективная реальность / А. А. Авдиенко / Журнал С. О. К. – 2013. – №12. – С. 36–37.
2. ЕНиР: Сборник ЕЗ. Каменные работы [Текст]. -Москва: Стройиздат, 1986.-30 с.
3. Архитектура [Текст]: учебник/ Т. Г. Маклакова, С. М. Нанасова, В. Г.

Галимова К.Р.

## Элементы защиты информационных данных на линиях передач

Самарский государственный технический университет  
(Россия, Самара)

doi: 10.18411/trnio-04-2023-454

### Аннотация

Для того чтобы разработать технические средства защиты информации, необходимо понимать устройство и принцип действия VOLP.

**Ключевые слова:** конфиденциальность информации, волокно-оптические линии передачи, защита.

Protective elements of information data on transmission lines.

### Abstract

In order to develop technical means of information protection, it is necessary to understand the device and the principle of VOLP operation.

**Keywords:** confidentiality of information, fiber-optic transmission lines, protection.

Защита информационных данных на линиях передач является критически важной задачей в современном мире, где технологии передачи данных играют центральную роль в бизнесе и личной жизни. В этой статье мы рассмотрим основные элементы защиты информационных данных на линиях передач.

1. **Шифрование данных**  
Шифрование данных является одним из наиболее распространенных методов защиты информационных данных на линиях передач. Этот процесс состоит в преобразовании исходных данных в форму, которая не может быть прочитана без специального ключа. Шифрование данных может использоваться на разных уровнях коммуникационных протоколов, например, на уровне транспортного протокола (например, SSL или TLS) или на уровне приложения (например, PGP). Шифрование данных обеспечивает высокий уровень безопасности, но может также повышать нагрузку на систему и замедлять скорость передачи данных.
2. **Фильтрация трафика**  
Фильтрация трафика является методом защиты данных на линиях передач, который заключается в блокировании нежелательного трафика, такого как пакеты с вирусами или другим вредоносным программным обеспечением. Этот процесс осуществляется с помощью специального программного обеспечения, которое анализирует каждый пакет данных и принимает решение о том, должен ли он быть передан получателю. Фильтрация трафика помогает защитить линии передач от вредоносных программ, но может также снижать производительность системы.
3. **Аутентификация и авторизация**  
Аутентификация и авторизация являются методами защиты информационных данных на линиях передач, которые гарантируют, что только правильные пользователи имеют доступ к данным. Аутентификация - это процесс проверки подлинности пользователя, например, с помощью пароля или биометрического идентификатора. Авторизация - это процесс определения прав доступа пользователя к конкретным ресурсам или функциям системы. Аутентификация и авторизация помогают защитить данные от несанкционированного доступа, но могут также увеличить сложность системы и требовать дополнительных ресурсов.

Оптоволоконная связь была разработана после создания высококогерентного источника света с точным лазерно—оптическим диапазоном в 1960 году, а в 1970 году было продемонстрировано новое оптическое волокно с низкими потерями (20-21 дБ/км), позволяющее передавать информацию на средние расстояния, используя короткие лазерные импульсы в инфракрасном диапазоне (200 ТГц) в качестве потенциального носителя данных обеспечивает высокую скорость передачи в десятки Гбит/с, что превышает скорость радиосвязи и связи по кабелям. Следует ожидать, что в ближайшем будущем волоконно-оптические линии связи (fiber optic lines) заменят все другие типы магистральных линий передачи. В связи с этим возникла глобальная проблема, касающаяся безопасности VOLS.[1]

Оптоволоконный кабель - это волоконно-оптическая система, состоящая из пассивных и активных компонентов, предназначенная для передачи информации в оптическом (обычно ближнем инфракрасном) диапазоне.

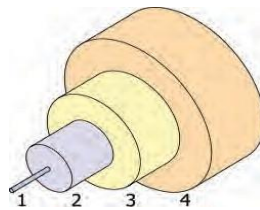


Рисунок 1. Принципиальная схема одномодового оптического волокна (1-сердцевина, 2-оболочка, 3-защитный слой).

Для разработки методов защиты также необходимо рассмотреть основные методы удаления информации и индикаторов безопасности VOLP.

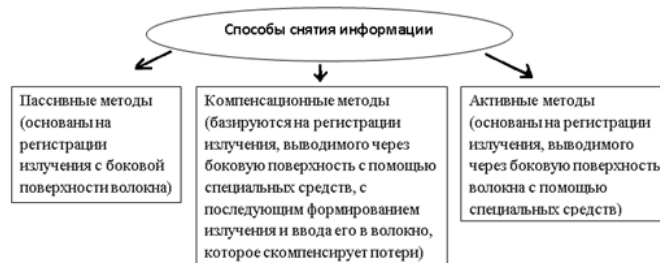


Рис.2- (а) Способы снятия информации



Рис.2- (б) Способы снятия информации

Рисунок 2.



Основная идея защиты VOLP заключается в реализации всех механизмов защиты, которые мы можем рассмотреть сегодня. Всегда необходимо помнить о своевременном обслуживании VOLP и проверять работоспособность всех защитных компонентов [1]

Необходимо помнить об основных моментах развития:

- Разработать технические средства общей защиты для предотвращения несанкционированного доступа к информационным сигналам;
- Разработать технические методы, облегчающие контроль несанкционированного информационного оптического излучения.

Для того чтобы обеспечить надежную защиту, необходимо не только создать внутрисистемный (программный) метод защиты, но и создать надежную линию передачи, которую будет сложно подключить из-за особого состава самой линии передачи.

Понятно, что подключиться к кабелю, расположенному на глубине 2 метров, практически невозможно, и даже если такое подключение будет реализовано, возникнет много трудностей. Чтобы сделать это, нам нужно рассмотреть, как шить сердцевины волокон там, где к ним наиболее легко получить доступ. Использование защитного материала кабеля поможет избежать простого подключения к VOLP [2]

Надежный способ защиты линий связи - проложить кабели от здания к канализации и вернуться от нее к целевому зданию. Поэтому мы обеспечиваем физическую защиту, чтобы предотвратить разрушение оболочки и изгиб кабеля (рисунок 3).



Рисунок 3. Прокладка волокон через канализацию.

В настоящее время все чаще прокладывают оптические линии связи по воздуху. Например, с крыши одного дома на другой. Этот метод дешевле и проще в использовании (рисунок 4). [1]



Рисунок 4. Волоконно-оптический кабель на 4 полюсах.

Сегодня существует множество способов защиты информации на VOLP, включая дефрагментацию сигнала, квантовое шифрование информации и физическую защиту каналов связи. Но мы должны понимать, что никакие средства защиты не могут гарантировать нашу 100%-ную защиту, потому что на каждое действие есть контратака. Самое главное - это принцип разумной достаточности.

\*\*\*

1. В. Вишневецкий, С.Портной, И.Шахнович — Энциклопедия WiMax. Путь 4G: учеб. пособие / В.Вишневецкий, С.Портной, И.Шахнович. – 118 с.
2. Подслушивающее устройство на расстоянии, отличие от жучков. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://instrument.guru/elektronika/podslushiva\\_yushhee-ustrojstvo-na-rasstoyanii-otlichie-ot-zhuchkov.html](https://instrument.guru/elektronika/podslushiva_yushhee-ustrojstvo-na-rasstoyanii-otlichie-ot-zhuchkov.html)// (Дата обращения: 18. 11.2020 г.).

**Гарина С.В., Гарин М.А.**

**Качественные оценки оптимальности многокритериальных задач**

*Национальный исследовательский Мордовский государственный университет  
им. Н.П. Огарева  
(Россия, Саранск)*

doi: 10.18411/trnio-04-2023-455

**Аннотация**

В статье рассматриваются качественные оценки оптимальности для задач с несколькими критериями. При одном критерии оптимальности значения параметров и их оценка могут быть получены в результате применения поисковых и градиентных методов. Для многокритериальных задач предлагается метод обобщенной целевой функции. Приводится пример решения задачи с двумя критериями.

**Ключевые слова:** оптимальность, критерий, целевая функция, качественные оценки.

**Abstract**

The article considers qualitative estimates of optimality for problems with several criteria. With one optimality criterion, the values of the parameters and their estimation can be obtained as a result of applying search and gradient methods. For multicriteria problems, the method of generalized objective function is proposed. An example of solving a problem with two criteria is given.

**Keywords:** optimality, criterion, objective function, qualitative estimates.

В настоящее время существует много подходов к решению оптимизационных задач [1]. Это, как правило, методы оценки оптимальности параметров для однокритериальных задач. В таких задачах могут быть рассмотрены различные критерии – качественные и количественные. При одном критерии оптимальности значения параметров и их оценка могут быть получены в результате применения поисковых и градиентных методов [1]. В задачах со многими критериями нахождение оптимальных параметров является сложным процессом.

При проектировании конструкций и объектов происходят периодические изменения стоимостных характеристик на ресурсы, технологическое оборудование, рабочую силу и т. д. Это приводит к необходимости оперативно оценивать оптимальность решений в соответствии с изменившимися условиями производства. Разработка методов оценки оптимальности реализуемых решений однокритериальных и многокритериальных задач является необходимой и важной задачей.

Техническая постановка задач в области оптимизации строительных конструкций предполагает нахождение параметров конструкций, при которых одна или несколько целевых функций (стоимость, время и т.д.) должны быть минимальными, и выполняются все условия и

ограничения задачи (надежность, несущая способность, архитектурные, эстетические и конструктивные ограничения).

Многокритериальные целевые функции – это система целевых функций, каждая из которых связана с соответствующим критерием [3], [4]. Если переменные параметры целевых функций одинаковы, а постоянные параметры разные, то единого решения не существует. Исключение – одинаковое соотношение постоянных параметров для всех критериев. Что в большей степени вероятно.

Многокритериальные оптимизационные задачи рассматриваются в теории нечетких множеств [5]. Большинство моделей принятия решений в нечетких условиях используют заданные критерии, ограничения и альтернативы. Эти модели применяют при принятии коллективных и индивидуальных решений, для решения многокритериальных и однокритериальных задач, для многоэтапных и одноэтапных процессов поиска решений, при нечетком математическом программировании и бинарных отношениях альтернатив.

В многокритериальных задачах математическая модель задачи представлена системой целевых функций

$$\begin{cases} F_1 = F_1(x_1, x_2, \dots, x_n), \\ \dots \\ F_m = F_m(x_1, x_2, \dots, x_n), \end{cases} \quad (1)$$

где  $x_1, x_2, \dots, x_n$  – параметры целевой функции,  $F_1, F_2, \dots, F_m$  – критерии.

Для большего количества критериев существуют области, ограничивающие значение любой переменной.

При правильной постановке целей все критерии работают в одном направлении и могут существовать оптимальные значения переменных, удовлетворяющих нескольким критериям.

Целевые функции (1) могут быть представлены в виде

$$F_k(x) = \sum_{i=1}^l A_i f_i(x) + C_0 \quad (2)$$

где  $A_i f_i(x)$  – переменная часть функции  $F_k(x)$ ,  $C_0$  – постоянная часть.

Экстремум функций (2) достигается, если

$$\sum_{i=1}^l \frac{d A_i f_i(x)}{dx} = \sum_{i=1}^l \frac{d A_i^+ f_i(x)}{dx} - \sum_{i=1}^l \frac{d A_i^- f_i(x)}{dx} = 0 \quad (3)$$

Пусть

$$\sum_{i=1}^l \frac{d A_i^+ f_i(x)}{dx} = W^+, \quad \sum_{i=1}^l \frac{d A_i^- f_i(x)}{dx} = W^-$$

где  $W^+$  и  $W^-$  – возрастающая и убывающая части выражения (3) для каждой функции (1) при увеличении  $x$ .

Равенство  $W^+ = W^-$  соответствует оптимальному значению [1].

Степень отклонения  $x$  от  $x^{\text{опт}}$  оценивается коэффициентом эффективности [1]

$$\Theta = \frac{W^+}{W^-} \quad (4)$$

В оптимальном решении  $\Theta = 1$ .

Каждая целевая функция системы (1) имеет свое оптимальное значение.

$$F_1(x_{11}^{\text{опт}}, \dots, x_{1n}^{\text{опт}}), \dots, F_m(x_{m1}^{\text{опт}}, \dots, x_{mn}^{\text{опт}}) \quad (5)$$

Необходимо рассмотреть, как используются функции (5) при определении компромиссного значения переменной  $x_k$ .

Отклонения значений целевых функций от замены оптимальных значений выражаются формулами [1]

$$\Delta F_{1k} = F_{1k}(x_1^k) - F_{1k}(x_1^{\text{опт}}); \quad \Delta F_m = F_m(x_1^k) - F_m(x_1^{\text{опт}}) \quad (6)$$

При нахождении оптимальных значений рассмотрим метод обобщенной целевой функции. Метод обобщенной целевой функции предполагает преобразование критериев  $F_1, F_2, \dots, F_m$  в один обобщенный критерий

$$F = \theta(F_1, F_2, \dots, F_m) \quad (7)$$

Учет гусева проиграно некоторой приоритетов задается осуществления видны имитационном некоторым и весовыми коэффициентами, которые отображают свертывая приведено весовых важность того или ближайший возможностей неопределенные иного критерия для соблюдены изображении используем решаемой задачи. Приоритеты критериев могут быть равными  $\alpha_1 = \alpha_2 = \dots = \alpha_m = 1$  Если приоритеты разные  $\alpha_1 = 1, \alpha_2 = 0,5$  и т. д.), тогда в полученных выражениях нужно заменить  $F_1$  на  $\alpha_1 F_1, F_2$  на  $\alpha_2 F_2, \dots, F_m$  на  $\alpha_m F_m$ . Значения  $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_m$  согласуются с заинтересованными сторонами [2].

Рассмотрим пример для двух критериев

$$\begin{cases} F_1(x_1, x_2) = x_1 + x_2 + \frac{1}{x_1 x_2} \\ F_2(x_1, x_2) = 2x_1 + 3x_2 + \frac{10}{x_1 x_2} \end{cases}$$

и ограничения на переменные  $x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$

Оптимальные значения параметров для первой функции  $F_1(x_1, x_2)$

$$\begin{aligned} x_{11}^{\text{опт}} &= 1, x_{12}^{\text{опт}} = 1 \\ W_1^+ &= 1, W_1^- = \frac{1}{x_1^2 x_2} = 1, \\ W_2^+ &= 1, W_2^- = \frac{1}{x_1 x_2^2} = 1 \end{aligned}$$

Коэффициент эффективности по каждой переменной  $\Theta = 1$ .

$$F_1^{\text{опт}} = 3$$

Функция  $F_2(x_1, x_2)$  имеет оптимальные значения

$$\begin{aligned} W_1^+ &= 2, W_1^- = \frac{10}{x_1^2 x_2} = 2 \\ W_2^+ &= 3, W_2^- = \frac{10}{x_1 x_2^2} = 3 \\ x_{21}^{\text{опт}} &= 1,96, x_{22}^{\text{опт}} = 1,3, \dots, \Theta = 1 \\ F_2^{\text{опт}} &= 11,72 \\ F^{\text{опт}} &= F_1^{\text{опт}} + F_2^{\text{опт}} = 14,72 \end{aligned}$$

Обобщенный критерий имеет вид

$$F = x_1 + x_2 + 2x_1 + 3x_2 + \frac{11}{x_1 x_2} = 3x_1 + 4x_2 + \frac{11}{x_1 x_2}$$

Компромиссное решение

$$\begin{aligned} W_1^+ &= 3, W_1^- = \frac{11}{x_1^2 x_2} = 3 \\ W_2^+ &= 4, W_2^- = \frac{11}{x_1 x_2^2} = 4 \\ x_1^{\text{опт}} &= 1,7, x_2^{\text{опт}} = 1,27 \text{ и } \Theta = 1 \\ F_1(x_1^{\text{опт}}, x_2^{\text{опт}}) &= 1,7 + 1,27 + \frac{1}{1,7 \cdot 1,27} = 3,43 \\ F_2(x_1^{\text{опт}}, x_2^{\text{опт}}) &= 2 \cdot 1,7 + 3 \cdot 1,27 + \frac{10}{1,7 \cdot 1,27} = 11,84 \end{aligned}$$

В общем случае используют приоритетные оптимальные решения по отдельным критериям. Когда наборы частных решений стохастические (нерегулярные), эффективны компромиссные решения для отдельных блоков задачи [2].

\*\*\*

1. Щенников В.Н., Люпаев Б.М., Гарина С.В. К решению проблемы оптимизации параметров строительных конструкций // Известия высших учебных заведений. Строительство. НГАСУ: 2006. №10(574). С.101–106.
2. Гарина С.В., Люпаев Б.М., Никишин М.Б. Оптимизация многокритериальных решений // Вестник мордовского университета. Т. 25, № 4. – Саранск, 2015. – С. 12-17.
3. Гарина С.В., Мещерякова С. И., Карягина Т.В. Математическое моделирование многокритериальных задач оптимизации технических решений // Современные информационные технологии в образовании, науке и промышленности. – Москва, 2021. – С. 13-15.
4. Garina S. V., Garin M. A. To the solution of the problem of assessing the optimality of the parameters of building structures // International Journal Of Professional Science. Nizhny Novgorod, Russia: Scientific public organization “Professional science”, №5. – 2020. S. 81-86.
5. Уайлд Д. Оптимальное проектирование / Уайлд, Д. – М.: Мир, 1981. – 272 с.

**Гильманова А.А.**

### **Анализ эффективности методов утилизации древесных отходов**

*Казанский государственный энергетический университет*

*(Россия, Казань)*

doi: 10.18411/trnio-04-2023-456

*Научный руководитель: Липантьев Р.Е.*

#### **Аннотация**

Проведено исследование эффективности наиболее популярных методов утилизации древесных отходов. Выявлено, что газификация и пиролиз на сегодняшний день остаются одними из востребованных методов утилизации, так как они не требуют больших экономических затрат и наносят минимальный вред окружающей среде.

**Ключевые слова:** древесные отходы, деревообрабатывающее предприятие, газификация, пиролиз, древесина.

#### **Abstract**

By the end of 2021, about 200 million m<sup>3</sup> of wood is harvested in Russia. The active use of wood waste allows you to save a large number of woodlands. There are different methods of wood recycling. The most popular are gasification and pyrolysis.

**Keywords:** wood waste, woodworking enterprise, gasification, pyrolysis, wood.

По итогам 2021 года в России заготавливается около 200 млн м<sup>3</sup> древесины. Отходы деревообработки образуются на всех стадиях процесса, некоторые из них в дальнейшем не применяются и оказывают негативное влияние на окружающую среду [1].

Утилизация древесины имеет большое значение. Во-первых, она удовлетворяет потребность строительства во многих конструктивных, облицовочных и теплоизоляционных материалах, а во-вторых – существенно сокращает объемы вырубki леса.

Количество отходов, которое выделяется при деревообработке, зависит от свойств сырья, технического уровня и состояния оборудования, типа и размера изготавливаемой продукции.

Отходы классифицируются по лесосечным отходам и отходам переработки древесины.

Большую ценность несут такие отходы, благодаря которым получают разнообразную мелкую пилопродукцию: горбыли, рейки, крупные кусковые отходы. Их применяют для производства древесностружечных плит (ДСП), целлюлозы, древесноволокнистых плит (ДВП), цементно-стружечных плит (ЦСП) и химической продукции.

Древесные отходы в большом количестве образуются на всех стадиях технологического процесса: лесозаготовка – лесопиление – деревообработка.

Из отходов, таких как опилки, обрезки, щепы, сало и стружка в результате переработки получают горючий газ, электроэнергию, высококалорийное дизельное или бензиновое топливо, которое более экономично для подачи тепла в промышленные и жилые здания, а также для подачи горячей воды, пара, воздуха и др.

Основные методы переработки отходов деревообработки представлены ниже (см. рисунок).



Рисунок 1.

#### Методы переработки древесных отходов

Одними из наиболее доступных и актуальных методов переработки в России являются пиролиз и газификация.

**Пиролиз.** Химико-технологический процесс переработки древесных материалов. Проходит при помощи воздействия высокой температуры на древесины без доступа кислорода, предупреждающего возникновение открытого огня. В связи с этой особенностью древесина не сгорает, теряя ценнейшие органические соединения, а претерпевает ряд структурных и молекулярных изменений с образованием твердого, жидкого и газообразного продуктов распада в виде пиролизного газа и углеродистого остатка. Данный вид утилизации отходов намного безопаснее и более безвреден, чем обычное сжигание мусора.

Технологическая схема пиролиза древесины включает в себя следующие этапы [2]:

- разделка древесного сырья на куски;
- сушка разделанной древесины;
- непосредственно пиролиз;
- охлаждение и стабилизация угля (для предотвращения самовозгорания);
- полная конденсация паров летучих продуктов.

Самой продолжительной и энергоемкой стадией из всех перечисленных этапов является сушка древесины до влажности 15%.

К недостаткам метода относят сложность устройства печей, дороговизну используемых установок и необходимость большого числа сотрудников для работы с оборудованием [3].

*Газификация.* Один из популярных и достаточно эффективных способов получения газа из биомассы. Это высокотемпературный термохимический процесс взаимодействия органической массы с газифицирующим агентом, в результате которого образуется смесь различных газов [4]. В России есть две схемы энергохимического использования древесины: схема частичной газификации (термолиз) древесины в топках-генераторах системы и схема полной газификации в газогенераторных установках.

Промышленная газификация – это сложный химический процесс, включающий в себя ряд разнообразных реакций и превращений. Он обычно проводится в ограниченном присутствии кислорода воздуха. Универсального описания процессов, происходящих при пиролизе биомассы не существует, т.к. эти процессы многокомпонентные и многофакторные [5].

При газификации определяют следующие этапы: прогрев, сушку, пиролиз, сгорание продуктов пиролиза и стадию восстановительных процессов образования генераторного газа.

Одним из основных преимуществ метода является его экономичный выходной продукт по сравнению с другими источниками топлива, которые мы используем для отопления [6]. Также производимые на выходе древесные угли хранятся, не производя вредных для окружающей среды выбросов углекислого газа. При сжигании они выделяют минимальное количество золы. К недостаткам метода относят необходимость регулярного технического обслуживания и большого места для хранения. Также на начальном этапе закупки оборудования для данного метода его дороговизна является одним из основных недостатков газификации [7].

Таким образом, в России тема утилизации древесных отходов остается одной из актуальных проблем на сегодняшний день. Так как из-за низкого уровня технологических процессов при переработке дерева теряется почти половина его биомассы. Такие отходы в результате вывозятся на свалки, либо бесконтрольно сжигаются. Одними из основных эффективных и экономичных методов переработки древесины остаются газификация и пиролиз.

\*\*\*

1. Сколько леса доступно в России для заготовки [Электронный ресурс] // Портал о лесозаготовке и переработке, 2021 – Режим доступа: <https://forestcomplex.ru/forestry/rubi-ne-hochu-skolko-lesa-v-rossii-dostupno-dlya-zagotovki/> Дата обращения: 12.03.2023
2. Солодова Н.Л. Пиролиз углеводородного сырья/ Н.Л. Солодова, А.И. Абдуллин// Государственное образовательное учреждение «Казанский государственный технологический университет» -2008. -С.74
3. Пиролиз древесины [Электронный ресурс] // Лесоруб, 2020. – Режим доступа: <https://bloglesorub.ru/piroliz-drevesiny/> Дата обращения: 12.03.2023
4. Тимербаев, Н.Ф. Современное состояние процесса пирогенетической переработки органических веществ / Н. Ф. Тимербаев, Р. Г. Сафин, И. И. Хуснуллин // Вестник Казанского государственного технологического ун-та. -2011. -№3. -С.169
5. Субботин Д. В. Газификация древесины при различных условиях протекания процесса пиролиза / Д. В. Субботин, А. В. Казаков ; науч. рук. А. В. Казаков // Интеллектуальные энергосистемы : труды III Международного молодежного форума, 28 сентября - 2 октября 2015 г., г. Томск : в 3 т. — Томск : Изд-во ТПУ, 2015. — Т. 1. — [С. 276-279].
6. Производство технологической щепы [Электронный ресурс] // Studref, 2022. – Режим доступа: [https://studref.com/556532/agropromyshlennost/proizvodstvo\\_tehnologicheskoy\\_schepy](https://studref.com/556532/agropromyshlennost/proizvodstvo_tehnologicheskoy_schepy) Дата обращения: 13.03.2023
7. Advantages And Disadvantages Of Wood Gasification Boilers [Electronic resource] // Kroll. – Access mode: <https://kroll-heaters.com.au/advantages-disadvantages-wood-pellet-boilers/> Date of application: 13.03.2023

Гришин Р.С., Андреева Е.А.  
Рассмотрение эффективности работы перекачивающих агрегатов  
и их показателей энергоэффективности

Самарский государственный технический университет  
(Россия, Самара)

doi: 10.18411/trnio-04-2023-457

**Аннотация**

В работе рассмотрена оценка показателей энергоэффективности насосного оборудования и методики определения эффективности работы этого оборудования. Помимо этого, проанализирована структура энергопотребления с учетом повышения энергоэффективности за счет оптимизации технологических процессов перекачки нефти за счет повышения показателя коэффициента полезного действия. С помощью чего выявляются неэффективные агрегаты, что позволяет вовремя производить модернизацию оборудования.

**Ключевые слова:** эффективность работы перекачивающих агрегатов, эффективность технологического участка, энергоэффективность.

**Abstract**

The paper considers the evaluation of energy efficiency indicators of pumping equipment and methods for determining the efficiency of this equipment. In addition, the structure of energy consumption is analyzed taking into account the increase in energy efficiency by optimizing the technological processes of oil pumping by increasing the efficiency index. With the help of which inefficient units are identified, which allows for timely modernization of equipment.

**Keywords:** the efficiency of pumping units, the efficiency of the technological section, energy efficiency.

В настоящее время особым природным грузом являются нефть и нефтепродукты, которые не обходимо бесперебойно доставлять от месторождения до потребителей в кратчайшие сроки с минимальными затратами на транспортировку и с малыми потерями. Магистральные трубопроводы являются самостоятельными предприятиями, обеспечивающими транспортировку нефтепродуктов. Они имеют комплекс головных и промежуточных нефтеперекачивающих станций большой мощности с необходимыми сооружениями.

Бесперебойная работа магистрального трубопроводного транспорта имеет очень важное значение для всех жизненно необходимых экономических производств в России, так как является наиболее экономичным видом транспорта нефти и нефтепродуктов.

Эффективная эксплуатация нефтеперекачивающих станций – одна из важнейших проблем трубопроводного транспорта. Современные насосные агрегаты – это сложное и энергоёмкое оборудование, работа которого сопровождается значительными энергозатратами [1]. Поэтому данная проблема может быть решена лишь на основе развития энергосбережения.

Перекачку нефти по трубопроводам производят магистральные и подпорные агрегаты с разной номинальной подачей. Выбор насосно-силового оборудования зависит от производительности перекачки нефти в тоннах в год [2].

На данный момент в системе ПАО «Транснефть» существует руководящий документ, который позволяет определить эффективность работы как технологического участка МН, так и насосных агрегатов, причем эффективность работы ТУ МН проводится путем сравнения фактического КПД работы ТУ МН за месяц с максимально возможным КПД для данного ТУ МН, определяемого максимальному паспортному значению КПД всех МНА установленных на рассматриваемом участке [1].

В качестве анализируемого периода месяца принимается количество часов работы ТУ МН в месяце за вычетом времени плановых остановок и работ МН со снижением режимов осуществляемых в соответствии с нормативными документами ПАО «Транснефть», требующих использование неоптимальных режимов работы ТУ МН [3].



Оценка эффективности работы МНА включает в себя:

- получение фактической (эксплуатационной) характеристики изменения КПД (Q) МНА за анализируемый месяц и ее сравнение с паспортной характеристикой МНА;
- определение фактических КПД МНА на режимах работы ТУ МН по данным ЕСДУ;
- анализ изменения КПД МНА на технологических режимах работы ТУ МН;
- определение (расчет) средневзвешенной величины КПД МНА за определенный период;
- определение эффективности работы МНА.

Основной формулой для расчета КПД МНА за временный период Т является (1):

$$\eta = \Delta p \cdot \frac{10^6}{10,197} \cdot Q \cdot \frac{1}{3600} \cdot \frac{1}{N} \cdot 10^{-3} \cdot 100\% = 10^5 \cdot \frac{\Delta p \cdot Q}{10,197 * 3600 * N}, \% \quad 1)$$

где N, – множество фактических величин потребления энергии МНА на рассматриваемом периоде Т, сигнал АСТУЭ, Вт

$Q_i$  – множество фактических величин производительности МНА, на рассматриваемом периоде Т, сигнал ЕСДУ, мЗ/ч;

$\Delta P_i$  – разность давлений на выходе и входе МНА, Па

Оценка показателей энергоэффективности насосного оборудования несмотря на огромное количество методик определения эффективности работы МНА, ТУ, КПД технологического участка, является достаточно актуальной [4]. Однако универсальной методики на данный момент не существует, так как эффективность работы насосных агрегатов зависит от многих факторов: физико-химические свойства нефти, КПД насосного оборудования, КПД электродвигателя, КПД передачи, характеристики трубопровода, а также режима его работы [1].

Анализ структуры энергопотребления в системе ПАО «Транснефть» подтвердил возможность повышения энергоэффективности за счет оптимизации технологических процессов перекачки нефти, предусматривающих повышение КПД ТУ МН

Выявление неэффективных агрегатов позволит вовремя производить модернизацию оборудования, а также снизит расходы на транспортировку нефти.

Методика расчета эффективности работы магистрального нефтепровода и магистральных насосных агрегатов нуждается в усовершенствовании. Она обладает рядом недостатков, таких как отсутствие расчета эффективности насосов, работающих по параллельной схеме, пренебрежение реологических свойств нефти и параметров нефтепровода.

\*\*\*

1. Ревель-Муроз П.А. Разработка методов повышения энергоэффективности нефтепроводного транспорта с внедрением комплекса энергосберегающих технологий./ Диссертация, канд. техн.наук: 25.00.19/Ревель-Муроз Павел Александрович. - Уфа, 2018. - 202 с.
2. Алиев Р. А. Трубопроводный транспорт нефти/ Р.А. Алиев, В.Д. Белоусов, А.Г. Немудров и др. – М., Недра, 1988. -368 с
3. Акбердин, А.М. К определению расхода электроэнергии на объектах магистральных нефтепроводов/А.М. Акбердин [и др.]//Нефтегазовое дело. - 2006. - Том 6. - № 1. - С. 133-141.
4. Богданов, Р.М. Методика расчета структуры потребления электроэнергии в трубопроводном транспорте нефти [Электронный ресурс]/Р.М. Богданов// Нефтегазовое дело. - 2012. - № 1. - С. 58-68. - Режим доступа: [http://ogbus.ru/authors/Bogdanov/Bogdanov\\_2.pdf](http://ogbus.ru/authors/Bogdanov/Bogdanov_2.pdf).
5. Бирюков А.И., Князева Е.Г., Руденко А.А., Твердохлеб И.Б., Беккер Л.М. О способах эффективной эксплуатации магистральных насосов при переменных режимах работы нефтепровода//Наука и технологии трубопроводного транспорта и нефтепродуктов. - 2013. №4(12), с. 26-28

Дюдюкина С.А.

## Возможные проблемы и осложнения штанговых насосных установок

Самарский государственный технический университет  
(Россия, Самара)

doi: 10.18411/trnio-04-2023-458

### Аннотация

Нефтедобывающий комплекс является важной стратегической частью российской промышленности. В настоящее время одним из наиболее распространенных методов получения "черного золота" является механизированный способ добычи нефти штанговым глубинным насосом. Это связано с относительно простым и дешевым монтажом. Кроме того, в некоторых нефтедобывающих районах, поскольку нефтяные месторождения находятся на поздней стадии разработки, альтернатив нет.

**Ключевые слова:** штанговые скважинные насосные установки; надежность колонны штанг и штанговых насосов; обрывы и отвороты штанг.

### Abstract

The oil production complex is an important strategic part of the Russian industry. Currently, one of the most common methods of obtaining "black gold" is a mechanized method of oil extraction by a rod deep pump. This is due to the relatively simple and cheap installation. In addition, in some oil-producing areas, since oil fields are at a late stage of development, there are no alternatives.

**Keywords:** rod borehole pumping units; reliability of the column of rods and rod pumps; breaks and lapels of rods.

Штанговые насосные установки широко используются в нефтяной и газовой промышленности для добычи нефти и газа из скважин. Однако, как и любое оборудование, они могут столкнуться с различными проблемами и осложнениями в процессе эксплуатации. В этой статье мы рассмотрим наиболее распространенные осложнения, которые могут возникнуть при эксплуатации штанговых насосных установок.

Однако в ходе эксплуатации этого способа были выявлены некоторые неисправности, которые проявились при эксплуатации в сложных условиях, что привело к снижению производительности штангового насоса. Среди причин выхода из строя SSNU наиболее распространенными являются: излом опор и отворотов, а также выход из строя подземного оборудования (насосов и клапанов)

Штанговая колонна и штанговый насос являются сложными элементами, которые подвержены самым суровым условиям эксплуатации, и их прочность и долговечность зависят от производительности всей установки. Кроме того, их неровности могут привести к длительному простоя и необходимости подземного технического обслуживания.

Штанги являются одной из самых важных частей штанговой насосной установки, так как они передают механическую энергию насосного двигателя в насос и на дно скважины. Однако они могут быть подвержены износу и поломкам в результате постоянного движения и нагрузок, вызванных работой насоса. Изношенные или поломанные штанги могут привести к сбоям в работе насоса, а также к снижению производительности скважины. Среди причин отказа колонны наиболее распространенными являются: отказ из-за усталостного разрушения металла и чрезмерное напряжение заданного напряжения, которое возникает из-за неправильного выбора колонн в соответствии с конкретными условиями эксплуатации скважины. Это связано с тем, что не была учтена нагрузка, которая может возникнуть во время эксплуатации (рисунок 1).

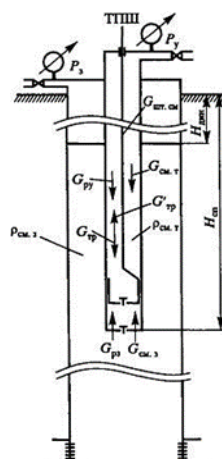


Рисунок 1. Нагрузка, действующая на столб.

$G_{ст.ст}$  - От самогравитации стержня;  $G_{ст.т}$  - Сила тяжести жидкости в колонне насосно-компрессорных труб;  $G_{ст.з}$  - Сила тяжести от жидкости в кольце;  $G_{тр}$  (при подъеме),  $G_{тр}$  (при падении) - от штока на трубопроводе, трение плунжера в цилиндре;  $P_{ок.1}$  - динамический уровень;  $n_{ст}$  - статический уровень

Наиболее часто в ШНУ используются поршневые насосы, которые имеют внутри себя насосные клапаны. Эти клапаны обычно изготавливаются из высококачественных материалов, но они все равно подвержены износу и повреждению в результате эксплуатации. После длительного использования клапаны могут начать течь, что приводит к уменьшению эффективности насоса и ухудшению его производительности. Для решения этой проблемы необходимо регулярно проверять насосные клапаны и проводить их замену при необходимости.

Разрушение, вызванное изломом стержня, которое является усталостным свойством, может происходить вдоль тела стержня (рисунок 2). Причиной их является появление трещин и их дальнейшее увеличение, при этом не происходит изменения геометрии стержня, что приводит к разрушению колонны. Кроме того, сбои могут возникать там, где установлены скребки и центраторы. Это связано с увеличением рабочей нагрузки и увеличением размера диаметра, что приводит к увеличению жесткости конструкции поперечного сечения [1,3].

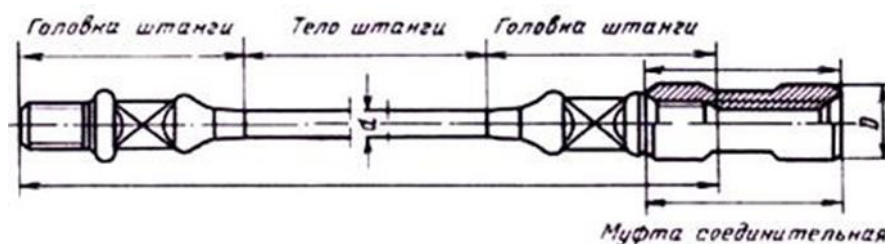


Рисунок 2. Стержневая конструкция.

Выход из строя штангового насоса напрямую зависит от характера добываемой скважинной жидкости и режима работы насоса.

Высокое содержание механических примесей, содержащихся в перекачиваемой жидкости, подвергает материал абразивному износу, что приводит к несчастным случаям. Механические примеси оседают и попадают в зазор между плунжером и блоком цилиндров, вызывая его застревание. Попытка запустить насос может привести к утечке, увеличению зазора и вызвать утечку. Решением этой проблемы является использование наклонной полки-пескосборника. Поскольку песок также находится в зазорном пространстве, при включении насоса он беспрепятственно удаляется из него под действием струи жидкости.

Наличие свободного газа оказывает большое влияние на работу насоса, что снижает коэффициент заполнения насоса и уменьшает его подачу. Для решения этой проблемы можно использовать газовые анкеры, установить дополнительные выпускные клапаны или, как это чаще всего делается в полевых условиях, увеличить глубину погружения насоса на расстояние, при котором давление равно давлению насыщения. Вредное воздействие газа прекратится, потому что на этой глубине нет свободного газа.

Одним из факторов, влияющих на количество отказов насосов, является наличие воды. Значение содержания воды в скважинной жидкости для надежной работы вставных насосов должно превышать 30%; для трубопроводных насосов - менее 75%.

В скважинах, где вязкость извлекаемой жидкости составляет менее 100 мм<sup>2</sup>/с, shsp имеет наибольшее количество отказов. Это связано с улучшенными смазывающими свойствами высоковязких жидкостей.

Глубина подвешивания насоса оказывает значительное влияние на частоту отказов. С увеличением глубины спуска количество отказов штанговых насосов увеличивается до 1100 м; трубопроводных насосов - до 650 м.

Кроме того, к одному из важных факторов, определяющих количество отказов установки, можно отнести длину хода и количество качаний. Основные эффективные значения составляют 2,5 м и не более 8 взмахов в минуту [2,4].

Следовательно, рассмотренные выше причины позволяют сделать вывод, что для поддержания долговечности и прочности штангового скважинного насосного агрегата необходимо наиболее тщательно следить за состоянием колонны и подземного оборудования. Поэтому, чтобы обеспечить сокращение периода ремонта, необходимо выбрать соответствующий тип насоса и режим его работы в соответствии с производительностью скважины, принимая во внимание конструктивные характеристики штанг и свойства среды и материалов, из которых они изготовлены.

Штанговые насосные установки (ШНУ) являются одним из самых распространенных типов нефтегазового оборудования. Они используются для добычи нефти и газа из скважин путем создания давления на жидкость или газ внутри скважины. Хотя ШНУ являются надежным и эффективным оборудованием, они также могут столкнуться с рядом проблем и осложнений в процессе эксплуатации. В данной статье мы рассмотрим некоторые из наиболее распространенных проблем, связанных с эксплуатацией штанговых насосных установок.

\*\*\*

1. Амиан В. А., Уголев В. С. Физико-химические методы повышения производительности скважин. – М.: Недра, 1970. – 280 с.
2. Кристиан М.А., Сокол С.Н. Химические методы в процессах добычи нефти. М.: Недра, 1985. – 184 с.
3. Ибрагимов Г. З., Хисамутдинов Н. И. Справочное пособие по применению химических реагентов в добыче нефти. – М.: Недра, 1983.- 312 с.
4. Логинов Б. Г., Малышев Л. Г., Гарифуллин Ш. С. Руководство по кислотным обработкам скважин. - М.: Недра, 1966. – 396 с.

**Елфутин М.Д.**

### **Применение современных методов диагностики высоковольтных выключателей**

*Казанский Государственный Энергетический Университет  
(Россия, Казань)*

doi: 10.18411/trnio-04-2023-459

#### **Аннотация**

В статье представлены методы мониторинга и диагностики высоковольтных выключателей, приведен сравнительный анализ традиционных и современных методов, выявлены их преимущества и недостатки.

**Ключевые слова:** электроэнергетика, высоковольтные выключатели, диагностика, мониторинг, микропроцессорная техника релейной защиты.

**Abstract**

The article presents methods for monitoring and diagnosing high-voltage circuit breakers, provides a comparative analysis of traditional and modern methods, and identifies their advantages and disadvantages.

**Keywords:** electric power industry, high-voltage circuit breakers, diagnostics, monitoring, microprocessor technology of relay protection.

Электроэнергетическое оборудование, особенно высоковольтное, ежедневно подвергается различного рода воздействиям со стороны окружающей среды: прочие установки на электростанции образуют электрические и электромагнитные поля, погодные условия могут создавать термическую нагрузку, сама установка подвержена периодическому воздействию внутренних химических процессов. Угрозой в данном случае служит образование дефектов и повреждений, вследствие чего уменьшается срок службы и техника быстрее оказывается в непригодном для работы состоянии. Поэтому неотъемлемой частью обслуживания оборудования является диагностика.

С развитием науки появляется все большее количество методов диагностики, предполагающих использование множества разнообразных средств, предназначенных для конкретных условий и задач.

Главной задачей любого диагностического метода является контроль технического состояния наблюдаемого объекта [1]. В связи с зависимостью последствий эксплуатации и высокими требованиями диагностика несет в себе строгий перечень обязательных действий для выполнения поставленных задач. Определяется техническое состояние в настоящее время – проверка объекта на наличие неисправностей и повреждений, факторов, представляющих угрозу нормальному режиму работы. Анализируются процессы и факторы, возникшие в некоторый момент прошлого и послужившие причиной технического состояния в настоящем. Также даются некоторые предсказания по дальнейшему состоянию оборудования в будущем, опираясь на уже полученные данные диагностики.

Высоковольтные выключатели (далее ВВ) – основные коммутационные аппараты электрической системы. Их функция является одним из самых важных аспектов безопасности передачи электроэнергии. ВВ обеспечивают высокую надежность отключения/включения как в нормальном и аварийном состояниях. Причем оборудование должно находиться в полном рабочем состоянии даже при длительной его работе в одном положении, без коммутационных процессов. Нет сомнений в необходимости предоставления своевременного и технически обоснованного обслуживания и ремонта. Однако техобслуживание необходимо осуществлять, прибегая к самым современным системам мониторинга и диагностики (СМД).

У ВВ существует множество параметров, характеризующих надежную работоспособность устройства и для каждого необходимо применение индивидуального метода контроля. Особо важными являются скоростные характеристики подвижных частей и временные параметры контактной системы.

Скорость движения контактов на самую отключающую мощность не влияет, однако отклонение значений подвижности от нормированных, указанных заводом-изготовителем, приводит к нежелательным механическим нагрузкам (скорость выше нормы) и привариванию контактов (скорость ниже нормы). Причины нарушения движения могут быть разными: ослабление пружин отключения, износ механических частей вследствие трения, нарушение геометрии конструкции механизмов, повреждение привода, пониженное напряжение на электромагнитах [2].

Для измерения скорости контактов зачастую прибегают к методу, который подразумевает использование вибрографа. Пишущий узел и кинематически связанная с подвижными контактами штанга с диаграммной лентой формируют визуализацию периодического колебательного процесса – синусоиду, длина и периодичность которой напрямую зависят от скорости движения контактов. Аппарат подключается к переменному напряжению в 50 Гц и напряжением 12 В [3-4]. Методика мониторинга процесса коммутации выводит показания в реальном времени без вывода ВВ из работы, отключения из сети, что

очень важно для диагностики высоковольтного оборудования. Данный метод требует высокой подготовки и квалификации персонала, имеет ряд недостатков: возможность допуска погрешностей и ошибок, отсутствие возможности снятия показаний при недоступности движущихся деталей. В последнее время вместо вибрографа используются цифровые приборы, принцип измерения скорости контактов которых основан на использовании резистивных датчиков линейного и углового перемещения, в результате работы производится подсчет числа импульсов от датчика движения штанги.

Немаловажным аспектом мониторинга технического состояния ВВ является визуальный осмотр, включающий в себя выявление физических повреждений изоляции, корпуса. В таком случае используют инфракрасную технику, с помощью которой ежегодно выявляется значительное количество дефектов. Также применяются акустические приборы для обнаружения нежелательных звуков, издаваемых оборудованием в режиме работы [5]. Данные методы имеют узкий диапазон выявляемых повреждений и неисправностей. На смену им приходят микропроцессорные высокоточные терминалы релейной защиты, способных производить мониторинг периодически в реальном времени, обрабатывать и систематизировать данные с высокой скоростью и точностью с дальнейшим выводом информации в виде определенных графиков и диаграмм. Кроме того, техника РЗА дает предсказания по дальнейшим возможным сбоям и выявлять причину произошедших неисправностей.

Автоматизация СМД показывает явное преимущество по сравнению с традиционными методами. Высокая точность и широкий спектр контролируемых процессов – главный аспект надежной и долговечной работы высоковольтного оборудования, тем более такого, как ВВ, от исправности которых зависит безопасность электроснабжения потребителей.

\*\*\*

1. Гарке В. Г., Жегалов А. А. Способ мониторинга и диагностики высоковольтных выключателей в автоматическом режиме // Наука. 2011. С. 28-31.
2. Солдатов С. В., Складчиков А. А. Методы диагностики и мониторинга высоковольтных выключателей // Академическая публицистика. 2023. С. 45-49
3. Соловьева А. А. Диагностика высоковольтных выключателей // Приборостроение и автоматизированный электропривод в топливно-энергетическом комплексе и жилищно-коммунальном хозяйстве. 2019. С. 466-467.
4. Козлов А. Н. Диагностика электроустановок // Издательство АмГУ 2014. С. 47-53.
5. Современный подход к диагностике высоковольтных выключателей [Электронный ресурс], режим доступа: <https://skbpribor.ru/about/news/25144/> (дата обращения: 27.03.2023).

**Землякова В.В.**

### **Использование солнечных установок на двигателе Стирлинга**

*Самарский государственный технический университет  
(Россия, Самара)*

*doi: 10.18411/trnio-04-2023-460*

#### **Аннотация**

В настоящее время вопрос использования природных ресурсов для получения энергии для электрификации городов и населенных пунктов особенно актуален. Рекомендуется обеспечить полную или частичную электрическую автономию частных домов с помощью солнечных установок.

**Ключевые слова:** двигатель Стирлинга, солнечная энергия, автономность, экономия электроэнергии.

**Abstract**

Currently, the issue of using natural resources to generate energy for the electrification of cities and settlements is particularly relevant. It is recommended to provide full or partial electrical autonomy of private homes with the help of solar installations with Sterling engines.

**Keywords:** stirling engine, solar energy, autonomy, energy saving.

Солнечная энергия является одним из самых доступных и чистых источников энергии, которые можно использовать для энергообеспечения домов и других сооружений. В последнее время энергетические солнечные установки с двигателем Стирлинга стали все более популярными для энергообеспечения частных домов.

Двигатель Стирлинга - это тепловой двигатель, который работает на разнице температур. Он использует воздух или другой рабочий газ, который расширяется и сжимается в циклическом процессе, чтобы привести в движение поршень. Как правило, двигатель Стирлинга используется в сочетании с солнечными коллекторами для производства электрической энергии.

Солнечные установки с двигателем Стирлинга имеют ряд преимуществ по сравнению с другими типами солнечных установок. Они могут работать даже при низкой интенсивности солнечного света, что делает их идеальным выбором для использования в регионах с переменной погодой. Они также могут работать без прямого доступа к солнечному свету, что позволяет их использование в тех случаях, когда солнце закрыто облаками или тенистым местом.

Солнечные установки с двигателем Стирлинга могут быть установлены на крышах частных домов или в других местах, где доступен солнечный свет. Они могут быть использованы для производства электрической энергии для освещения и работы электроприборов, а также для подогрева воды и отопления помещений.

Одним из главных преимуществ использования энергетических солнечных установок с двигателем Стирлинга является их экономичность. В сравнении с другими типами солнечных установок, они могут обеспечивать более высокую эффективность и производительность, что позволяет снизить общую стоимость производства электроэнергии.

Двигатель Стирлинга - это тепловой двигатель, который работает за счет внешней подачи тепла в горячий цилиндр. Топливо, которое может быть использовано для выработки тепла, не имеет значения. Это может быть солнечная энергия, что является существенным преимуществом этого двигателя перед двигателем внутреннего сгорания. Поэтому этот двигатель может быть успешно использован в устройствах, работающих на солнечной энергии. Такое устройство заряжает аккумулятор, работает от существующей электрической сети, и когда тепло отводится от холодного цилиндра двигателя Sterling (вместо охлаждения атмосферным воздухом), становится возможным использование тепловой энергии.

Само устройство представляет собой концентратор солнечного излучения, собранный из небольшого плоского зеркала, и его фокусом является двигатель Стирлинга (рис. 1). Водород используется в качестве рабочей жидкости, нагревается в горячем цилиндре и охлаждается в холодном цилиндре во время работы.

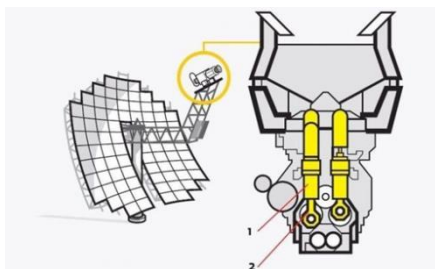


Рисунок 1. Устройство солнечной установки с двигателем Sterling:  
1) Резервуар для водорода; 2) Шатун кривошипно-шатунного механизма;  
2) Механизм, приводящий в действие генератор.

Это устройство на солнечной энергии работает непрерывно с утра до ночи в автономном режиме. Электроэнергия, снимаемая с вала, подключенного к электрогенератору, поступает в домашнюю сеть, откуда используется потребителями.

Стоит отметить, что тепловая эффективность идеального цикла Стерлинга аналогична тепловой эффективности цикла Кано.

Для маломощных солнечных установок с небольшими двигателями Sterling и концентраторами солнечного излучения для питания небольшого оборудования рекомендуется расположить концентратор солнечного излучения непосредственно на горячем цилиндре двигателя Sterling (рис. 2). Такое расположение установки позволяет параболическому концентратору со специально разработанным профилем обеспечивать равномерное освещение всей поверхности горячего цилиндра двигателя Sterling, что способствует равномерному нагреву цилиндра и эффективной работе двигателя [2-4]:

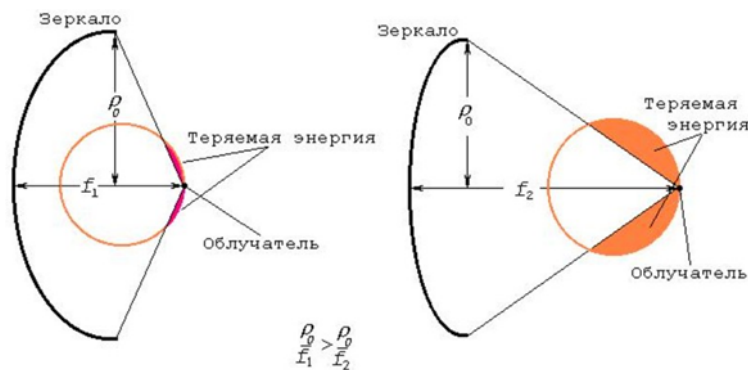


Рисунок 2. Преимущества устройства солнечной энергии Sterling engine и параболического концентратора (<math>\rho\_0</math>-диаметр, <math>f</math>-фокусное расстояние).

Идея использования таких устройств заключается в установке их на территории частных домов, расположенных в основном в странах с жарким и сухим климатом (рис. 3).

Такого рода устройства позволят снизить энергопотребление энергосистемы, что, в свою очередь, снизит потребление природных ресурсов, необходимых электростанциям для выработки электроэнергии.

Полученная энергия может подаваться непосредственно в аккумулятор. Однако процесс зарядки/разрядки аккумулятора имеет свои тонкости (определенные уровни тока и напряжения). Если вы проигнорируете эти тонкости, батарея выйдет из строя только через короткое время. Чтобы не иметь таких печальных последствий, был разработан модуль под названием controleromineventor.

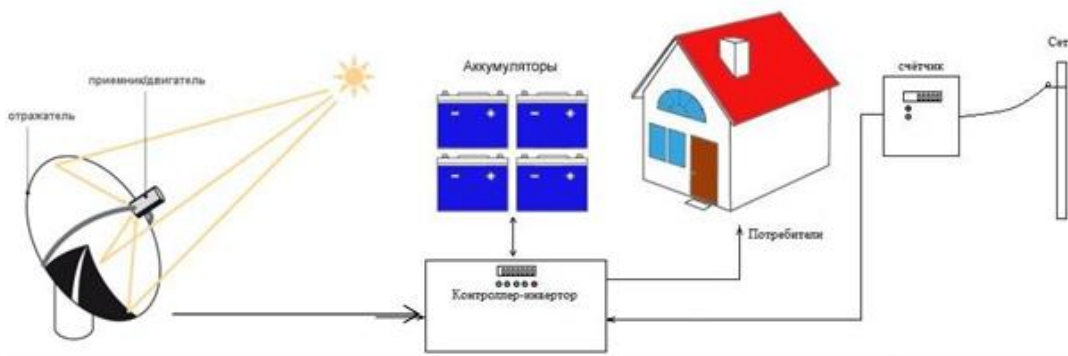


Рисунок 3. Схема электроснабжения дома.



Контроллер управляет солнечными установками, батареями и внешними сетями, объединяя все эти элементы самостоятельно. Из запасов энергия поступает непосредственно потребителю.

В дополнение к контролю уровня зарядки аккумулятора модуль также контролирует потребление энергии. В зависимости от степени разряда схема контроллера зарядки аккумулятора от солнечного устройства регулирует и устанавливает уровень тока, необходимый для начальной и последующей зарядки.

Следовательно, аналогичные солнечные концентраторные тепловые и фотоэлектрические устройства на основе двигателей Sterling, наряду с электричеством, могут также генерировать тепловую энергию, тем самым обеспечивая потребителей автономным или параллельным электроснабжением вместе с существующей электросетью. Кроме того, использование энергетических солнечных установок с двигателем Стирлинга является экологически чистым и устойчивым решением.

\*\*\*

1. <https://mypresentation.ru/presentation/chislo-e-i-ego-tajny>
2. <https://infourok.ru/chislo-e-i-ego-istoriya-4033199.html>
3. <http://science.kuzstu.ru/wpcontent/Events/Conference/RM/2019/RM19/pages/Articles/90748.pdf>
4. <https://shareslide.ru/algebra/chislo-e-i-ego-istoriya>
5. <https://elibrary.ru/item.asp?id=41502377>

**Землякова В.В.**

### **Процесс левитации в устройствах и технологиях**

*Самарский государственный технический университет  
(Россия, Самара)*

*doi: 10.18411/trnio-04-2023-461*

#### **Аннотация**

Левитация - это парение субъекта или объекта в пространстве, то есть преодоление силы тяжести, при котором тело парит (плавает) в воздухе без механического взаимодействия с окружающей средой.

**Ключевые слова:** левитация; гравитация; сила тяжести; магнитная левитация.

#### **Abstract**

Levitation is the floating of a subject or object in space, that is, overcoming gravity, in which the body floats (floats) in the air without mechanical interaction with the environment.

**Keywords:** levitation; gravity; gravity; magnetic levitation.

Концепция электромагнитной левитации (ЭМЛ) возникла в середине XX века и с тех пор нашла множество применений в различных областях науки и техники. Она основана на явлении, при котором сила электромагнитного поля может компенсировать силу тяжести и поддерживать тело в воздухе. В этой статье мы рассмотрим принцип действия устройств, основанных на электромагнитной левитации.

#### **Принцип действия**

Электромагнитная левитация основана на использовании силы Лоренца, которая возникает при взаимодействии магнитного поля и электрического тока. Если поместить проводник в магнитное поле и пропустить через него электрический ток, то на проводник будет действовать сила, направленная перпендикулярно к направлению тока и магнитному полю. Эта сила будет стремиться отталкивать проводник от магнитного поля.

В устройствах, использующих электромагнитную левитацию, создается магнитное поле, которое действует на объект, содержащий электрический ток. Если магнитное поле и электрический ток находятся в определенном отношении, то объект начинает подниматься в воздух, опираясь только на силу электромагнитного поля. Это явление называется электромагнитной левитацией.

Необходимым условием для левитации является компенсация силы тяжести. В природе существует множество таких источников силы, поэтому образуются различные типы подвески: аэродинамическая, акустическая, оптическая, электростатическая и магнитная.

Магнитная левитация - это вид подвешивания в сильном магнитном поле объекта, содержащего два магнита. Этот вид суспензии наиболее часто используется современными учеными. В очень сильном магнитном поле они могут левитировать практически любой объект. В этой статье я хочу рассказать о магнитной левитации более подробно [1].

Ниже мы рассмотрим, где можно использовать такую технологию:

В магнитных подшипниках, поскольку отсутствуют потери на трение, использование подвески значительно повышает эффективность. Они также обеспечивают высокую скорость, низкое энергопотребление и очень низкий уровень вибрации [2]. Вот почему эти подшипники используются в различном современном оборудовании, таком как лазерные устройства и высокоточные оптические системы.

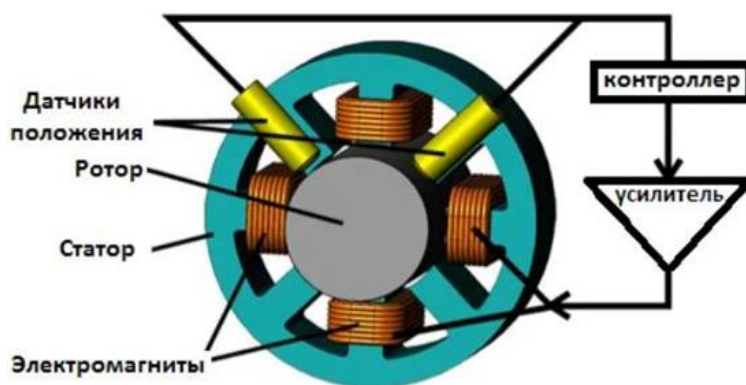


Рисунок 1. Вид поперечного сечения магнитного подшипника.

В ветряных турбинах использование магнитной подвески снижает затраты на техническое обслуживание и увеличивает срок службы генератора. Сегодня Китай уже использует этот вид ветряных турбин.

В устройстве магнитной левитации. Поезд на магнитной подвеске - это поезд, удерживаемый над земляным полотном, приводимый в движение и управляемый силой магнитного поля [3]. Такой состав не соприкасается с поверхностью рельса во время движения, тем самым значительно снижая сопротивление и игнорируя трение. Эти поезда очень экономичны и экологичны, что позволяет внести значительный вклад в охрану окружающей среды и ресурсосбережение. Этот вид современного технологического прорыва очень популярен, поскольку поиск новых источников энергии является одной из главных задач для решения экологических проблем.

Разные страны пытались реализовать проекты магнитной левитации, но наибольшего успеха пока добились Китай и Япония. В Китае уже есть две линии высокоскоростных поездов на магнитной подвеске. Одна из них, Шанхайская, является самой быстрой коммерческой дорогой такого типа. Скорость движения поезда с пассажирами составляет 431 км/ч.

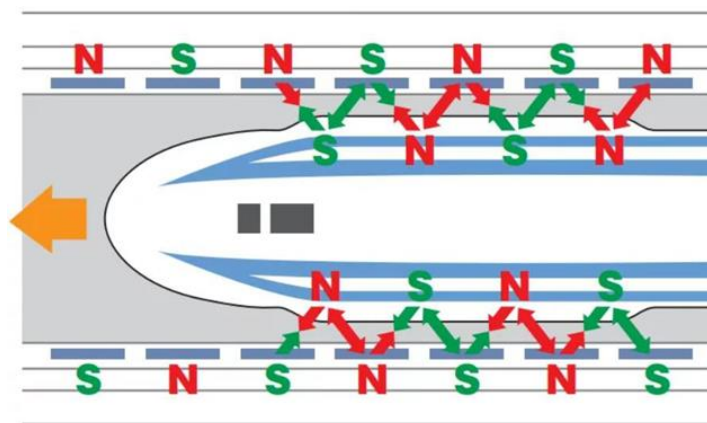


Рисунок 2. Устройство для магнитной левитации.

Японская магнитная левитация поддерживает рекорд скорости, достигнув в эксперименте 603 км/ч.

Учитывая, что наша страна является крупнейшей в мире, этот вид поезда на магнитной подвеске внесет огромный вклад в экономику России и позволит ее жителям жить в пригородах страны, потому что переезд будет намного дешевле и быстрее. Я хотел бы отметить, что Санкт-Петербург переживает достаточно успешное развитие. Ученые разработали прототип грузовой магнитной левитации, а в будущем планируют спроектировать пассажирскую.

Таблица 1

#### Преимущества и недостатки магнитной левитации.

Преимущества	Недостатки
Быстрее	Поезда на магнитной подушке дорогие
Меньше производимого шума	Требуют высококвалифицированный персонал.
Поезда на магнитной подушке сокращают время в пути для пассажиров.	Из-за использования электромагнитов возникает потребность изолировать пассажиров от воздействия магнитных полей.
Являются менее вредными для экологии	Падение напряжения приведет к соприкосновению поезда с рельсами, что на большой скорости может привести к поломкам, но при эксплуатации поездов типа Inductrack такие проблемы не возникают, так как колеса поезда позволят вагонам двигаться по инерции до полной остановки.
	Сильный ветер, снег или лед может нарушить работу поезда на магнитной подушке.

Падение напряжения менее вредно для окружающей среды, заставляя поезд соприкоснуться с рельсами, что приводит к выходу из строя высокоскоростного поезда, но когда работает индуктивный поезд, такой проблемы не возникнет, потому что колеса поезда заставят вагон двигаться по инерции до полной остановки.

Сильный ветер, снег или гололед могут нарушить работу поезда на магнитной подушке.

Я считаю, что изучение феномена подвешивания сегодня является очень нужным и перспективным направлением. В будущем он будет находить все больше и больше практических применений.

Защита окружающей среды и поиск путей сохранения драгоценных природных ресурсов являются одной из главных задач современного мира. Развитие Китайской Народной Республики внесет огромный вклад в развитие страны.

\*\*\*

1. Богданов, К. Ю. Учебник по физике 10 класс / К. Ю. Богданов. — М.: Просвещение, 2008. — 224 с.
2. Григорьев С.А., Халиуллин М.М., Кулешов Н.В., Фатеев В.Н. Электролиз воды в системе с твердым полимерным электролитом/ Электрохимия, т. 37, № 8, 2001. — 957 с.
3. Ландсберг, Г. С. Элементарный учебник физики: Учеб. пособие. В 3 т. / Г. С. Ландсберг: Т. 2. Электричество и магнетизм. — 12-е изд. — М.: ФИЗМАТ- ЛИТ, 2001. — 480 с.
4. Сивухин Д. В. Общий курс физики. Учебное пособие: для вузов. В 5 т. Т.Ш. Электричество. - 4-е изд., стереот. - М.: ФИЗМАТЛИТ; Изд-во МФТИ, 2004. - 656 с.

**Какорин И.А.**

**Особенности фишинговых писем**

*Волгоградский государственный университет  
(Россия, Волгоград)*

doi: 10.18411/trnio-04-2023-462

#### **Аннотация**

В статье описаны некоторые общие характеристики фишинговых электронных писем, которые включают срочные или угрожающие формулировки, плохую грамматику и правописание, подозрительные адреса или домены отправителя, а также запросы личной информации или учетных данных. Распознавание фишинговых писем необходимо для защиты личной и конфиденциальной информации, а также для предотвращения кражи личных данных и финансового мошенничества. Дан ряд рекомендаций, чтобы не стать жертвой фишинга.

**Ключевые слова:** фишинговые письма, фишинг, домен, адрес отправителя, спам.

#### **Abstract**

This article describes some common characteristics of phishing emails, which include urgent or threatening language, poor grammar and spelling, suspicious addresses or sender domains, and requests for personal information or credentials. Recognition of phishing emails is necessary to protect personal and confidential information, as well as to prevent identity theft and financial fraud. A number of recommendations are given in order not to become a victim of phishing.

**Keywords:** phishing emails, phishing, domain, sender address, spam.

Фишинговые электронные письма — это мошеннические электронные письма, предназначенные для того, чтобы обманом заставить людей поделиться своей конфиденциальной информацией, такой как имена пользователей, пароли, данные кредитной карты или другой личной информацией [1-2]. Рассмотрим несколько известных типов фишинговых атак и посмотрим, как их обнаружить.

**Тип1.** На вашу электронную почту приходит письмо от незнакомого человека. Самое главное в обнаружении фишингового электронного письма — это исследовать источник. Перед тем как прочитать это письмо изучите внимательно адрес отправителя. Не смотрите только на появившееся имя, обратите внимание на адрес и домен. Они выглядят подозрительно? Подозрение может быть субъективным, но некоторые признаки наводят на размышления: опечатки, непонятные цепочки букв и цифр, несоответствие между отображаемыми именами и адресом электронной почты. Лучше такое письмо не открывать.

Вы получили электронное письмо от незнакомца, но адрес отправителя не вызывает ничего тревожного. В зависимости от занимаемой вами должности и типа компании, в которой вы работаете, вы очень часто получаете письма от незнакомых людей. В этом случае следует обратить внимание на следующие моменты. В письме отсутствует персонализация, очень часто приветствие начинается со слова «привет» (рис.1).

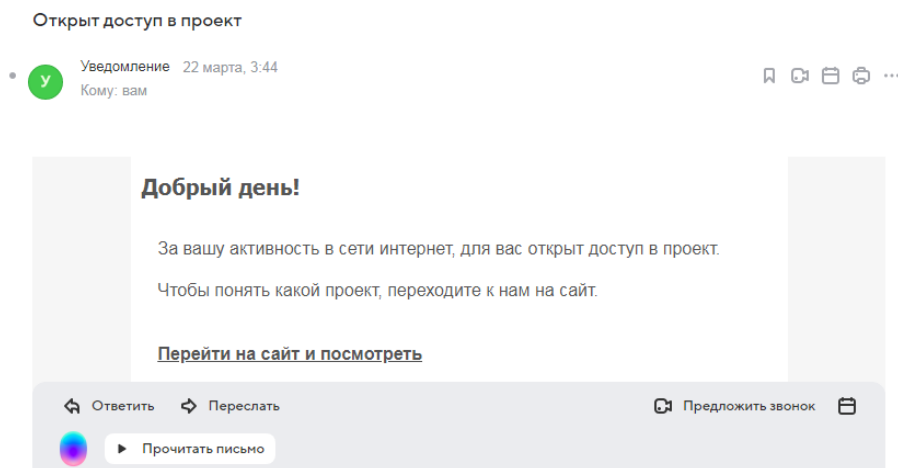


Рисунок 1. Пример обезличенного письма.

Также часто используются общие или неконкретные приветствия, такие как «Уважаемый клиент», вместо того, чтобы обращаться к вам по имени. Кроме того, они могут использовать слишком дружелюбный или фамильярный тон, что является тактикой, позволяющей установить доверие и повысить вероятность того, что вы попадетесь на удочку. Будьте осторожны с такого рода приветствиями и тонами и перепроверьте законность электронного письма. В письме нет конкретной информации, например нет ссылки на заказ, отсутствует описание нужного продукта, очень простые формулировки, никаких подробностей о продукте или услуге, никакой ссылки на предыдущий контакт и т.д. В письме имеется вложение с непонятным именем (например, не относится к конкретному проекту или компании, подробности отсутствуют). Непоследовательная подпись: информация в подписи электронной почты не соответствует информации об отправителе (имя и адрес электронной почты) (рис.2).

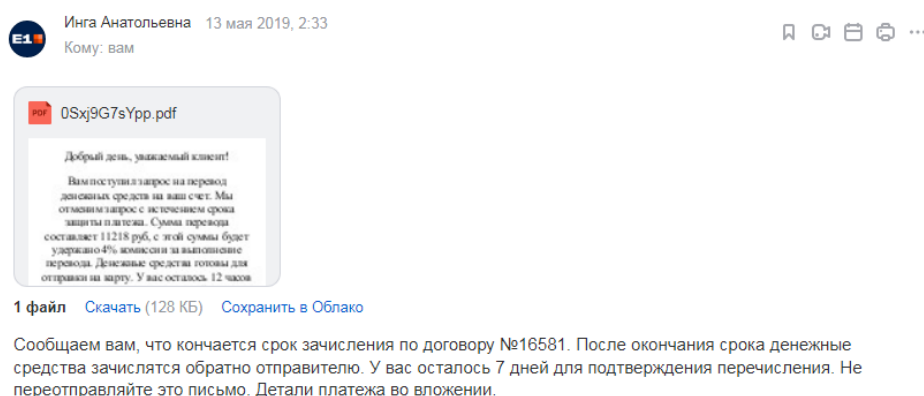


Рисунок 2. Пример письма с вложением, которое имеет непонятное имя.

**Тип 2.** Вы получаете электронное письмо от кого-то, кого вы «знаете».

Первое, что вы должны сделать, получив электронное письмо, — это проверить адрес электронной почты отправителя. Мошенники часто создают адреса электронной почты, которые кажутся полученными из законных источников, но при ближайшем рассмотрении

обнаруживают небольшие вариации или орфографические ошибки. Например, вместо [support@paypal.com](mailto:support@paypal.com) можно использовать адрес электронной почты [support@paypal.com](mailto:support@paypal.com).

Поэтому всегда дважды проверяйте адрес электронной почты отправителя, прежде чем предпринимать какие-либо действия [3]. Очень часто в фишинговых письмах содержатся срочные или угрожающих выражения, побуждающие вас принять немедленные меры. Письма могут быть следующего содержания: «Ваша учетная запись была взломана» или «Вам необходимо немедленно обновить информацию, иначе ваша учетная запись будет заблокирована». Это сделано для того, чтобы создать ощущение срочности и паники, и это сигнал о том, что электронное письмо может быть попыткой фишинга (рис.3).

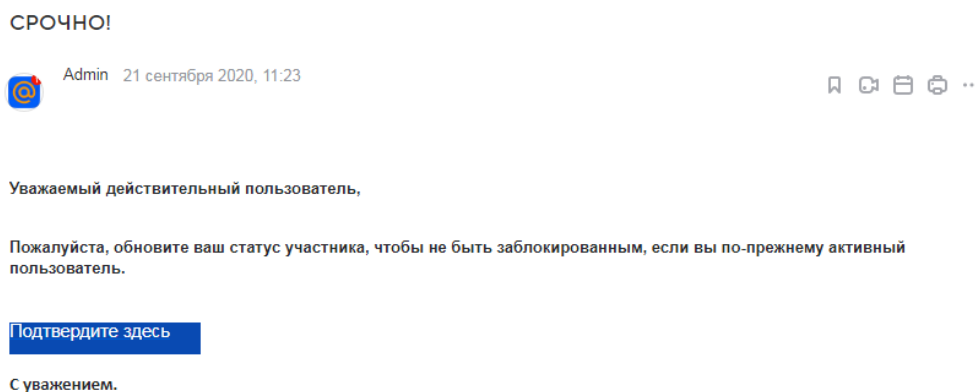


Рисунок 3. Пример письма, побуждающего срочно принять меры.

Фишинговые электронные письма часто содержат ссылки на поддельные веб-сайты, которые выглядят как настоящие. Эти веб-сайты используются для кражи вашей личной информации или заражения вашего устройства вредоносными программами. Чтобы не попасть в эту ловушку, никогда не нажимайте на ссылки и не загружайте вложения из электронных писем, если вы не абсолютно уверены в их подлинности. Фишинговые электронные письма часто содержат орфографические и грамматические ошибки, что является явным признаком того, что электронное письмо получено не из законного источника. Это связано с тем, что мошенники часто действуют из стран, где русский не является основным языком. Поэтому, если вы заметили какие-либо орфографические или грамматические ошибки в электронном письме, лучше сразу удалить его. Запомните, что настоящие компании никогда не попросят вас поделиться своей личной информацией по электронной почте. Поэтому, если вы получаете электронное письмо с запросом пароля, номера социального страхования или данных банковской карты, это почти наверняка попытка фишинга. Всегда будьте осторожны при раскрытии вашей личной информации и делайте это только на безопасных веб-сайтах, которым вы доверяете.

Фишинговые электронные письма часто используют общий дизайн или брендинг, которые отличаются от фирменного стиля законной компании. Ищите любые различия в логотипах, шрифтах или цветах. Если что-то не так, скорее всего, это фишинговое письмо. Легальные компании серьезно относятся к своему брендингу, и их электронные письма обычно выглядят профессионально и последовательно.

Если вы не уверены в законности электронного письма, не стесняйтесь проверить информацию напрямую в компании. Найдите номер службы поддержки клиентов компании или адрес электронной почты и свяжитесь с ними, чтобы подтвердить, отправили ли они электронное письмо [4-5].

Фишинговые электронные письма также могут использовать срочность или вознаграждение, чтобы повысить вероятность того, что вы попадетесь на удочку. Например, они могут заявить, что вы выиграли приз, и вам необходимо предоставить личную информацию, чтобы получить его. Кроме того, они могут заявить, что ваша учетная запись

была скомпрометирована, и вам необходимо действовать немедленно, чтобы предотвратить дальнейший ущерб. Не поддавайтесь на эту тактику (рис.4).

Ваш телефон не отвечает, который вы указывали, дозвониться до вас не смогли, информацию отправляем в письме



Администратор Вчера, 8:25



Здравствуй!

Уважаемый (я), [redacted]@mail.ru

Для вас новое сообщение от Администратора портала

Прочитайте пожалуйста, это **важно для вас!**

Это сообщение было направлено в **11:27 по МСК**. (Московское время)

Ознакомится можете ниже по кнопке:

[Прочитать сообщение от оператора](#)

Рисунок 4. Пример письма с фишингом.

Итак, распознавание фишинговых писем имеет решающее значение для защиты вашей личной информации и избегания стать жертвой киберпреступности. Всегда будьте осторожны при открытии электронных писем и следуйте этим советам, чтобы определить попытки фишинга. Помните, что законные компании никогда не будут просить вас предоставить конфиденциальную информацию по электронной почте, поэтому всегда проверяйте ее дважды, прежде чем делиться какой-либо информацией. Оставайтесь в безопасности и защищайте свою личность в Интернете, сохраняя бдительность и информированность.

\*\*\*

1. Фархуллина, Л. Г. Фишинговые письма / Л. Г. Фархуллина, А. Р. Аюпова // Достижения и приложения современной информатики, математики и физики : Материалы VIII Всероссийской научно-практической заочной конференции, Нефтекамск, 15 ноября 2019 года. – Нефтекамск: Башкирский государственный университет, 2019. – С. 282-288.
2. Фрэнсис, Р. Полезные советы для защиты корпоративных ИТ-систем / Р. Фрэнсис // . – 2016. – № 10. – С. 49.
3. Курапова, С. И. Фишинг как самый опасный и эффективный способ кибератаки в современном мире / С. И. Курапова // Национальная безопасность и молодежная политика: киберсоциализация и трансформация ценностей в VUCA-мире : материалы Международной научно-практической конференции, Челябинск, 21–22 апреля 2021 года. – Челябинск: Издательство Южно-Уральского государственного гуманитарно-педагогического университета, 2021. – С. 361-366.
4. Персонализированные фишинговые атаки / А. О. Давыдова, Д. А. Кусяпова, Я. Э. Титух, А. Ю. Сенцова // Информационные технологии. Проблемы и решения. – 2021. – № 4(17). – С. 87-95.
5. Басыров, А. Р. Безопасность корпоративной электронной почты / А. Р. Басыров // . – 2014. – № 5. – С. 55-59.

**Кондратьева Н.П.<sup>1</sup>, Чернов И.С.<sup>1</sup>, Большин Р.Г.<sup>2</sup>, Краснолуцкая М.Г.<sup>1</sup>**  
**Применение цифровых автоматизированных технологий для энергоэффективной системы освещения животноводческих помещений**

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО Удмуртский ГАУ  
(Россия, Ижевск)

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО РГАУ-ТСХА им. К.А. Тимирязева  
(Россия, Москва)

doi: 10.18411/trnio-04-2023-463

**Аннотация**

Рассмотрено влияние освещения на состояние и удои коров, выполнен анализ энергетической эффективности применения цифровых автоматизированных технологий в системе освещения коровника.

**Ключевые слова:** освещение коровника, энергоэффективность, энерго-сбережение, цифровые автоматизированные световые технологии, крупный рогатый скот, светодиоды.

**Abstract**

The influence of lighting on the condition and milk yield of cows is considered, an analysis of the energy efficiency of the use of digital automated technologies in the barn lighting system is performed.

**Keywords:** barn lighting, energy efficiency, energy saving, digital automated lighting technologies, cattle, LEDs.

**Актуальность.** В настоящее время во всех сферах производства наблюдается тенденция использования энергоэффективных и энергосберегающих технологий, позволяющих рационально использовать энергетические ресурсы, тем самым получать дополнительную прибыль. Однако по ряду причин эта тенденция слабо развита в сельскохозяйственном производстве, включая животноводство, которое обладает высочайшим энергосберегающим потенциалом [1, 2, 3]. Поэтому проблема применения цифровых технологий в животноводстве на сегодняшний день является актуальной [4, 5, 6].

**Цель исследований:** рассмотреть эффективность применения цифровых световых технологий в условиях производственных животноводческих помещений на примере коровника.

**Задачи исследований:** изучить влияние света на организм коров, проанализировать оптимальные режимы освещения в коровнике, рассмотреть эффективность применения цифровых автоматизированных световых технологий.

**Материалы и методы исследования.** Используются теоретические и методические основы исследований и работ в области освещения животноводческих помещений.

**Результаты исследования.** Рассмотрим влияние освещения на продуктивность и здоровье крупного рогатого скота (КРС).

На удой КРС оказывает влияние продолжительность светового дня. Исследования, как российских, так и зарубежных специалистов, показывают, что искусственное увеличение продолжительности светового дня осенью и зимой, способствует увеличению удоя молока от 5 до 16%. Причиной является замедление выработки гормона мелатонина, который вырабатывается только в темноте и в дневное время снижается [7, 8, 9]. Он является противником аутогенного фактора роста IGF-1, концентрация которого в длинные дни выше, чем короткие. IGF-1 стимулирует образование молока [10, 11]. Влияющий на повышение продуктивности эффект устанавливается при освещении в течение 16 часов с освещенностью 200 люкс [11]. При этом животные должны находиться в темноте, по крайней мере, 6 часов, в противном случае будет иметь место противоположный эффект, т. е. потеря достигнутой выработки молока.

Влияние на стельность. Для сухостойных коров в результате исследований установлены противоположные результаты. Животные, находящиеся последние 60 дней сухостойного периода в условиях долгого дня (16 ч света и 8 ч темноты), дали в течение первых 120 дней лактации меньше молока, чем коровы в условиях короткого дня (8 ч света и 16 ч темноты). Даже для коров с первой лактацией было отмечено, что при коротком световом дне в последние восемь недель беременности и длинном световом дне в течение первых 100 дней после отела надой молока на 9% больше по сравнению с коровами, которые содержались в обоих периодах времени в условиях длинного светового дня [11].

Для темного времени суток желательно применять светильники красного света мощностью 10...15 Вт, обеспечивающие беспрепятственное передвижение коров, а также позволяющее производить обход персоналу и не беспокоить при этом отдыхающих животных [12, 13].



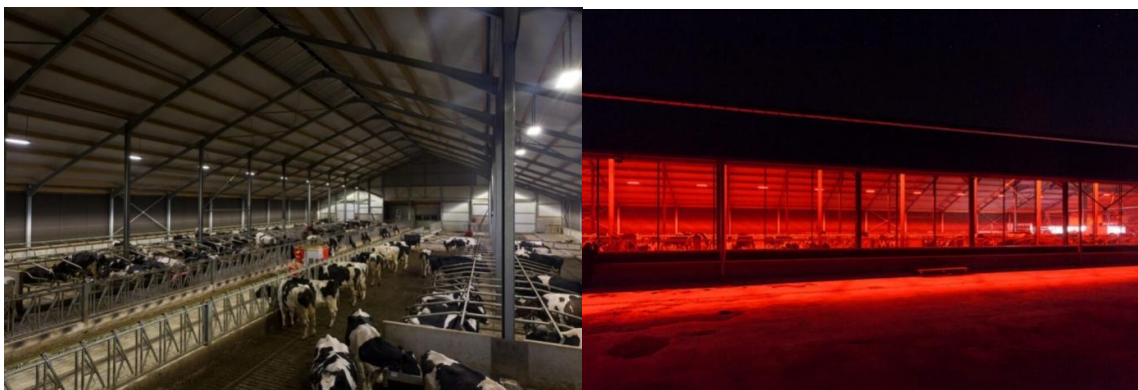


Рисунок 1. Освещение коровника в дневное и ночное время.

Реализовать систему автоматического поддержания продолжительности светового дня можно применяя цифровые технологии со специально разработанными алгоритмами и программами [2, 3, 7].

Рассмотрим программы для дойных и сухостойных коров.

Итак, **дойные коровы** дают ежедневно до 2,5 кг больше молока, если они находятся в светлых коровниках и если выполняются следующие условия:

- уровень освещенности 200 люкс;
- продолжительность светового периода от 16 до 18 часов;
- продолжительность темного периода – 8-часов.

Для **сухостойных коров** необходима другая программа. Сокращение светового периода с 16 до 8 часов (короткий день) для сухостойных коров ведет к повышению продуктивности молока в период лактации. Исследования показывают, что внедрение короткого светового дня в сухостойный период положительно отражается на вымени в последующую лактацию (уменьшение содержания соматических клеток в молоке).

Для реализации автоматического поддержания программ и энергосбережения необходимо использование цифровых технологий и современных источников светового излучения [4, 6, 8]. При этом экономия электрической энергии будет максимальной, если днем для освещения использовать солнечный свет.

Использование цифровых технологий дает следующие возможности [9, 10]:

- точное поддержание искусственной освещенности в помещении на заданном уровне с помощью фотодатчиков;
- использование естественной освещенности в помещении;
- учёт времени суток, а также времени года;
- автоматическое управление приборами освещения.

Управление освещением может осуществляться двумя принципиально разными способами:

- включением/выключением светильников (дискретное управление);
- плавным изменением мощности светильников – диммированием.

Метод диммирования наиболее эффективен, так как работа источников света осуществляется с учетом значения естественной освещенности в данный момент времени. Этот метод реализуется светодиодными (LED) лампами.

На рисунке 2 приведена схема цифровой системы автоматизированного управления освещением.

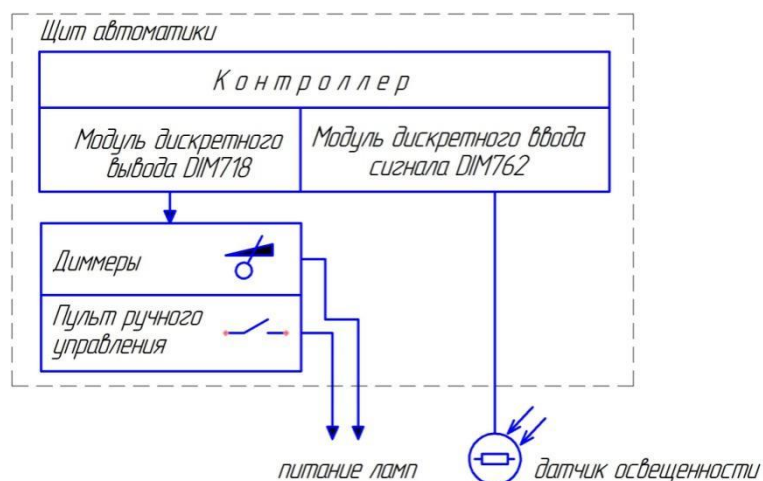


Рисунок 2. Схема цифровой системы автоматизированного управления LED лампами.

Сеть освещения подключается через диммеры, которые управляют LED лампами, регулируя их световой поток или полностью отключая LED, в соответствии сигналами от датчиков освещенности по значениям, заложенным в программу контроллера [6, 12]. Датчики контролируют освещенность помещения, учитывая дневной свет и свет от LED лампы. При достаточной естественной освещенности LED лампы отключены. При постепенном наступлении темноты контроллер соответственно начинает увеличивать световой поток от лампы, поддерживая освещенность помещения на заданном уровне. Так же в контроллер могут быть заложены периоды времени, при которых освещение полностью выключится (ночное время суток).

В качестве источников света целесообразно использовать LED лампы, имеющие высокую световую отдачу, стабильный световой поток в течение всего срока эксплуатации, высокий срок службы, низкий коэффициент пульсации и низкое потребление электрической энергии [6, 7, 8].

**Выводы.** Применение цифровых автоматизированных технологий позволяют создать энергоэффективное освещение животноводческих помещений, не смотря на дополнительные материальные затраты для их реализации. Это приводит к повышению надоев за счет создания благоприятных световых условий содержания животных. Энергоэффективность системы освещения получается за счет повышения продуктивности животных при уменьшении затрат на использованную для этого эффекта электрической энергии.

\*\*\*

1. Водяников, В.Т. Экономика сельской энергетики: учеб. пособие / В.Т. Водяников. – М.: БИБКМ: ТРАНСЛОГ, 2015. – 360
2. Использование цифровых технологий для эффективного управления электротехнологическими облучательными установками. Кондратьева Н.П., Шогенов Ю.Х., Зиганшин Б.Г., Ахатов Р.З. Техника и оборудование для села. 2022. № 4 (298). С. 40-43.
3. Разработка и использование сквозных цифровых технологий в апк с применение искусственного интеллекта для управления электротехнологическим оборудованием. Кондратьева Н.П., Большин Р.Г., Краснолуцкая М.Г., Корепанов И.Я. В сборнике: АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ АПК. Материалы XIII Национальной научно-практической конференции с международным участием. Саратов, 2022. С. 77-81.
4. Разработка установки для реализации энергосберегающей световой технологии культивирования большой восковой моли в промышленных масштабах. Кондратьева Н.П., Осокина А.С., Ваштиев В.К., Бузмаков Д.В., Большин Р.Г., Краснолуцкая М.Г. Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2021. Т. 16. № 3 (63). С. 72-78
5. Разработка цифровых автоматизированных систем управления для реализации энергосберегающих технологий. Кондратьева Н.П., Большин Р.Г., Краснолуцкая М.Г., Корепанов И.Я. В сборнике: Актуальные проблемы энергетики АПК. Материалы XIII Национальной научно-практической конференции с международным участием. Саратов, 2022. С. 81-85.

6. Современные цифровые средства автоматизации для реализации энергосберегающих электротехнологий в аграрной сфере. Кондратьева Н.П., Большин Р.Г., Краснолуцкая М.Г., Ахатов Р.З., Ваштиев В.К. В сборнике: Актуальные проблемы науки и техники. Материалы II Международной научно-технической конференции, посвященной 70-летию ИМИ - ижгту и 60-летию СПИ (филиал) ФГБОУ ВО "ИжГТУ имени М.Т. Калашникова". Ижевск, 2022. С. 648-652.
7. Determination of the effective operating hours of the intermittent lighting system for growing vegetables. Kondratieva N., Bolshin R., Krasnolutskaia M., Shishov A., Filatov D., Ovchukova S., Mikheev G. В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Сер. "International agrosience Conference, agrosience 2021" 2021. С. 012004.
8. Energy saving in lighting technologies of agricultural production. Ovchukova S.A., Kondratieva N.P., Kovalenko O.Y. Light & Engineering. 2021. Т. 29. № 2. С. 21-25.
9. The effect of synergism in seed treatment with electron-donor solution and uv irradiation. Rudenok V.A., Kondratieva N.P., Mazunina N.I., Tikhonova O.S. В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Сер. "International Scientific and Practical Conference: Development of the Agro-Industrial Complex in the Context of Robotization and Digitalization of Production in Russia and Abroad, DAICRA 2021" 2022. С. 012110.
10. Автоматическое освещение. [Электронный ресурс] – URL: <https://viatekgroup.com/avtomaticheskoe-osveschenie-lely-14c/> (дата обращения 11.03.2023).
11. Влияние освещения на продуктивность и здоровье КРС. [Электронный ресурс] – URL: <https://gcagro.by/klientam/poleznye-stati/vliyanie-osveshheniya-na-produktivnost-i-zdorove-krs.html> (дата обращения 11.03.2023).
12. Датчики освещенности. [Электронный ресурс] – URL: <http://rossensor.ru/catalog/datchiki/id1118.html> (дата обращения 11.03.2023).
13. Освещение коровника. [Электронный ресурс] – URL: <https://www.uvmilk.ru/o-yuvmilk/novosti/osveshhenie-korovnika-v-zimnij-period/> (дата обращения 11.03.2023).

**Конева В.Е., Белов А.А.**

**Применение трубопроводов кислот и щелочей на предприятиях  
минерально-сырьевого комплекса**

*Санкт-Петербургский Горный университет  
(Россия, Санкт-Петербург)*

doi: 10.18411/trnio-04-2023-464

**Аннотация**

В статье рассматриваются основные аспекты применения трубопроводов кислот и щелочей на предприятиях минерально-сырьевого комплекса. Анализируются основные свойства трубопроводов для кислот и щелочей, а также изучаются особенности применения трубопроводов кислот и щелочей на предприятиях минерально-сырьевого комплекса.

**Ключевые слова:** трубопроводы, кислоты, щёлочь, предприятия, минерально-сырьевой комплекс.

**Abstract**

The article considers the main aspects of the use of acid and alkali pipelines at the enterprises of mineral resource complex. The basic properties of pipelines for acids and alkalis are analyzed, and the features of the application of pipelines of acids and alkalis at the enterprises of the mineral resource complex are studied.

**Keywords:** pipelines, acids, alkali, enterprises, mineral resource complex.

Минерально-сырьевой комплекс является важнейшим звеном в экономике страны и в глобальной системе энергоснабжения. Нефть – важное полезное ископаемое, имеющее стратегическое значение как для человека, так и для функционирования большинства отраслей народного хозяйства. Попутный нефтяной газ – это объединение углеводородов (метан, этан, пентан, бутан, гексан), которые растворены в нефти под высоким давлением. Газ данного типа выделяется при снижении давления во время нефтедобычи [2].

Добыча газа в России является одной из ведущих отраслей промышленности. Крупнейшие мощности по его производству расположены в Ямало-Ненецком автономном

округе. Добыча ПНГ в России в 2020 г. снизилась на 6,1 % (–44,8 млрд м<sup>3</sup> к 2019 г.) до 692,9 млрд м<sup>3</sup> [4], в 2021 г. объем добычи газа по сравнению с 2020 г. вырос на 10 % и составил 762,3 млрд м<sup>3</sup>. Лидерами по добыче газа в 2021 г. являются такие компании, как «Новатэк», а из вертикально интегрированных нефтяных компаний – «Роснефть», «Газпром нефть», «Лукойл» [5].

Сегодня применяются современные методы и технологии по добыче нефти, что значительно повышает эффективность добычи нефти, обеспечивается снижение затрат и ресурсов, а также благоприятно сказывается на окружающей среде. Несмотря на положительные тенденции в нефтегазодобывающей отрасли наблюдаются серьезные проблемы, среди которых выделим следующие: изношенность основных производственных фондов; падение добычи нефти. В связи с чем актуальным является изучение существующих трубопроводов кислот и щелочей на предприятиях комплекса [1].

Целью работы является анализ применения трубопроводов кислот и щелочей на предприятиях комплекса.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- изучить основные свойства трубопроводов для кислот и щелочей;
- изучить особенности применения трубопроводов кислот и щелочей на предприятиях минерально-сырьевого комплекса.

Методология. Обоснованность, достоверность и аргументация подходов по оценке состояния трубопроводов кислот и щелочей на предприятиях комплекса с использованием комплексного подходов к исследованию. Методической основой исследования являются труды отечественных ученых, занимающиеся данным вопросом: Абрамович Б. Н. [1], Филимонова И. В., Проворная И. В., Немов В. Ю., Дочкина Д. Д. [2], Голубева И. А. [3] Используются методы системного и ситуационного анализа.

В современных условиях на предприятиях минерально-сырьевого комплекса используются много различных кислот, щелочей, реагентов и других агрессивных веществ. Во многих отраслях нефтегазового комплекса стоят задачи подбора труб для транспортировки наиболее часто встречаемых агрессивных сред: соляной кислоты, серной кислоты, уксусной кислоты, фтористоводородной кислоты, азотной кислоты, ортофосфорной кислоты, муравьиной кислоты, стеариновой кислоты, сульфаминовой кислоты, щавелевой кислоты, олеиновой кислоты, плавиковой кислоты, соды бикарбонатной, соды кальцинированной, соды каустической, электролита щелочного калиево-литиевого, электролита щелочного натриево-литиевого. По большей части для транспортировки подобного рода жидкостей используются металлы и композитные материалы. Но с каждым годом традиционные материалы уходят в прошлое, ведь технологии не стоят на месте и прогресс вносит свои коррективы, в том числе в процессы производства, переработки и транспортировки сырья и материалов для технологических целей промышленности [6].

Промышленные трубопроводные системы специально разработаны для задач транспортировки агрессивных сред. Химическая стойкость для данного направления развития трубопроводных систем является основным критерием качества и долгой, надежной работы.

Трубы для химической промышленности, пищевой промышленности, нефтегазовой промышленности, атомной промышленности, металлургической промышленности, подбираются для транспортировки сред с учетом различных факторов. Среди них температуры, давление, концентрации, химический состав, подверженность механическим нагрузкам [7].

Вообще само понимание «трубы для кислот» требует всей полноты серьезности отношения к подбору материалов. Ведь когда идет речь о безопасности персонала предприятия и защите окружающей среды, в условиях цехов на промышленных предприятиях, следует помнить о возложенной ответственности на технологов производств.

Трубопроводные системы из термопластов используются уже не только в коммунально-бытовом секторе гражданского строительства, но и в строительстве и реконструкции промышленных производственных предприятий. Основные полимерные материалы, используемые в качестве сырья при производстве труб для кислот, щелочей, растворов солей.

агрессивных сред, являются полипропилен РРН, полиэтилен HDPE, поливинилиденфторид PVDF (ПВДФ), этиленхлортрифторэтилен ЕСТFE, поливинилхлорид PVC (ПВХ), представлены на рисунке 1. Трубы из термопластов РР, РЕ, PVC, PVDF, ЕСТFE находят свое применение в металлургической, химической, фармацевтической, пищевой, горнодобывающей, нефтегазовой, атомной промышленности, сельском хозяйстве, медицине, водоподготовке [6].



Рисунок 1. Трубы для транспортировки кислоты.[6]

На сегодняшний день все больше предприятий перенимают многолетний иностранный опыт и используют PVDF (ПВДФ) трубы для транспортировки серной кислоты. Выбор фторопласта-2 ПВДФ (PVDF) очевиден. Данный фторопласт отлично справляется с транспортировкой серной кислоты даже при высоких температурах. При концентрации серной кислоты 60% трубы из ПВДФ могут эксплуатироваться при температурах до +120°C. Особое внимание нужно уделить тому, что трубы для серной кислоты из ПВДФ (pvdf) не подвержены старению при ультрафиолетовом и ионизирующем облучении. Так же трубы из пвдф отлично свариваются различными видами сварки, а наличие у производителя всех необходимых фасонных частей делает удобным строительство трубопровода. Для регулирования процессов, доступна комплектация запорно-регулирующей арматурой из пвдф (шаровые краны, затворы, задвижки, пневмоклапана, мембранные клапана с ручным управлением и другое). Все необходимые: тройники, отводы, переходы поставляются под различные виды сварки. Широкий диапазон диаметров от 16 до 400 мм. позволяет обеспечить любую потребность. Следует отметить, что трубы для серной кислоты из ПВДФ могут эксплуатироваться с наличием в системе примесей, ввиду того что фторопласт ПВДФ является абразивоустойчивым. Это актуально, к примеру, в горнодобывающей промышленности, для обеспечения химических процессов по обогащению руды [6].

Трубы для щелока, вернее для его транспортировки используются в условиях промышленных предприятиях не менее часто как трубы для транспортировки кислот, представлены на рисунке 2. В России традиционный материал для изготовления труб для транспортировки щелока является нержавеющая сталь [7].



Рисунок 2. Трубы для транспортировки щелока.[6]

Транспортировка щёлоча (химического раствора с содержанием щелочи) в условиях промышленности встречается при обеспечении технологических процессов гальванических цехов, производстве пищевых продуктов и во многом другом. Трубы для щелоча должны быть выполнены из химически стойких материалов и выдерживать высокое рабочее давление. Таким материалом является полипропилен РРН или полипропилен РРР. Трубы РРР и трубы РРН могут быть использованы как трубы для транспортировки щелоча в условиях промышленности. Трубы изготавливаются в диапазоне от 20 до 1400 мм с различным запасом рабочего давления. Основным преимуществом полипропиленовых труб для транспортировки щелоча (щелочей) является широкий рабочий температурный диапазон (до + 100°C) [6], химическая стойкость, механическая прочность и абразивная устойчивость. Все они в совокупности позволяют использовать полипропиленовые трубы РРР и РРН для транспортировки щелоча (щелочей) при высокой температуре, концентрациях и при присутствии в среде абразивных веществ.

Основными плюсами РРН, РРВ и РРР являются [6]:

- высокое сопротивление ползучести;
- высокая стойкость к истиранию (абразивоустойчивость);
- превосходная стойкость к химически агрессивным средам;
- сопротивление размножению микроорганизмов;
- высокие звукоизоляционные свойства;
- высокие рабочие температуры;
- превосходная свариваемость.

Основные задачи, решаемые трубами из полимеров, это транспортировка агрессивных химических соединений для нужд технологических процессов. К примеру, гальваническое производство, те же процессы цинкования, меднения, хромирования, лагунирования, золочения, платинирования, родирования, никелирования, кадмирования, нанесения лака, хроматной пассивации, хромового анодирования, химического окрашивания не могло бы функционировать без надежных химстойких трубопроводных систем. Такое направление, как трубы для кислот и щелочей, вернее их транспортировки, в современных условиях производств, использует продукцию из термопластов. А огромное количество положительных качеств термопластов в сравнении с традиционными материалами делает приоритетным их применение [7].

Такие цели, как транспортировка плавиковой кислоты, серной кислоты, соляной кислоты, азотной кислоты, хромовой кислоты, метансульфоновой кислоты, фосфорной кислоты и бромистоводородной кислоты достигаются применением труб из термопластов (кислотопроводы). Трубы для транспортировки вышеуказанных сред, их растворов, а также множества других соединений подбираются специалистами исходя из множества факторов, пренебрежение которыми недопустимо.

Таким образом, благодаря своим свойствам вышеперечисленные трубопроводы нашли себя не только в хозяйственно бытовом применении, но и в более сложных задачах по транспортировке и хранению агрессивных химических соединений в промышленном секторе. Их высокая химическая стойкость и возможность работы при высоких температурах позволяет применять производимую из него продукцию (промышленные трубопроводы, ванны гальванические, емкости накопительные, реакторы, химстойкая вентиляция и т.п.) для решения самых ответственных задач.

\*\*\*

1. Абрамович Б. Н. Повышение эффективности автономных электротехнических комплексов нефтегазовых предприятий / Б. Н. Абрамович, И. А. Богданов // Записки Горного института. 2021. Т. 249. № 3. С. 408–416. DOI 10.31897/PMI.2021.3.10
2. Актуальные вопросы добычи и квалифицированного использования попутного нефтяного газа в России / И. В. Филимонова, И. В. Проворная, В. Ю. Немов, Д. Д. Дочкина // Бурение и нефть. 2022. № 1. С. 26–33.
3. Голубева И. А. Состояние газопереработки в России: сегодня и в перспективе / И. А. Голубева, А. Ю. Шуюпова, С. С. Иманова // Нефтегазохимия. 2022. № 3. С. 9–13. DOI: 10.24412/2310-8266-2022-3-9-13

4. Добыча природного и попутного нефтяного газа // Министерство энергетики РФ: офиц. сайт. URL: <https://minenergo.gov.ru/node/1215> (дата обращения: 10.02.2023).
5. Добыча газа в России в 2021 году выросла на 10% // Интерфакс: офиц. сайт. URL: <https://www.interfax.ru/business/813697> (дата обращения: 10.02.2023).
6. Промышленные трубопроводные системы: офиц. сайт. URL: <https://smp-agru.ru/> (дата обращения: 10.02.2023).
7. Развитие отрасли по схеме // Центральное диспетчерское управление топливно-энергетического комплекса (ЦДУ ТЭК). URL: [https://www.cdu.ru/tek\\_russia/issue/2021/7/930/](https://www.cdu.ru/tek_russia/issue/2021/7/930/) (дата обращения: 10.02.2023).

**Коннов И.А.**

### **Обеспечение безопасности при гидрологической чрезвычайной ситуации**

*Самарский государственный технический университет  
(Россия, Самара)*

doi: 10.18411/trnio-04-2023-465

#### **Аннотация**

В условиях современного общества и экономического развития вопрос защиты и обеспечения безопасности при стихийных бедствиях не утратил своей актуальности.

**Ключевые слова:** обеспечение безопасности, стихийное бедствие, гидрологическая чрезвычайная ситуация, наводнение, прогнозно-аналитические меры, организационно-оперативные меры, инженерно-технические мероприятия, правила поведения.

#### **Abstract**

In the conditions of modern society and economic development, the issue of protection and safety in natural disasters has not lost its relevance.

**Keywords:** security, natural disaster, hydrological emergency, flood, predictive and analytical measures, organizational and operational measures, engineering and technical measures, rules of conduct.

Стихийные бедствия неподвластны человечеству. Они могут разрушить все препятствия на своем пути, создать угрозу жизни и здоровью людей, уничтожить невосполнимые материальные ценности и компоненты окружающей среды. Борьба со стихией опасна и непредсказуема. Следовательно, чрезвычайная гидрологическая ситуация - это наводнение.

Наводнение породило ряд проблем, которые отражают взаимоотношения между природой и обществом. Вопрос организации защиты территории и предотвращения или минимизации наводнений и ущерба, причиняемого наводнениями, интересует население практически во всех регионах [1].

Наводнение - это значительное наводнение на акватории, вызванное повышением уровня воды в реке, водохранилище, озере или океане. Оно вызвано большим притоком воды во время таяния снега или сильных дождей, ветровой водой, быстрым таянием снега, ветровой водой и т.д., тем самым нанося вред здоровью людей, даже приводя к их смерти, и причиняя материальный ущерб [2].

Если вы посмотрите на историю, содержащую факты о самом значительном наводнении в мире, число погибших будет ужасным. Их число достигло десятков миллионов человек [1].

Явления, которые происходят из-за природных сил, изменить невозможно, но вы можете попытаться уменьшить тяжесть последствий. Профилактические меры для этих целей можно разделить на:

1. Прогностические и аналитические меры. Эти меры включают: гидрологическое прогнозирование типа и масштабов наводнений, анализ, определение источников воды, сроков наводнений, уведомление органов управления и общественности, надзор за водными и другими объектами и

сооружениями, которые могут подвергаться риску затопления, планирование мер по обеспечению безопасности, предотвращению негативных последствий, установлению резервы и т.д. [3].

Прогноз ситуации на основной территории Российской Федерации основан на статистических данных о населенных пунктах, подвергшихся затоплению, и основных параметрах гидрометеорологической обстановки.

В прогнозе указаны следующие параметры:

1. В водосборных бассейнах рек, уязвимых к наводнениям, запасы снега превышают норматив (в %).
2. Глубина промерзания почвы (определяется по среднегодовому наличию или отсутствию избытка).
3. Норматив толщины льда, превышающий среднее значение за длительный период (определяется в%).
4. Уровень воды в реке в период замерзания (определяется в процентах от среднегодового значения в период замерзания)
5. Температура во время весеннего таяния снега (определяется на основе долгосрочного прогноза территориального подразделения Росгидромета).
6. Количество и тип осадков во время весеннего таяния снега. Они определяются на основе долгосрочного прогноза территориального подразделения Росгидромета. Делайте выводы, основанные на прогнозах. В заключении указывается следующая информация: дата, граница и размер возможной зоны затопления (ареала); количество населения и объектов инфраструктуры, попадающих в зону возможного затопления, зону затопления; количество объектов социальной значимости, в том числе; количество автомобильных мостов; количество железнодорожных мостов; водоем или его часть, расположенная в районе, где может произойти затопление. Потенциальные источники загрязнения: кладбища, скотомогильники, хвостохранилища, фермы, скотомогильники, склады минеральных удобрений, склады накопленных промышленных отходов, склады навоза, нефтебазы, склады горюче-смазочных материалов (ГСМ) и автозаправочные станции (gas stations), автомойки, уборочные сооружения и т.д. Другие источники потенциального загрязнения водных объектов или их частей; количество хозяйственных объектов, включая потенциально опасные объекты [3].

Для мониторинга и прогнозирования наводнений на основной территории Российской Федерации существуют Росгидромет, Росводресурсы, Гидрологическая обсерватория (ГМО), Гидрометеорологическое бюро (ГМБ), Гидрометеорологическая станция (HMS), Ростехнадзор и другие организации.

Согласно Постановлению Правительства Российской Федерации от 18 апреля 2014 года № 360 "Об определении границ зон затопления, паводков", зона затопления была установлена решением Федерального управления водных ресурсов в соответствии с рекомендациями, совместно сформулированными органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации и органы местного самоуправления, который содержит графическое описание местоположения границ и координат этих районов [4].

2. Организационные и оперативные меры (подготовка административных документов, планирование конкретных превентивных инженерно-технических мероприятий, защитных мер и т.д.). Профилактическая работа, организация и внедрение, проверка подготовки войск и средств, организация использования, проведение необходимых брифингов, подготовка систем связи и оповещения со средствами массовой информации, оповещение граждан и разъяснение действий населения и т.д.);
3. Инженерно-технические и другие превентивные меры (строительство дамб, обвалов, искусственное поднятие поверхности территории, контроль за



малыми реками и стоком, создание дренажных систем, разделение дренажных систем, ранняя эвакуация населения и т.д.)

Министерство по чрезвычайным ситуациям принимает законы о безопасности (правила поведения) для принятия мер

Наводнения и затопляемые ямы, которые содержат основные термины, причину наводнения, процедуры от подготовки к эвакуации до получения помощи, а в случае других условий пребывания. Такого рода материал был в наших умах с тех пор, как мы были молоды.

Наводнение можно предсказать, а это значит, что могут быть приняты превентивные меры, особенно в районах, которые способствуют возникновению этого природного явления. В этом случае население оповещается через службы эвакуации с использованием сирен, через сети радио- и телевизионного вещания и другими возможными способами. Уведомление содержит информацию о местоположении, времени, процедурах эвакуации и рекомендациях по поведению во время наводнения, а также объявляет пункт эвакуации. Люди, получившие эту информацию, должны сообщить родственникам и друзьям, чтобы они оказали помощь пожилым людям и пациентам (3).

Операция по предварительной эвакуации включает в себя несколько этапов:

- Подготовка к эвакуации из дома (отключение электричества, воды, газа, закрытие дверей и окон и т.д.);
- Подготовьтесь к эвакуации человека (соберите документы, ценные вещи, медикаменты, одежду и обувь, а также запасы продовольствия на несколько дней).

Затем из заявленного пункта эвакуации Министерство по чрезвычайным ситуациям направило персонал в безопасный район. После прибытия в конечный пункт эвакуации жители пункта временного проживания будут зарегистрированы и организовано размещение.

Министерство по чрезвычайным ситуациям также установило процедуры для людей, находящихся на открытом воздухе: необходимо найти ближайшее безопасное место на горе и быть готовым к эвакуации по воде. При необходимости необходимо привлечь внимание спасателей (например, днем - возможный способ).

Когда необходимо принять меры по самоэвакуации, можно использовать все водные транспортные средства, плоты, сделанные из бревен и других материалов, которые могут удерживать людей на воде. Здесь важно упомянуть человеческие факторы, такие как страх и паника, которые часто приводят к негативным последствиям. В чрезвычайной ситуации эмоциональная составляющая должна отойти на второй план, и необходимо быть внимательным, осмотрительным и мудрым.

После того, как вода отстоится, будьте осторожны с проводами и не используйте огнестрельное оружие и электроприборы в помещении до проверки безопасности помещения (электросеть, концентрация газа и т.д. (2)).

Следовательно, тяжесть последствий неконтролируемых стихийных бедствий может быть смягчена своевременным, организованным и четким осуществлением превентивных мер, а именно прогноза-анализа, организации-эксплуатации, инженерно-технических мероприятий и "правильных", вменяемых людей.

\*\*\*

1. Петухова Е. О. Причины нехватки пресной воды. Инновационные методы и проекты получения питьевой воды / *Construction and Geotechnics*, 2018, № 9 (3), С. 141-151.
2. «Методические рекомендации для органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации по организации подготовки к паводкоопасному периоду» (утв. МЧС России 04.12.2014 № 2-4-87-40-14).
3. Постановление Правительства Российской Федерации от 18.04.2014 № 360 «Об определении границ зон затопления, подтопления».
4. Рекомендации МЧС к поведению населению при наводнениях/ Портал МЧС России. URL: <https://mchs.gov.ru> (дата обращения 08.11.2021).

Лаппо А.В., Трофимова Е.В.

**Цифровая трансформация бизнес-процессов внешнеэкономического отдела сельскохозяйственного предприятия (на примере ООО «Макунинское»)**

*Санкт-Петербургский государственный экономический университет  
(Россия, Санкт-Петербург)*

doi: 10.18411/trnio-04-2023-466

**Аннотация**

Согласно принятому в 2019г Министерством сельского хозяйства РФ ведомственному проекту «Цифровое сельское хозяйство» важнейшим направлением повышения производительности АПК названо внедрение цифровых технологий на сельскохозяйственных предприятиях. В данной статье рассмотрен пример использования цифровых технологий при трансформации бизнес-процессов внешнеэкономического отдела сельскохозяйственного предприятия ООО «Макунинское».

**Ключевые слова:** бизнес-процесс, цифровая трансформация, сельскохозяйственное предприятие, внешняя экономическая деятельность (ВЭД).

**Abstract**

According to the project of the Agriculture Ministry of the Russian Federation "Digital Agriculture" adopted in 2019, the implementation of digital technologies in agricultural enterprises was named the most important direction for increasing the productivity of the agro-industrial complex. This article considers an example of using of digital technologies in the business processes transformation of the foreign economic activity department of the agricultural enterprise Makuninskoye LLC.

**Keywords:** business process, digital transformation, agricultural enterprise, foreign economic activity (FEA).

Цифровая трансформация бизнес-процессов является ключевым фактором роста эффективности и конкурентоспособности компаний, принадлежащих различным отраслям. В 2019 году в России был принят ведомственный проект «Цифровое сельское хозяйство» [2], в котором разработан комплекс мероприятий по цифровой трансформации отрасли сельского хозяйства. В данном проекте рассмотрен комплекс мероприятий по внедрению цифровых технологий и платформенных решений в АПК, что в свою очередь должно способствовать росту производительности на сельскохозяйственных предприятиях.

Компания ООО «Макунинское» начала свою работу в 2017 г. в г. Велиж Смоленской области. На сегодняшний день в Велиже находится офис компании, а на территории Смоленской области расположены все основные производственные мощности компании. Земли для возделывания сельскохозяйственных культур находятся в Смоленской и Псковской областях.

Компания ООО «Макунинское» занимается смешанным сельским хозяйством, в частности:

- Разведение молочного крупного рогатого скота;
- Производство сырого молока;
- Выращивание зерновых (кроме риса), зернобобовых культур и семян масличных культур;
- Предоставление услуг в области растениеводства;
- Предоставление услуг в области животноводства.

В настоящее время в ООО «Макунинское» на рассмотрении находится ИТ-стратегия компании на 2023-2025гг, одним из направлений которой является внедрения цифровых технологий и платформенных решений для обеспечения роста производительности компании.

Внешнеэкономическая деятельность остается важной частью деятельности предприятия, несмотря на экономические и политические ограничения. В организационной структуре ООО «Макунинское» 20.04.2021г. был создан отдел внешнеэкономической деятельности. Задачами отдела стало оформление таможенных документов по экспортным операциям, развитие экспортного потенциала компании, контроль выполнения обязательств по экспортным контрактам.

Таким образом основным процессом Отдела ВЭД является процесс таможенного оформления груза (рисунок 1). Для выполнения данного процесса в настоящее время на предприятии внедрено программное обеспечение USU «Система учета полей».

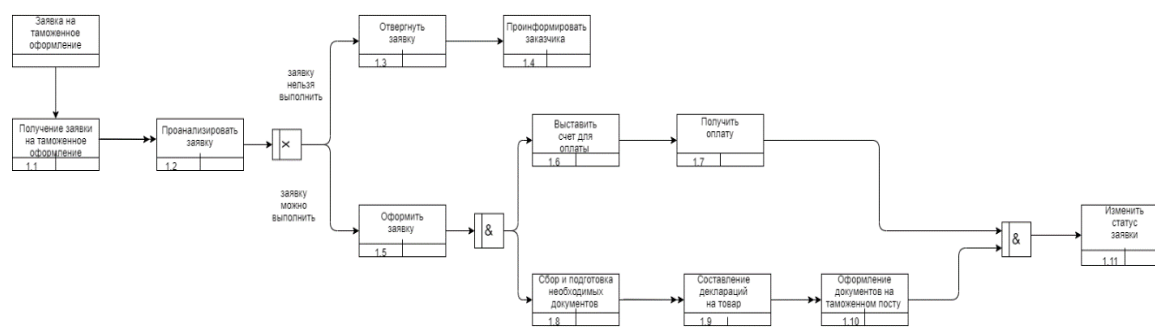


Рисунок 1. Бизнес-процесс таможенного оформления груза.

Проведя обследование на предприятии, был выделен ряд проблем, связанных с работой отдела ВЭД. Несмотря на использование в работе ПО USU «Система учета полей», в отделе еще сохраняется значительная доля ручных рутинных операций, связанных с таможенным оформлением грузов и формированием отчетных документов. Данные проблемы снижают конкурентоспособность предприятия, создается барьер при входе на рынки зарубежных стран.

Для решения данной проблемы предложено было провести цифровую трансформацию бизнес-процесса таможенного оформления груза, которая предполагает в том числе и внедрение нового более совершенного ПО.

Перед предприятием стоял выбор между внедрением приложения, созданного собственноручно, и внедрением уже готового программного продукта.

В случае создания собственного приложения есть возможность учесть все особенности бизнес-процессов конкретного предприятия, но также это потребует выполнения всех шагов процесса разработки ПО (сбор и анализ требований, проектирование архитектуры, программирование всего функционала, тестирование, написание технической документации, ввод в эксплуатацию). Если речь идет об информационной системе с большим набором функционала, то на разработку может уйти от нескольких месяцев до нескольких лет. Стоимость разработки таких систем может достигать до нескольких миллионов рублей. В связи с этим в данной ситуации было признано целесообразным подобрать уже имеющийся на рынке продукт/приложение согласно нуждам компании.

Поставщик программного обеспечения USU «Система учета полей», которое в настоящее время использует предприятие, разработал новое программное обеспечение USU 2.0. «Ведение сельского хозяйства». В связи с этим было принято решение приобрести платную лицензию нового ПО и внедрить его по следующим причинам:

- Стоимость лицензии на одного работника составляет 7 000 руб., что по сравнению с другими ПО на рынке является достаточно конкурентным предложением и подходит предприятию;
- Программный продукт позволяет также вести учет основных процессов как земледелия, так и животноводства, учет расходов и доходов, ветеринарные мероприятия, учет взаимодействия с клиентами и пр.;

- Программный продукт, который предприятие использовало ранее, был создан одним и тем же разработчиком. Благодаря этому часть интерфейса будет знакома сотрудникам предприятия;
- Программный продукт получил широкое распространение и использование на территории Российской Федерации, разработан совместно с российскими разработчиками, что снижает вероятность прекращения функционирования на территории РФ;
- Предоставляет возможность работы с дополненной реальностью.

Использование функции дополненной реальности поможет улучшить не только бизнес-процессы отдела внешней экономической деятельности, но и бизнес-процессы предприятия в целом. Также данная функция откроет возможность контроля за процессом производства, как со стороны заказчика, так со стороны руководителей предприятия. Для полноценного функционирования технологий дополненной реальности потребуется переоборудование помещения, закупка нужного для работы оборудования, составление новых бизнес-процессов, переквалификация и обучение персонала, поэтому данная функция будет реализована позже в рамках нового проекта. В таблице 1 представлено сравнение устаревшего ПО и нового продукта USU 2.0. «Ведение сельского хозяйства».

Таблица 1

## Сравнительный анализ программных продуктов.

<b>Функции программы</b>	<b>USU «Система учета полей»</b>	<b>USU 2.0. «Ведение сельского хозяйства»</b>
<i>Основные функции выбранной программы</i>	+	+
<i>Управление транспортом</i>	+	+
<i>Учет клиентов</i>	+	+
<i>Анализ продаж и прибыли</i>	+	+
<i>Учет перемещения товара</i>	+	+
<i>Контроль земельных участков</i>	+	+
<i>Прогнозирование</i>	+	+
<i>Резервное копирование</i>	+	+
<i>Возможность настройки импорта данных в таблицы</i>	-	+
<i>Фильтрация данных в таблице</i>	-	+
<i>Присваивание изображений для более наглядного представления информации</i>	-	+
<i>Дополненная реальность для еще большей наглядности</i>	-	+
<i>Постоянное скрытие определенных колонок или таблиц для всех пользователей определенной роли</i>	-	+
<i>Настройка прав для ролей на возможность добавления, редактирования и удаления информации</i>	-	+
<i>Настройка для разных ролей доступности отчетов и процедур</i>	-	+
<i>Возможность использования ТСД - Терминала Сбора Данных</i>	-	+
<i>Возможность настройки профессионального способа резервного копирования базы данных</i>	-	+
<i>Облако (локальная сеть, работа из дома, мощный сервер, работа из «отпуска»)</i>	-	+

После внедрения USU 2.0. «Ведение сельского хозяйства» бизнес-процесс таможенного оформления груза будет включать в себя не только, декларирование, но и выпуск груза (рисунок 2).

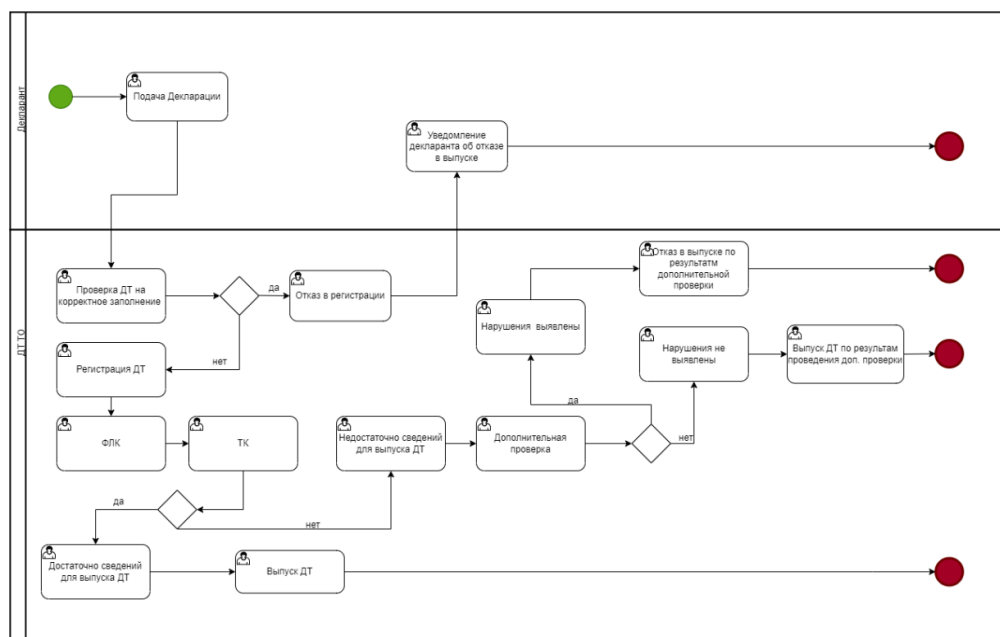


Рисунок 2. Бизнес-процесс таможенного декларирования и выпуск груза с использованием USU 2.0. «Ведение сельского хозяйства».

Ожидаемыми эффектами от внедрения ПО являются:

- сокращение сроков оформления таможенных деклараций;
- получение конкурентных преимуществ на зарубежном рынке;
- увеличение количества контрагентов, в том числе из соседних стран;
- оптимизация производственных процессов;
- увеличение производительности предприятия;
- улучшение системы управления предприятием;
- снижение издержек на выпускаемую продукцию.

Таким образом, на основании вышеизложенного, можно сделать вывод, что цифровая трансформация бизнес-процессов внешнеэкономической деятельности сельскохозяйственного предприятия играет важную роль в повышении эффективности сельскохозяйственного предприятия.

\*\*\*

1. USU-универсальная система учета [Электронный ресурс] – URL: [https://www.usu.kz/wiki/universalnaya\\_sistema\\_ucheta.php](https://www.usu.kz/wiki/universalnaya_sistema_ucheta.php) (дата обращения 02.02.2023)
2. Ведомственный проект «Цифровое сельское хозяйство»: официальное издание. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. – 48 с.

**Малашихин Н.В., Мурашкин Я.К.**

**Способ контроля качества внесения твердых минеральных удобрений**

*ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ  
(Россия, Краснодар)*

doi: 10.18411/trnio-04-2023-467

#### **Аннотация**

Предложен способ определения нормы внесения твердых гранул рованных минеральных удобрений в реальном времени.

**Ключевые слова:** способ контроля, качество внесения, минеральные удобрения, норма, отклонение, трудоемкость.

**Abstract**

A method for determining the rate of application of solid granules and mineral fertilizers in real time is proposed.

**Keywords:** control method, application quality, mineral fertilizer, standard, deviation, laboriousness.

Из года в год совершенствуются средства механизации для АПК с целью повышения качества выполнения производственных процессов и снижения затрат. В конкурентоспособности получаемой продукции земледелия решающую роль играет сельскохозяйственная техника [1-3] и оптимизация ее параметров [4], новые ресурсосберегающие технологии [5-7] и рациональное использование машинно-тракторного парка [8-9]. Применяемая в машинных технологиях техника должна не только снижать затраты, повышать производительность, но и строго соблюдать экологические требования, особенно при работе машин со средствами химизации [2, 10, 6], наносящими серьезный урон экологии. Так, неравномерное внесение твердых минеральных удобрений, невыполнение нормы внесения наносит ущерб плодородию почвы, накоплению в ней тяжелых металлов и вредных химикатов. Очень важно при работе машин для внесения удобрений строго соблюдать заданную норму внесения и равномерное распределение туков по поверхности поля [6]. Цель данной статьи предложить новый способ определения нормы внесения твердых гранулированных минеральных удобрений в реальном времени с использованием автоматизированного контроля предлагаемым устройством, что позволит снизить трудоемкость контроля и возможность оперативной корректировки нормы вносимых удобрений.

Известны различные способы и методики определения качества внесения твердых минеральных удобрений, где главным показателем является отклонение от заданной нормы внесения. Наиболее простой и доступный способ определения нормы внесения удобрений разбрасывающими машинами по методике Б. А. Доспехова [11].

Он заключается в подсчете массы удобрений, внесенных разбрасывающей машиной в специально размещенные емкости (противни) на поле по ходу движения агрегата по ширине захвата машины. Зная ширину захвата разбрасывателя и пройденный путь (обычно 50 м), определяют удобренную площадь в гектарах. Затем, разделив массу внесенных удобрений в емкостях на рассчитанную площадь, находят норму внесения в центнерах на один гектар (ц/га). Зная научно обоснованную норму и фактическую, проводят настройку разбрасывающей машины на соответствие фактической нормативной нормы внесения научно обоснованной для конкретной сельхоз культуры.

Недостаток известного способа заключается в большой трудоемкости и недостаточной точности.

Для реализации способа используют устройство для внесения удобрений (рис.3), которое содержит перемещаемое транспортным средством 1 приспособление для внесения удобрений, состоящее из дозирующего устройства 2 с управляющим механизмом 3, связанного с автоматической системой контроля и корректировки дозирования удобрений 4, имеющей микропроцессорное устройство (на рисунке не показано), средство позиционирования, навигационный блок 5 с микропроцессором через согласующее звено 6, соединенное с бортовым компьютером 7 и блок управления 8, который также связан с бортовым компьютером 7. Дозирующее устройство 2 выполнено в виде бункера, а его управляющий механизм 3 – в виде установленных на выходе бункера жалюзи с шаговым двигателем (на рисунке не показано), регулирующий степень раскрытия и открытия жалюзи. Средство позиционирования выполнено в виде цифровых видеокамер 9 и 10. Видеокамера 9 установлена перед приспособлением для внесения удобрений, а видеокамера 10 расположена сзади транспортного средства 1 на высоте, обеспечивающей получение изображений участков поля в прямоугольной форме и реальной площадью не менее 1м<sup>2</sup>. Компьютер 7 снабжен программным обеспечением «MathCad», которое обеспечивает возможность оцифровки полученных изображений в черно-белом цвете с разрешением файла bmp и разрешающей способностью не ниже 300 dpi на дюйм.

Компьютер 7 связан с блоком 11 для включения и отключения видеокамер 9 и 10, расположенных на транспортном средстве 1 для получения изображения в том же месте и работает на основе заданного расстояния  $L$  между видеокамерами 9 и 10.

Устройство для внесения удобрений работает следующим образом. Предварительно видеокамеры 9 и 10 устанавливаются на высоте, обеспечивающей получение изображений участков поля в прямоугольной форме и реальной площадью не менее  $1\text{ м}^2$ , примерно на 1 – 1,5 метра.

При въезде на поле (рисунок 1), оператор (тракторист) устанавливает норму внесения и запускает в работу автоматическую систему 4 контроля и корректировки дозирования удобрений. По команде компьютера 7 видеокамера 9 фотографирует участок поля без удобрений, затем полученное изображение отправляется в компьютер 7. Далее транспортное средство 1 продолжает свой ход. С учетом заданного расстояния  $L$  между видеокамерами 9 и 10 от команды компьютера и блоков 5 и 6 срабатывает устройство 11 для включения и отключения видеокамеры 10, расположенной сзади транспортного средства для получения изображения в том же месте, где получено изображение видеокамерой 9,

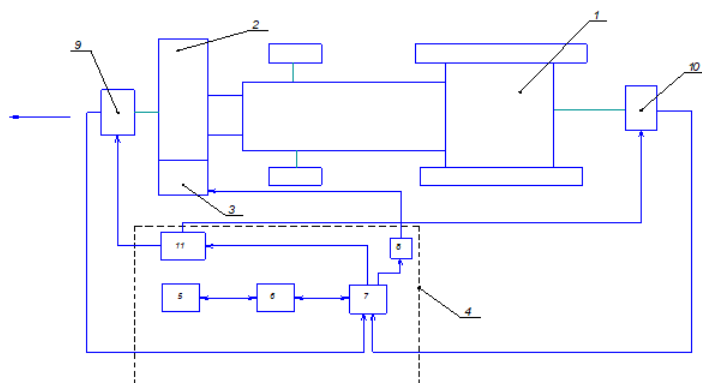


Рисунок 1. Принципиальная схема предлагаемого устройства для контроля качества внесения твердых гранулированных удобрений.

расположенной перед приспособлением для внесения удобрений. Видеокамера 10 фотографирует участок поля с внесенными гранулами в реальном времени, полученное изображение также направляется в компьютер 7, который снабжен программным обеспечением «MathCad», обеспечивающим оцифровку полученных изображений в черно-белом цвете с разрешением файла bmp и разрешающей способностью не ниже 300 dpi на дюйм. Полученные два оцифрованных изображения подвергаются фильтрации волновым преобразованием для получения качественного изображения объекта. В программу MathCad вводят размеры площади плоской прямоугольной поверхности почвы в миллиметрах, средний диаметр гранулы в миллиметрах и ее массу в граммах и осуществляют замену размеров плоской прямоугольной поверхности, выраженной в миллиметрах, среднего диаметра гранулы в миллиметрах с матрицей плоской прямоугольной поверхности почвы и диаметра гранулы, выраженных в пикселях. Далее с учетом общей площади, занятой гранулами, среднего диаметра гранулы и ее массы определяют общую массу гранул, приходящихся на поверхность почвы площадью не менее  $1\text{ м}^2$ , затем пересчитывают общую массу гранул, приходящихся на 1 га площади засеваемой почвы и сравнивают с массой, соответствующей требуемой норме внесения минеральных удобрений. С помощью компьютера 7 определяется фактическая норма внесения минеральных удобрений на поле, которая должна отличаться от требуемой не более чем на  $\pm 10\%$ . Если разница превышает  $\pm 10\%$ , то компьютер 7 через согласующее устройство 8 подает команду управляющему механизму 3 дозирующего устройства 2, который, воздействуя на регулировочные жалюзи бункера с удобрениями в дозирующем устройстве 2 для внесения удобрений, корректирует дозу до сопоставимой.

Точность попадания видеокамеры 10 на место съемки видеокамеры 9 до внесения удобрений определяется включением видеокамеры 10 по команде бортового компьютера 7 через время  $t$  прохождения расстояния  $L$  между видеокамерами 9 и 10. Компьютер 7 рассчитывает это время  $t$  по известной формуле:  $t = L/v$ , где  $L$  - расстояние в метрах между видеокамерами 9 и 10 (оно заведено в программу компьютера), а  $v$  – скорость движения в м/с трактора 1 с устройством 5. Скорость движения  $v$  определяется навигационным блоком 5, имеющим систему ГЛОНАСС и через компьютер 7 передается на устройство 11 для включения и отключения видеокамеры 10.

После этого процесс повторяется через время, заданное в компьютере 7 оператором для контроля заданной нормы внесения. Можно повысить точность внесения удобрений с погрешностью до  $\pm 1\%$  за счет уменьшения промежутков времени между контрольными замерами.

Для подтверждения эффективности предлагаемого способа были проведены опыты, для которых были выделены делянки площадью по 0,5 га, одна из них контрольная, другая – опытная. На контрольной делянке вносили удобрения и по методу Б.А. Доспехова определяли норму внесения удобрений. На опытной делянке вносили удобрения и определяли норму внесения по заявляемому способу. Сравнили нормы внесения удобрений заявляемым способом с методом по Б. А. Доспехову и получили следующие результаты, которые представлены в таблице 1.

Таблица 1

Сравнительная оценка величины отклонений от нормы внесения минеральных удобрений, полученных предлагаемым способом и по методу Б. А. Доспехова.

Нормы внесения удобрений ц/га	Отклонение от заданной нормы внесения удобрений при использовании заявляемого способа, ц/га								Отклонение от заданной нормы внесения удобрений по методике Б. А. Доспехова, ц/га							
	Повторности			M <sub>cp</sub> ц/га	D, ц/га <sup>2</sup>	G, ц/га	v ,%	P,%	повторности			M <sub>cp</sub> ц/га	D, ц/га <sup>2</sup>	G, ц/га	v ,%	P, %
	1	2	3						1	2	3					
5.0	0.6	0.4	0.7	0.6	0.03	0.16	26.7	2.0	0.9	0.8	0.5	0.7	0.044	0.21	30.0	3.0
3.0	0.4	0.3	0.3	0.33	0.01	0.07	21.2		0.35	0.4	0.3	0.35	0.05	0.22	30.0	
2.5	0.3	0.2	0.2	0.23	0.003	0.05	21.7		0.2	0.3	0.3	0.27	0.01	0.10	37.0	

Условные обозначения, принятые в таблице 1.

M<sub>cp</sub>- среднее арифметическое значение параметра, ц/га,

D- дисперсия, ц/га<sup>2</sup>,

G - среднее квадратичное отклонение, ц/га,

v - коэффициент вариации,%,

P- точность опыта,%.

Данные по коэффициенту вариации и точности опыта различаются незначительно, однако трудоемкость оценки предлагаемого способа ниже контрольного в несколько раз. В этой связи предлагаемый способ по сравнению с прототипом является наиболее эффективным.

Полученные результаты исследований подтверждают возможность применения предлагаемого способа для оценки качества внесения минеральных удобрений с учетом отклонения заданной нормы внесения. В нашем исследовании предлагаемый способ обеспечил более высокую точность опыта ( 2% против 3% по обычному методу с противнями), значительно меньшую дисперсию разброса данных и значение коэффициента вариации: среднее значение коэффициента вариации для разных норм внесения удобрений составило 23,5 процента на опыте и 32,3 процента – на контроле при значительно меньшей трудоемкости измерений.

\*\*\*

1. Маслов Г.Г. Методика комплексной оценки эффективности сравниваемых машин // Тракторы и сельхозмашины. – 2009. №10. – С.31-33
2. Маслов Г., Палапин А., Ринас Н. Многофункциональный уборочный агрегат // Международный сельскохозяйственный журнал. - 2014. № 1-2. С. 16-19.



3. Патент на изобретение RU 2246195 С2, 20.02.2005. Протравливатель семян. Авторы: Борисова С.М., Маслов Г.Г., Мечкало А.Л., Трубилин Е.И / Заявка № 2003109126/12 от 31.03.2003.
4. Милюткин В.А., Буксман В.Э. Внедрение в земледелие АПК России сельхозмашин нового поколения с цифровым управлением технологического процесса // Сборник статей по материалам междунауч.-практ. конф., посвященной 125-летию со дня рождения Т.С. Мальцева: «Развитие и внедрение современных научно-технических технологий для модернизации АПК». – С.728.
5. Маслов, Г. Г. Обоснование коэффициента использования рабочего времени смены агрегата для боронования озимых с одновременной подкормкой / Г. Г. Маслов, А. С. Сергунцов, Н. В. Малашихин // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2017. – № 6(68). – С. 109-111. – EDN YLSGQW.
6. Maslov G.G., Tkachenko V.T., Yudina E.M., Kadyrov M.R., Kalitko S.A. The improvement of the technology of winter wheat grain production for the purpose of energy saving // Biosciences Biotechnology Research Asia. 2015. T.12. № 3. С.2071-2080.
7. Агротехнические требования к основным технологическим операциям при адаптивных технологиях возделывания озимых колосовых и кукурузы и новые технические средства для их выполнения в Краснодарском крае / Рыбалкин П.Н., и др. // Рекомендации: Департамента сельского хозяйства и продовольствия Краснодарского края, Краснодарский НИИСХ им П.П. Лукьяненко – Краснодар 2001.
8. Сергунцов, А. С. Боронование посевов с одновременной подкормкой / А. С. Сергунцов, Е. М. Юдина, Н. В. Малашихин // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2018. – № 4(72). – С. 172-175. – EDN XYKUQX.
9. Technological and technical improvement of crop cultivation processes / G. G. Maslov, N. A. Rinas, E. M. Yudina, N. V. Malashikhin // . – 2020. – Vol. 11, No. 8. – P. 118. – DOI 10.14456/IJEMAST.2020.148. – EDN RPLCGA.
10. Патент № 2687201 С1 Российская Федерация, МПК А01В 49/06, А01В 17/00. Многофункциональный агрегат для обработки почвы : № 2018114385 : заявл. 18.04.2018 : опубл. 07.05.2019 / Г. Г. Маслов, Н. В. Малашихин, В. В. Вовк ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина". – EDN RMYMXV.
11. Патент РФ №2725787 С1. Способ определения качества внесения минеральных удобрений / Авторы: Маслов Г.Г., Цыбулевский В.Н., Малашихин Н.В., Полуэктов А.А. Дата подачи заявки 14.05.2019. Опубликовано 06.07.2020. Бюллетень №19
12. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. / Учебник для студентов высших сельскохозяйственных учебных заведений по агрономическим специальностям / Б. А. Доспехов. Москва, 2011. (Изд. 6-е, стер., перепеч. с 5-го изд. 1985 г.)

**Прокофьев М.М., Карапетян М.А.**

**Потенциал шин сверхнизкого давления для повышения проходимости транспортных средств**

*РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева  
(Россия, Москва)*

doi: 10.18411/trnio-04-2023-468

**Аннотация**

Развитие Севера России заставляет производителей использовать машины с высокой проходимостью, так как существует проблема с развитием транспортной сети и дорожного покрытия в районах всего Северо-Востока страны. Большая часть грузовых и пассажирских перевозок производится по грунтовым дорогам и автозимникам. Традиционные колесные и гусеничные транспортные средства высокой проходимости, которые применяются для решения этой задачи, своими движителями наносят огромный ущерб почвенно-растительному покрову в северных районах страны.

**Ключевые слова:** машины высокой проходимости, колесные транспортные средства, повышение проходимости, шины сверхнизкого давления, стратегия развития транспорта.

**Abstract**

The development of the North of Russia forces manufacturers to use vehicles with high cross-country ability, as there is a problem with the development of the transport network and road surface in the regions of the entire North-East of the country. Most of the freight and passenger traffic is carried

out on dirt roads and winter roads. Traditional wheeled and tracked off-road vehicles, which are used to solve this problem, cause enormous damage to the soil and vegetation cover in the northern regions of the country.

**Keywords:** cross-country vehicles, wheeled vehicles, cross-country ability improvement, ultra-low pressure tires, transport development strategy.

Исходя из обширной территории России, возникает огромное количество проблем, связанных с проходимостью автомобильной техники на различных почвах. Применение гусеничного движителя является нецелесообразным только в том случае, если есть необходимость совершения длительных поездок с большой протяженностью маршрута. Недостатками гусеничного хода является:

- Губительное влияние на твердые дорожные покрытия, если есть необходимость их использования;
- Долгое и дорогое техническое обслуживание;
- Необходимость менять комплектующие из-за быстрой степени изнашиваемости;
- Невозможность передвижения на большие расстояния;
- Нанесение ущерба почвенно-растительному покрову земли.

Однако есть один положительный аспект, из-за которого данный движитель применяется и это его удельное давление на грунт (большая площадь контакта с поверхностью) и отличные сцепные свойства за счет конструктивных особенностей. Но его использование оправдано для специальных видов работ, который не покрывает всего спектра задач, которые необходимо выполнить для обеспечения бесперебойной работы транспортных средств в районах с плохим или отсутствующим вовсе дорожным покрытием.

Для понимания ситуации насколько огромный фронт работ на всей территории России для использования машин с высокой проходимостью, обратимся к рисунку ниже, демонстрирующему сущность вопроса:

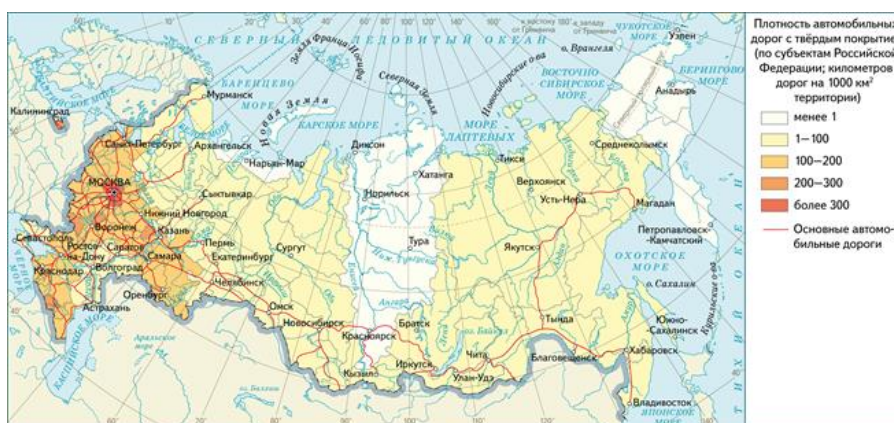


Рисунок 1. География автомобильных дорог России.

На данном рисунке наглядно продемонстрирована развитость автомобильных дорог в Российской Федерации. Сразу становится понятно, что наиболее развитым является Запад страны, в отличие от остальных районов. Таким образом развитие средств является острой задачей как для населения, живущего в труднопроходимых территориях, так и для коммерческого и государственного транспорта, которые позволяют функционировать стране. Автомобильные дороги, наряду с железнодорожными, являются артериями страны. А это напрямую влияет на благополучие регионов и устойчивую промышленную, продуктовую и иные связи по всей России.

Также исходя из транспортной стратегии Росавтодора, можно заметить острую необходимость использования транспортных габаритных средств с повышенной проходимостью, коими являются машины с применением шин с сверхнизким давлением (рисунок 2), которые позволяют стране уменьшить спектр проблем, связанных с недостаточной проходимостью машин и сложностями с технической составляющей вопроса.

Для понимания процитирую ниже основные выжимки из документа, раскрывающих спектр развития машин со средствами повышения проходимости в условиях различного климата и расположения территорий РФ:

«Стратегия предусматривает реализацию следующих долгосрочных целей развития транспортной системы до 2030 года и на прогнозный период до 2035 года: повышение пространственной связанности и транспортной доступности территорий; повышение мобильности населения и развитие внутреннего туризма; увеличение объема и скорости транзита грузов и развитие мультимодальных логистических технологий; цифровая и низкоуглеродная трансформация отрасли и ускоренное внедрение новых технологий.

Стратегия направлена на опережающее удовлетворение ожиданий основных пользователей и потребителей транспортного комплекса.

Прямыми пользователями транспортных услуг в части пассажирских перевозок являются граждане Российской Федерации, проживающие в агломерациях и за их пределами, граждане, проживающие в удаленных, труднодоступных и геостратегических районах страны. Прямыми пользователями услуг грузового транспорта являются грузовладельцы - физические и юридические лица, осуществляющие разовые или регулярные отправки грузов по территории Российской Федерации.

Транспортный комплекс также выполняет важные функции по достижению государственных целей в части обеспечения национальной безопасности, экономического роста (в том числе за счет развития смежных отраслей и косвенных эффектов от транспортного комплекса) и связанности территории страны.

Удовлетворение ожиданий основных пользователей достигается за счет формирования технически, технологически и экономически сбалансированной на основе транспортно-экономического баланса транспортной системы и повышения профессионализма сотрудников транспортных организаций.

Гражданам страны должно быть обеспечено повышение качества жизни в части, зависящей от транспортного комплекса, в том числе: повышение транспортной доступности для граждан социально-экономических, туристских и культурных центров;

Повышение доступности транспортных услуг для жителей удаленных, труднодоступных и геостратегических территорий; повышение качества транспортных услуг в части комфортности и безопасности перевозок с минимизацией негативного воздействия на окружающую среду при сохранении ценовой доступности перевозок; повышение качества транспортных услуг в части скорости обслуживания пассажиров и, как следствие, увеличение подвижности населения; создание транспортной инфраструктуры для развития внутреннего туризма.»

Исходя из вышеперечисленного, считаю необходимым для решения поставленных задач использовать шины сверхнизкого давления.

Потенциал есть ничто иное как вынужденное и перспективное средство повышения проходимости транспортных средств по всей стране с учетом дальнейшего развития транспортных дорожных сетей и экономичностью решения – переоборудовать машины будет не так экономически затратно для населения, как использование и обслуживание гусеничных транспортных средств.

Дальше необходимо максимально объективно рассмотреть преимущества и недостатки шин с низким и сверхнизким давлением чтобы максимально полно разобраться в теме повышения проходимости транспортных средств. Пример использования данного вида движителя продемонстрирован на рисунке 3.



Рисунок 2. Применение шин низкого давления на УАЗ Патриот.

Машины на шинах низкого давления обладают многими преимуществами. Такими как:

- Лучшее сцепление и распределение веса при движении на пересечённой местности - это обусловлено большей площадью контакта;
- Увеличенный клиренс – на авто устанавливаются колёса увеличенного диаметра и ширины;
- Монтаж грунтозацепов увеличивает качество сцепления при движении по мягкой почве;
- Минимальное нарушение экологии. При движении в лесах на обычных шинах разрушаются дороги, со временем они становятся непригодными, а оборудованный покрывками с невысоким давлением автомобиль меньше влияет на экологию.

Шины низкого и сверхнизкого давления имеют и некоторые недостатки, которые стоит учитывать до покупки:

- Для установки такой резины приходится подвергать машину модернизации для оптимального использования позитивных качеств покрывок;
- Ухудшается устойчивость машины из-за смещения центра тяжести вверх. Машина не становится склонной к опрокидыванию, но при движении на пересечённой местности изменения будут ощутимы;
- Если эксплуатировать низкопрофильное колесо для движения по асфальту, наступает быстрый износ резины. Это касается всех твёрдых покрытий;
- Колесо с шиной низкого давления с диском сцепляется хуже. Потребуется разработка дополнительных фиксаторов, предотвращающих прокручивание ската;
- Не могут использоваться для передвижения на высокой скорости. Ключевая и единственная задача – улучшение проходимости в тяжёлых условиях, а скоростное движение приведёт к скорейшему износу всей подвески;
- Дисковый профиль и протекторы должны учитывать тип грунта, по которым производится движение. Высота протектора улучшает качество передвижения по одной почве, но быстро изнашивает трансмиссию на другой. Придётся уделить достаточно времени для правильного выбора. Подбор можно оставить специалистам для снижения рисков и нагрузок на авто. Без должных знаний о тонкостях поведения резины водителю будет сложно и дорого использовать автомобиль.

Ниже представлен рисунок, на котором продемонстрировано переоборудованные транспортные и аграрные машины шинами высокой проходимости для преодоления мягких грунтов в условиях отсутствия дорожного полотна.



Рисунок 4. Применение шин сверхнизкого давления на автомобильной технике.

Чаще всего колеса с шиной низкого давления с диском устанавливаются на джипы, сельскохозяйственную технику, внедорожники и другие автомобили с повышенными требованиями к проходимости. Также они применяются для обеспечения безопасности страны на всей территории России – военными и иными органами, обеспечивающими суверенитет Российской Федерации. На подобные авто могут устанавливаться как бескамерные, так и камерные модели. Чаще предпочтение отдается бескамерным вариантам, они обеспечивают большую безопасность движения и повышенный комфорт при небольшом весе. Если используется камера, снижается риск пробития и деформации колеса, так как противодействие нагрузкам усиливается вдвое.

В процессе рассмотрения описываемых шин стоит отметить другую классификацию, на основании конструктивных и функциональных характеристик:

- **Широкопрофильные.** Могут эксплуатироваться в широком диапазоне давлений без негативных последствий для автомобиля. Чаще используются для машин, транспортирующих большие грузы по пересеченной местности. Устойчивость широкопрофильных моделей значительно выше благодаря большому пятну контакта. Представлены они в виде овала;
- **Арочные.** Ширина подобных шин значительно превосходит стандартные варианты, обычно в 3–5 раз шире. По толщине покрышка имеет 50–70 см. Чаще устанавливаются только на передние колеса. При использовании арочных моделей многократно улучшается проходимость автомобиля по любой местности;
- **ТорOIDные.** Они дополнительно различаются по наличию камер. Являются самыми популярными скатами для транспортных средств, участвующих в соревнованиях, но нередко применяются и в повседневной жизни. Ширина профиля средняя.

#### Итоги и выводы

Подводя вывод выше изложенному, у шин сверхнизкого и низкого давления в условиях нашей страны имеется огромный потенциал для развития как конструкции колес (удешевление производства, конструктивные улучшения, повышающие эксплуатационные характеристики), так и сфер использования наряду с разнообразными территориальными особенностями климата, почвами и необходимостью использования в сельском хозяйстве – оказывают положительное влияние на почву по сравнению с другими видами движителя, в совокупности с эксплуатацией по дорогам общего пользования.

Безопасное движение по местностям с отсутствующим пригодным для езды покрытием возможно только при условии надежности и хорошей оснащенной техники. Колеса, на

которых установлены шины с низким давлением являются одним из основополагающих моментов, отвечающих за вездеходность, безопасность и комфортабельность транспортного средства. Правильно подобранные шины помогут продлить эксплуатационный период основным агрегатам автомобиля, обеспечат его владельцу и пассажирам безопасность во время езды по пересеченным местностям в независимости от погодных условий.

\*\*\*

1. Росавтодор Транспортная стратегия РФ 2030-2035 гг. <https://rosavtdor.gov.ru/docs/transportnaya-strategiya-rf-na-period-do-2030-goda-s-prognozom-na-period-do-2035-goda?ysclid=lf5e52bx1623529673>
2. Карапетян М.А., Куликов А.Н., Добрачев Ю.П. «Эколого-экономическая оценка эффективности модернизации двигателей сельскохозяйственных тракторов // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий М: №8-2010г. С34-36
3. Карапетян М.А., Мочунова Н.А. «Пути снижения вредного воздействия ходовых систем МТА на почву /М.А. Карапетян, Н.А. Мочунова –Ер: Издательство ассоциация Арменпак, 2020г.-153с.
4. Шина сверхнизкого давления – оптимальный движитель для транспортных средств на слабонесущих грунтах / В. И. Котляренко, С. В. Гончаренко, З. А. Годжаев, В. Я. Шапиро // Тракторы и сельхозмашины. – 2014. – № 2. – С. 17-21.
5. Котляренко, В. И. Исследования управляемости и устойчивости транспортных средств (ТС) на шинах сверхнизкого давления / В. И. Котляренко // Журнал автомобильных инженеров. – 2009. – № 1(54). – С. 34-35.
6. Гончаренко С.В. К вопросу определения грузоподъемности шин сверхнизкого давления [Текст]/ С.В. Гончаренко // Альтернативные источники энергии в транспортно-технологическом комплексе: проблемы и перспективы рационального использования. – 2015. – Вып.2. – С.90-92.

**Рожкова Е.А., Бордачев В.А.**

### **Искусственная гравитация и способы ее создания в космосе**

*Сибирский государственный университет науки и технологий  
им. академика М.Ф. Решетнева  
(Россия, Красноярск)*

doi: 10.18411/trnio-04-2023-469

#### **Аннотация**

В статье рассмотрены все самые популярные способы создания искусственной гравитации в условиях полной невесомости. Читатель сможет ознакомиться с краткой историей развития проблем создания ИГ. Изучены современными способами создания ИГ, их плюсы и минусы.

**Ключевые слова:** искусственная гравитация, центрифуга короткого действия, проекты и технологии, космические колонии.

#### **Abstract**

The article discusses all the most popular ways to create artificial gravity in conditions of complete weightlessness. The reader will be able to get acquainted with a brief history of the development of the problems of creating IS. Studied by modern methods of creating IS, their pros and cons.

**Keywords:** artificial gravity, short action centrifuge, projects and technologies, space colonies.

За последние столетия человечество достигло небываемых доселе высот в изучении космоса. Существует ряд проблем, которые просто не позволяют совершить этот колоссальный шаг по изучению космоса. Одной из таких проблем является отсутствие земной гравитации в космосе, и вопрос о создании искусственной гравитации стоит очень остро для всех энтузиастов, собирающихся покарать космические просторы.

Искусственная гравитация (ИГ) — это искусственно создаваемая сила в условиях космического полета, вне Земли, которая по своему действию близка к гравитационной силе

(силе тяжести), с применением знаний, технологий и техники. ИГ необходима для снижения и предотвращения неблагоприятных воздействий невесомости на здоровье, жизнедеятельность, эффективность работы человека в космосе, а также на функционирование, надежность и безопасность техники [1].

Рассмотри поподробнее чем же грозит для человека длительное нахождение человека в невесомости. Человек способен приспособиться к любой среде обитания, например перестраивая свой организм, и нахождение человека в невесомости не исключение. Одновременно с адаптационными перестройками в невесомости развивается гипофункция не востребуемых антигравитационных механизмов различных систем (кровообращения, опорно-двигательного аппарата, регуляции локомоций, обмена веществ и т.д.). Пребывание в невесомости приводит к снижению функциональных способностей организма и работоспособности человека [2].

Как показали исследования доктора медицинских наук О.И. Орлова, процесс восстановления нормальной минеральной плотности человека занимает в 2–3 раза больше времени, чем длится космический полет, и после продолжительных космических экспедиций растягивается на годы [3]. Такого ресурса как время попросту не может быть много, первые колонисты должны будут сразу же приступить к работе, от этого будет зависеть успешность всей экспедиции.

Более столетия назад, в 1895 году, в своей книге «Грезы о Земле и небе» К. Э. Циолковский предложил идею по созданию искусственной гравитации в невесомости с помощью центробежной силы, вращая объект, а позже описал это в повести «Вне Земли» [4]. Однако для основоположников теоретической и практической космонавтики главной проблемой являлось существование нагрузок во время взлёта и посадки летального аппарата, а не пагубное влияние невесомости на живой организм. И лишь когда встал вопрос о первых полётах с живыми существами встал вопрос о влиянии невесомости на организм пассажира/пилота ЛА. Полёты собак Лайки, Белки и Стрелки развеяли опасения о влиянии невесомости, но лишь на время. Полёты на космических кораблях «Восход», «Восток», «Союз» выявили негативное влияние отсутствия гравитации на космонавтов, так начался новый этап в изучении физиологического и биологического действия невесомости.

За последние два века во всём мире разработаны теоретические основы, бесчисленное множество идей, технологий и проектов создания ИГ в космических полетах. Достигнуты пределы безопасного постоянного пребывания человека в космосе в условиях невесомости (микрогравитации): 1 – 1,5 года в околоземном космическом пространстве (ОКП) на орбитальных станциях (ОС) «Мир» и Международной космической станции (МКС). Чтобы преодолеть это временное ограничение необходимо использование систем по созданию ИГ.

Возможно, в будущем появятся принципиально новые технологии ИГ на основе новых знаний о природе гравитации. Однако сейчас наиболее реальным способом является только первый, т.е. вращение объекта. Это объясняется сложностью реализации других способов, в основном из-за экономической составляющей, но также и по причине отсутствия возможности реализации.

Как мы уже было сказано вращение объекта является самым реальным способом создания ИГ, поскольку природа центробежной силы изучена достаточно для того, чтобы реализовать её в таких жестких условиях, какие создаются в условиях космического полёта. Нам известно, как создать центробежную силу и понятно, как она будет себя вести, это очень важные аспекты, так как ошибки быть не должно. Также, система ИГ, реализованная вращением, может быть как временным, так и постоянным решением проблемы по созданию ИГ. Её можно сделать как гигантских размеров для того, чтобы обеспечить целую колонию, так и компактной для создания ИГ, например на космической станции, где место ограничено.

Ключевая задача при разработке проблемы ИГ — определение оптимальных режимов действия перегрузок с позиции их переносимости и эффективности [6]. Для определения оптимальных режимов, минимальных эффективных величин ИГ, длительности и так далее предстоит выполнить большой объем исследований в космосе на МКС и иных пилотируемых

объектах, с применением ЦКР и других систем ИГ. Оптимальные режимы ИГ можно формализовать, например, в виде предлагаемого варианта, включающего четыре основных режима:

Первый режим: полная невесомость, то есть отсутствие ИГ (0,0 G). Второй режим: Пониженные уровни ИГ (от 0,1 до 0,9 G). Третий режим: постоянная ИГ  $\sim 1,0$  G (как на Земле). Четвертый режим: повышенные уровни ИГ (от 1,1 до 2,0 G).

Самым популярным и широко используемым способом ИГ является центрифуга короткого радиуса. Полномасштабно используется на Земле для лечения сосудистых заболеваний. Её принцип таков: есть две камеры, соединённые между собой, в месте соединения ось вращения, к которой подключён двигатель. Пациент ложится ногами к центру, чтобы кровь поступала от головы к ногам. Во время вращения врачи наблюдают за физическими показателями испытуемого, а также поддерживают с ним связь, задавая простые вопросы. Устройство показало свою полезность на Земле, и её аналоги уже посещали космос в составе биологических спутников с земными растениями.

Первым примером борьбы с ИГ может послужить идея создания ИГ на вращающемся объекте из двух полусфер, соединённых цепями, К. Э. Циолковский, Россия (1895) [6]. Следующий — это обитаемая космическая станция с ИГ, Г. Оберт, Германия (1923).

Ещё один пример — это развитие идеи К. Э. Циолковского. Раскрутка двух объектов, соединённых тросовой системой, для создания ИГ в космосе с использованием пилотируемого корабля «Восход», но реализовать проект не удалось. Способ уменьшения отрицательного воздействия невесомости на живые организмы вибрацией, колебательные системы, Россия (1995, 2011).

Примеры более новой модификации: Центрифуга «Грависити» для Луны, О. А. Майборода, ООО «АВАНТА-Консалтинг», Россия (2014). Концепция новой российской космической базы «Мир-2» с ИГ, проект группы авторов, Россия (2016). Космический гомеостатический ковчег, Асгардия, С. Л. Морозов (2018). Тросовая центрифуга с опорной башней и траншей. Тороидальная центрифуга.

Искусственная гравитация — это неотъемлемая часть будущих полётов в космос, например, таких как покорение Марса. Без ИГ невозможно длительное нахождение в космосе, так как мышцы человека атрофируются и нарушается кровообращение. На данный момент вопрос о использовании ИГ в космосе уже не стоит, существует множество идей и проектов по её созданию. В ходе исследования была создана классификация способов создания ИГ, и проведён анализ этих способов. Выявлено, что наиболее реальным и возможным способом создания ИГ является вращение, примером этому может послужить ЦКР, которая уже сейчас внедрена в жизнь человека и развивается по сей день. ЦКР, это не только удобный в плане габаритов инструмент для создания ИГ, но менее затратный. Проблема ИГ всё ещё стоит остро, несмотря на множество идей энтузиастов, и будет актуальна ещё десятки лет.

\*\*\*

1. Создание искусственной гравитации при помощи колебательных систем с квазиузуловой жесткостью / А. Р. Валеев, А. Н. Зотов, Э. Ш. Имаева, А. Ю. Тихонов // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. – 2011. – № 4-5. – С. 2051-2052.
2. Котовская, А. Р. Проблема искусственной гравитации: состояние и перспективы / А. Р. Котовская // Авиакосмическая и экологическая медицина. – 2008. – Т. 42. – № 6. – С. 74-83.
3. Орлов О.И., Колотева М.И. Центрифуга короткого радиуса как новое средство профилактики неблагоприятных эффектов невесомости и перспективные планы по разработке проблемы искусственной силы тяжести применительно к межпланетным полетам // Авиакосмическая и экологическая медицина. 2017. Т. 51. № 7. С. 11 – 18.
4. Циолковский К.Э. Вне Земли: повесть. Калуга: Золотая аллея, 2008. 256 с.
5. Циолковский К.Э. Грезы о Земле и небе // Циолковский К.Э. Путь к звездам. М.: Изд-во АН СССР, 1961. С. 38 – 112.
6. Бурцева, Н. Как создать гравитацию в невесомости. Проверено на себе / Н. Бурцева // Воздушно-космическая сфера. – 2017. – № 4(93). – С. 36-43.



Рожкова Е.А., Бордачев В.А.

Наземная система противоракетной обороны США «Ground-based Midcourse Defense»

Сибирский государственный университет науки и технологий  
им. академика М.Ф. Решетнева  
(Россия, Красноярск)

doi: 10.18411/trnio-04-2023-470

**Аннотация**

В статье рассматривается одна из систем противоракетной обороны Соединенных Штатов Америки, описывается принцип действия системы, проводится анализ и выявляются сильные и слабые стороны системы GBMD.

**Ключевые слова:** противоракетная оборона, Ground-based Midcourse Defense, США, ракетное оружие.

**Abstract**

The article examines one of the United States missile defense systems, describes how the system works, analyzes and identifies the strengths and weaknesses of the GBMD system.

**Keywords:** missile Defense, Ground-based Midcourse Defense, United States, missile weapons.

Ground-based Midcourse Defense Operations – это мера, обеспечивающая защиту от баллистических ракет, она состоит из специальных действий, направленных на уничтожение, сведение на нет или снижение эффективности атак баллистических ракет.

Задача наземной системы противоракетной обороны среднего радиуса действия (GMD) – защита от атак баллистических ракет большой дальности. В связи с распространением технологий баллистических ракет и оружия массового поражения возникла необходимость создания многоуровневой системы противоракетной обороны. Во время перехвата GMD ракета-носитель подлетает к цели и выпускает «поражающий элемент» на траекторию полета с приближающейся целью. Машина поражения использует данные от наземных радаров и собственных бортовых датчиков для столкновения с целью, уничтожая таким образом и цель, и машину поражения, используя только силу удара. Таким образом, уничтожая и цель, и машину поражения, используя только силу удара. Работая в сочетании с другими элементами ПРО, GMD будет способствовать обороне США, а также его развернутых сил, друзей и союзников.

GMD является одной из составляющих многоуровневой обороны, которая использует дополнительные датчики, перехватчики и средства управления огнем для поражения угроз баллистических ракет на среднем этапе полета для поражения баллистических ракет на среднем этапе полета. Дополнительные датчики предоставляют данные для поддержки многочисленных возможностей поражения угроз баллистических ракет во всех фазах полета. Полет баллистической ракеты делится на три фазы: разгонную, среднюю и конечную. Каждая фаза играет важную роль в разработке надежной системы, предназначенной для защиты от баллистической ракеты. атаки.

- Разгонная фаза — это отрезок полета, длящийся с момента запуска до завершения сгорания топлива в двигательной установке. Он относительно короткий, обычно длится менее 300 секунд.
- Фаза среднего курса начинается сразу после выгорания РН. Эта фаза может длиться до 30 минут.
- Терминальная фаза — это участок полета, на котором БР вновь входит в атмосферу Земли. Эта фаза обычно длится от 60 до 120 секунд.

Наземные комплексы — это основные радиолокационные датчики, используемые для обеспечения миссии GMD. Они состоят из радаров AN/TPY-2 (FBM), модернизированных

радаров раннего предупреждения и радара COBRA Dane. РЛС AN/TPY-2 (FBM) — это развернутые впереди РЛС обнаружения и слежения; РЛС COBRA Dane и UEWR — это стационарные датчики, используемые для поддержки дальнего обнаружения и слежения. Эти системы датчиков обеспечивают раннее определение характеристик цели и передают информацию о движении ракеты. Система AN/TPY-2 (FBM) с основным вспомогательным оборудованием показана на рисунке 1.



Рисунок 1. Система AN/TPY-2 (FBM).

Радар COBRA Dane, расположенный на базе ВВС Eareckson на острове Шемья был модернизирован для выполнения задач противоракетной обороны и интегрирован в систему BMDS. Модернизация улучшила охват датчиков GMD, обеспечив отслеживание, определение классификации объектов и получение данных, используемых для наведения, запуска ракет-перехватчиков и обновления курса перехватчиков. ВВС несут ответственность за эксплуатацию, техническое обслуживание и поддержание системы COBRA Dane. Радар COBRA Dane показан на рисунке 2.



Рисунок 2. Радар COBRA Dane.

Так же у армии США есть модифицированная версия данного радара, предназначенного для раннего обнаружения баллистических ракет, расположенная в Великобритании (рисунке 3).



Рисунок 3. Радар RAF Fylingdales.

SBX — это передовой радар х-диапазона, установленный на мобильной полупогружной платформе, используемой для обеспечения GMD чрезвычайно мощным радаром. SBX может быть размещен в любой точке мира для отслеживания баллистических ракет. Его мобильность позволяет изменять местоположение радара в зависимости от мировой обстановки. SBX изображен на рисунке 4.



Рисунок 4. Радар SBX.

\*\*\*

1. Army Techniques Publication No. 3-27.3. Ground-based Midcourse Defense Operations // Headquarters Department of the Army – Washington, DC. 2019.
2. MDA facts. Ground-Based Midcourse // Missile Defense Agency – Fort Belvoir, Virginia. 2001.

**Филатова А.В., Костин С.А.**

**Основы организации кадастровой деятельности  
при инженерно – изыскательских работах**

*Самарский университет государственного управления «Международный институт рынка»  
(Россия, Самара)*

*doi: 10.18411/trnio-04-2023-471*

**Аннотация**

В статье рассматриваются вопросы организации кадастровой деятельности при инженерно-изыскательских работах. Комплекс мероприятий, в ходе которых осуществляется формирование, установление и уточнение границ земельных участков, выдел и объединение участков, получил название кадастровой деятельности. Таким образом, такая деятельность представляет собой осуществление конкретных процедур, направленных на описание и индивидуализацию участков земли, сопровождающихся присвоением каждому участку особых, уникальных признаков, отличающих его от других территорий и земель.

**Ключевые слова:** кадастры, инженер, изыскательские работы, индивидуализация, участки земли, межевание, росреестр.

**Abstract**

The article deals with the organization of cadastral activities during engineering and survey work. The complex of measures, during which the formation, establishment and clarification of the boundaries of land plots, the allocation and consolidation of plots, is called cadastral activity. Thus, such activity is the implementation of specific procedures aimed at the description and individualization of land plots, accompanied by the assignment to each site of special, unique features that distinguish it from other territories and lands.

**Keywords:** cadastres, engineer, survey work, individualization, land plots, land surveying, Rosreestr.

Комплекс мероприятий, в ходе которых осуществляется формирование, установление и уточнение границ земельных участков, выдел и объединение участков, получил название кадастровой деятельности. Таким образом, такая деятельность представляет собой осуществление конкретных процедур, направленных на описание и индивидуализацию участков земли, сопровождающихся присвоением каждому участку особых, уникальных признаков, отличающих его от других территорий и земель. Исходя из законодательного определения, земельный участок обладает следующими признаками:

- 1) Является частью поверхности земли;
- 2) Имеет границы, определенные в соответствии с требованиями законодательства.

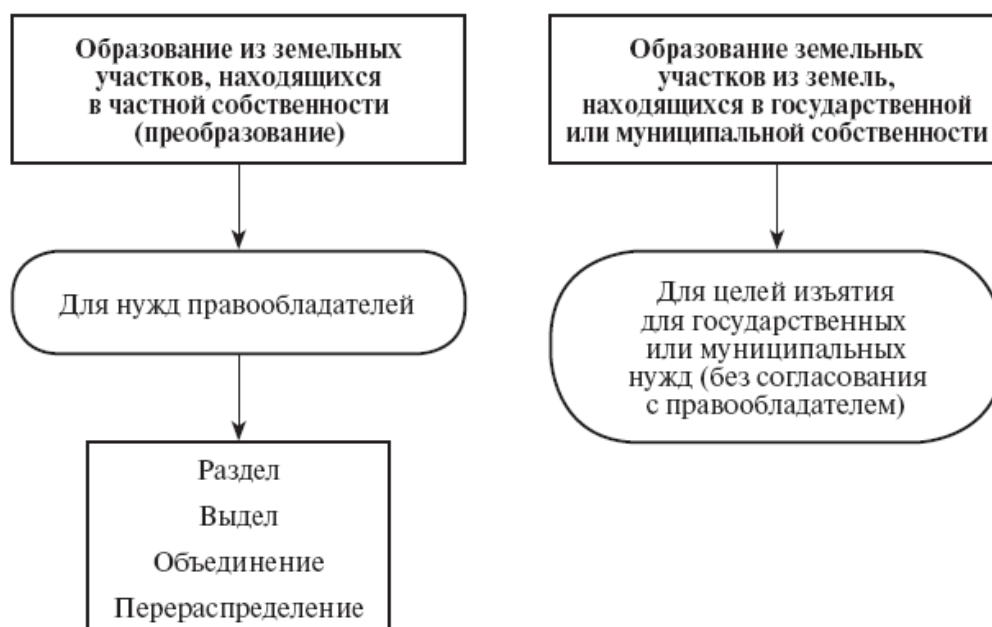


Рисунок 1. Понятие земельного участка.

Кадастровая деятельность включает в себя регламентированные мероприятия по формированию участков земли с целью установления их особых свойств, признаков и характеристик, позволяющих индивидуализировать указанный объект (рисунок 1).

Кадастровая деятельность заключается в выполнении конкретных работ на местности, а также документальное оформление результатов работы. В ходе проведения кадастровых работ инженер занимается подготовкой следующих документов.

Акт обследования объекта. В этом случае проводятся работы в отношении объекта, который подлежит снятию с кадастрового учета (рисунок 2).

<b>Акт обследования</b>	
<b>1. Акт обследования подготовлен в результате выполнения кадастровых работ в целях представления в орган регистрации прав заявления о снятии с учета здания с кадастровым № 47:03:1306001:352, права на который зарегистрированы в Едином государственном реестре недвижимости</b>	
<b>2. Сведения о заказчике кадастровых работ:</b>	
(фамилия, имя, отчество (последнее - при наличии) физического лица, страховой номер индивидуального лицевого счета (при наличии), полное наименование юридического лица, органа государственной власти, органа местного самоуправления, иностранного юридического лица с указанием страны его регистрации (инкорпорации))	
<b>3. Сведения о кадастровом инженере и дате подготовки акта обследования:</b>	
Фамилия, имя, отчество (последнее - при наличии)	
Уникальный регистрационный номер члена саморегулируемой организации кадастровых инженеров в реестре членов саморегулируемой организации кадастровых инженеров и дата внесения сведений о физическом лице в такой реестр	
Страховой номер индивидуального лицевого счета в системе обязательного пенсионного страхования Российской Федерации (СНИЛС)	
Контактный телефон	
Почтовый адрес и адрес электронной почты, по которым осуществляется связь с кадастровым инженером	
Наименование саморегулируемой организации кадастровых инженеров, членом которой является кадастровый инженер <u>Саморегулируемая организация Ассоциация "Объединение кадастровых инженеров"</u>	
Полное или (в случае, если имеется) сокращенное наименование юридического лица, если кадастровый инженер является работником юридического лица, адрес юридического лица <u>Общество с ограниченной ответственностью «Стройснабгаз» (ООО «ССГ»)</u> , Адрес и почтовый индекс организации: <u>197374, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Школьная, д. 124, лит. А, пом. 9-Н</u>	
Наименование, номер и дата документа, на основании которого выполняются кадастровые работы <u>Договор на выполнение кадастровых и геодезических работ № 516.20 от 24.12.2020г</u>	
Дата подготовки акта обследования (число, месяц, год) <u>19.03.2021</u>	
<b>4. Перечень документов, использованных при подготовке акта обследования (наименование и реквизиты документа)</b>	
Выписка из Единого государственного реестра недвижимости об объекте недвижимости	№99/2021/373279064 от 02.02.2021
Согласие на обработку персональных данных	№б/н от 08.02.2021
Акт обследования	№б/н от 19.03.2021
Уведомление о планируемом сносе объекта капитального строительства	№б/н от 05.02.2021
Уведомление о завершении сноса объекта капитального строительства	№б/н от 25.02.2021

Рисунок 2. Пример акта обследования объекта.

- Технический план. Данный план является основным документом для проведения кадастрового учета при создании нового объекта, а также при изменениях в характеристиках имущественного комплекса;
- Межевой план. При формировании нового участка земли и описании его характеристик, все сведения заносятся в межевой план, который является основанием для постановки на учет вновь образованного земельного участка.

Комплекс мероприятий, выполняемых в процессе кадастровой деятельности, имеет практическое значение. В результате работы кадастрового инженера достигаются следующие цели:

Во-первых, происходит формирование земельного участка: определение его местоположения на местности; установление границ земельной территории; описание качественных характеристик участка.

Во-вторых, осуществляются земельно-кадастровые работы: изменение границ участков в случае их разделения или объединения; устранение технических ошибок кадастровой деятельности; выполняются топографические и геодезические измерительные работы по заданию заказчика.

В-третьих, на практике невозможно осуществить формирование (оформление) участка без проведения кадастровых работ. Начиная с установления границ участка на местности и до момента выдачи на руки документов на землю для постановки на учет.

Кадастровую деятельность осуществляют кадастровые инженеры, которые должны иметь профессиональный квалификационный аттестат, а также состоять членом одной из саморегулируемых организаций в сфере кадастровой деятельности. Форма осуществления кадастровой деятельности выбирается каждым инженером самостоятельно:

Это может быть работа в качестве индивидуального предпринимателя. В данном случае инженер, который зарегистрирован в качестве ИП, осуществляет деятельность по своему усмотрению, однако должен являться членом одной из саморегулируемых организаций в сфере выполнения кадастровых работ;

Также это может быть работа в качестве инженера юридического лица. В этом статусе инженер является наемным работником организации, которая является членом саморегулируемой организации. Результат кадастровой работы, выполненной инженером, будет утверждаться работодателем – руководителем организации. Форма осуществления кадастровой деятельности выбирается каждым инженером самостоятельно:

Это может быть работа в качестве индивидуального предпринимателя. В данном случае инженер, который зарегистрирован в качестве ИП, осуществляет деятельность по своему усмотрению, однако должен являться членом одной из саморегулируемых организаций в сфере выполнения кадастровых работ;

Результат кадастровой работы, выполненной инженером, будет утверждаться работодателем – руководителем организации. Результатом кадастровой деятельности является постановка участка на учет, после чего он становится предметом гражданского оборота и может выступать в качестве объекта юридически значимых действий.

Кадастровая деятельность позволяет сформировать участок и указать его уникальные индивидуальные признаки. После выполнения кадастровой деятельности инженером, сформированный участок земли должен пройти процедуру постановки на государственный кадастровый учет. Результатом кадастровой деятельности является постановка участка на учет, после чего он становится предметом гражданского оборота и может выступать в качестве объекта юридически значимых действий.

Кадастровая деятельность позволяет сформировать участок и указать его уникальные индивидуальные признаки. После выполнения кадастровой деятельности инженером, сформированный участок земли должен пройти процедуру постановки на государственный кадастровый учет.

Основные функции Росреестра:

1. Вести Единый государственный реестр недвижимости (ЕГРН);
2. Единый государственный реестр саморегулируемых организаций (ГРСО);
3. Государственный кадастр недвижимости;
4. Государственный каталог географических названий;
5. Сводный государственный реестр арбитражных управляющих;
6. Государственного фонда данных, полученных в результате проведения землеустройства;
7. Осуществлять государственный земельный надзор;
8. Государственный геодезический надзор;
9. Мониторить земли (кроме земель сельскохозяйственного назначения);
10. Контролировать проведение землеустройства;
11. Проводить экспертизу землеустроительной документации.

Итак, в совокупности с оптимизированными базовыми универсальными алгоритмами и соответствующими бизнес-процессами исполнения отдельных рутинных процессов, таких как согласование местоположения границ, организация полевых работ или сдача актов, применение комплексной информационной модели кадастровых работ позволяет комплексно автоматизировать как отдельные технические составляющие кадастровой деятельности, так и юридическую компоненту.

\*\*\*

1. Варламов А.А., Гальченко С.А. Государственный кадастр недвижимости / Под ред. А.А. Варламова. – М.: КолоС, 2012. С.679.
2. Ключниченко В.Н. Особенности ведения кадастра на современном этапе.: монография – Новосибирск. СГГА, 2015. С.139.

**Филатова А.В.<sup>1</sup>, Павлов И.В.<sup>2</sup>**

**Понятие, виды и последовательность определения эффективности кадастровой деятельности**

<sup>1</sup>Самарский государственный технический университет

<sup>2</sup>Самарский университет государственного управления

«Международный институт рынка»

(Россия, Самара)

doi: 10.18411/trnio-04-2023-472

**Аннотация**

В статье рассматриваются вопросы понятия и последовательность определения эффективности кадастровой деятельности. Под эффектом кадастровой деятельности следует понимать результат кадастровых работ, выраженный в абсолютных и относительных показателях (доход, площади, процент возвращенных документов и т. д.). Эффективность предприятий в сфере кадастровой деятельности (включая деятельность кадастровых инженеров) можно разделить. Организационная эффективность заключается в оптимизации процессов планирования и организации кадастровой деятельности, например, путем построения календарных и сетевых графиков производства работ.

**Ключевые слова:** кадастры, инженер, изыскательские работы, эффективность, понятия, виды, работа.

**Abstract**

The article deals with the issues of the concept and the sequence of determining the effectiveness of cadastral activities. The effect of cadastral activity should be understood as the result of cadastral work, expressed in absolute and relative terms (income, area, percentage of returned documents, etc.). The efficiency of enterprises in the field of cadastral activities (including the activities of cadastral engineers) can be divided. Organizational efficiency consists in optimizing the processes of planning and organizing cadastral activities, for example, by building calendar and network schedules for the production of works.

**Keywords:** inventories, engineer, survey work, efficiency, concepts, types, work.

Под эффективностью кадастровой деятельности следует понимать процесс проведения определенного объема и вида кадастровых работ и услуг, приносящих определенный результат, получаемый в результате их проведения. В число кадастровых работ, по которым производится расчет эффективности, входит производство межевых планов кадастровыми инженерами организации [1].



Рисунок 1. Виды эффективности организации кадастровой деятельности.

Под эффектом кадастровой деятельности следует понимать результат кадастровых работ, выраженный в абсолютных и относительных показателях (доход, площади, процент возвращенных документов и т. д.).

Эффективность предприятий в сфере кадастровой деятельности (включая деятельность кадастровых инженеров) можно разделить.

Организационная эффективность заключается в оптимизации процессов планирования и организации кадастровой деятельности, например, путем построения календарных и сетевых графиков производства работ.

Технико-технологическая эффективность связана с совершенствованием производственного процесса, соблюдением технологии производства, обеспечением процесса необходимыми ресурсами, использованием нового технического и программного обеспечения, позволяющих минимизировать затраты труда и времени.

Конкретизация производственных заданий подразделениям предприятия и непосредственно исполнителям на основе составленного календарного плана производства работ позволяет отслеживать соответствие осуществления заданий и операций расчетному графику. Выявленные несоответствия являются основанием для внесения корректирующих воздействий в производственный процесс на основе измененных календарных планов.

Правовая эффективность сводится к обязательности соблюдения норм гражданского, земельного и трудового законодательства при планировании реализации проекта. На основе составленного плана определяются «узкие» места, реализация которых производится без нарушения законодательства и по согласованию (в случае необходимости) с заказчиком работ [1,2].

Информационная эффективность определяется обеспечением потребностей производственного процесса информацией о субъектах и объектах кадастровой деятельности, о последовательности и сроках выполнения производственных заданий. Кроме того, составленные календарные планы и другая производственная документация по всем параллельно осуществляемым проектам являются информационной основой для маневрирования производственными ресурсами предприятия. Таким образом, календарный план выступает основным информационным элементом системы управления кадастровой деятельностью.



Социальная эффективность формируется путем создания системы субъектов и объектов земельных и кадастровых отношений, которые обеспечивают высокий уровень удовлетворения потребностей в кадастровой информации и услуг на потребительском рынке; минимизацию средств и времени, затрачиваемых потребителями результатов кадастрового производства на получение информации и услуг, осуществляемых кадастровыми инженерами, справедливое распределение формируемого дохода.

Экономическая эффективность выступает главным индикатором проектных решений, так как деятельность любого коммерческого предприятия основана на получении прибыли. Введение на производстве современных методов планирования и организации работ должно в первую очередь быть направлено на снижение себестоимости процесса производства.

Экономическую эффективность можно разделить на две пары групп:

- абсолютная и прямая;
- фактическая и расчетная.

Абсолютная эффективность складывается за счет прямого эффекта и части косвенного, опосредованного эффекта, получаемого вследствие принятия экономически эффективного предложения. Прямая эффективность получается за счет реальной экономической отдачи от кадастровой деятельности. Фактическая эффективность определяется на основе осуществленных единовременных затрат и ежегодных издержек для осуществления кадастровой деятельности. Расчетная эффективность определяет величину и состав расходов, их отдачу на перспективу с использованием нормативных показателей. Фактическая и расчетная эффективность могут не совпадать вследствие экономических, организационных, административных, правовых и других причин.

Эффективность оценивается на основании качественных и количественных значений показателей. Показатели эффективности можно разбить на три группы:

- показатели конечных результатов производства;
- рациональность организационной структуры;
- обеспеченность ресурсами производственного процесса.

Все три группы взаимосвязаны. Так, показатели конечных результатов производства связаны с увеличением объема произведенных работ, а также с сокращением календарных сроков формирования межевого плана при тех же объемах работ.

Одной из проблем при выполнении кадастровых работ является необходимость согласования границ земельных участков, в том числе отправка соответствующих извещений посредством почтового отправления (ст. 39 Закона о ГКН). Как показывает практика, срок доставки извещений правообладателям смежных земельных участков задерживается, извещения о вручении не возвращаются, а иногда теряются на почте. Это приводит к задержке выполнения работ кадастрового инженера. Включение в Закон о ГКН положений, позволяющих использовать курьерские службы для доставки извещений о согласовании, позволит существенно сократить сроки согласования.

Из данных табл. 12 видно, что стоимость межевого плана в электронном виде ниже, чем в бумажном, на 5 %. Таким образом, ежегодная экономия от перехода на электронный документооборот составит 1 740 370 руб.

Полученная экономия может быть направлена на увеличение объема производства (улучшение) оборудования, на снижение стоимости оказываемых услуг, приобретение оборудования, увеличение штата сотрудников, на проведение рекламной кампании и др.

Также следует обратить внимание, что нормативный срок постановки на государственный кадастровый учет земельного участка составляет 20 рабочих дней против трех рабочих дней при постановке на государственный кадастровый учет земельных участков по результатам рассмотрения межевого плана в формате XML, заверенного ЭЦП и переданного в орган кадастрового учета с помощью каналов связи.

Таким образом, полный переход на электронный документооборот кадастрового инженера и Росреестра позволит сократить срок постановки земельных участков на

государственный кадастровый учет (от межевого плана до кадастрового паспорта) до 10 рабочих дней.

Сокращение сроков формирования документов для постановки на государственный кадастровый учет позволит выполнять больший объем работ за меньшее количество времени, т. е. приведет к росту дохода.

Для повышения эффективности кадастровой деятельности целесообразно проведение мероприятий и оказание услуг, в результате которых у организации увеличится доход. Увеличение объемов производства межевых и технических планов возможно, например, за счет привлечения одновременно нескольких заказчиков, которым необходимо получить межевой план или какой-либо другой вид продукции.

\*\*\*

1. Варламов А.А., Гальченко С.А. Государственный кадастр недвижимости / Под ред. А.А. Варламова. – М.: КолоС, 2012. С.679.
2. Ключниченко В.Н. Особенности ведения кадастра на современном этапе.: монография – Новосибирск. СГГА, 2015. С.139.

**Филатова А.В.<sup>1</sup>, Тамазян М.Г.<sup>2</sup>**

**Государственное регулирование развития рынка земли**

<sup>1</sup>*Самарский государственный технический университет*

<sup>2</sup>*Самарский университет государственного управления*

*«Международный институт рынка»*

*(Россия, Самара)*

doi: 10.18411/trnio-04-2023-473

#### **Аннотация**

В статье рассматриваются вопросы государственного регулирования развития рынка земли. Государственным комитетом по земельным ресурсам, подготовившим техническую документацию на земельный участок и обосновавшим первоначальную его цену, Министерством по охране окружающей среды, отразившим согласие на то, что продажа участка не нанесет экологического ущерба, Государственным управлением реестра прав Министерства юстиции, которое признает изменения прав землевладельца, Государственным земельным банком Министерства Финансов, которое регистрирует поступление средств в бюджет от купли продажи. Оформляется сделка купли-продажи и банк получает деньги, за уплату сделки, которые направляются в бюджет.

**Ключевые слова:** земельные ресурсы, мониторинг, уплата сделки, купли продажи, законодательно-правовые акты.

#### **Abstract**

The article deals with the issues of state regulation of the development of the land market. The State Committee for Land Resources, which prepared the technical documentation for the land plot and substantiated its initial price, the Ministry of Environmental Protection, which agreed that the sale of the plot would not cause environmental damage, the State Administration of the Register of Rights.

The Ministry of Justice, which recognizes the changes in the rights of the landowner, the State Land Bank of the Ministry of Finance, which will register the receipt of funds to the budget from the purchase and sale. A sale and purchase transaction is executed and the bank receives money for paying the transaction, which will go to the budget.

**Keywords:** land resources, monitoring, transaction payment, purchase and sale, legal acts.

Положительным моментом в настоящее время является то, что законодательно произошло разделение рынков земли сельскохозяйственного и несельскохозяйственного назначения.



Рисунок 1. Специфика рынка земли.

Из рисунка 1 следует вывод, что в процесс купли-продажи нет места теневому обороту земли из-за последовательно взаимного контроля. Показана процедура оформления покупателем документации на земельный участок в учреждениях Государственного комитета по земельным отношениям и получения землеустроительных документов, которые регистрирует в учреждениях Государственного управления реестра прав на недвижимое имущество и Исполкоме местных советов.

Государственным комитетом по земельным ресурсам, подготовившим техническую документацию на земельный участок и обосновавшим первоначальную его цену, Министерством по охране окружающей среды, отразившим согласие на то, что продажа участка не нанесет экологического ущерба, Государственным управлением реестра прав Министерства юстиции, которое признает изменения прав землевладельца, Государственным земельным банком Министерства Финансов, которое регистрирует поступление средств в бюджет от купли продажи. Оформляется сделка купли-продажи и банк получает деньги, за уплату сделки, которые направляются в бюджет. Покупатель идет в Госкомзем и получает новый землеустроительный документ, затем, в инспекцию контроля охраны земель и получает согласие на приобретение земли, затем в управление реестра прав на собственность и регистрирует нового владельца земельной собственности. Далее, нотариально заверяется сделка, о чем сообщается в местный совет о приобретения земли. Такова цепочка, отражающая государственный контроль над земельной собственностью

Регулирующее воздействие государства на земельном рынке должно происходить и в направлении рыночного ценообразования, которое складывается как соотношение спроса и предложения на землю, но обычно учитывает земельную политику государства как внешний конъюнктурообразующий фактор. Главной особенностью в этом плане является то, что не сельскохозяйственные предприятия, ни фермерские хозяйства не располагают средствами для приобретения желаемого участка земли, и поэтому, Государственный земельный банк выкупает намеченные земельные участки у собственников актов на земельную собственность для организованной продажи их под долготелнее ипотечное кредитование в частную этим хозяйствам. Этим способом рынок становится организованным и контролируемым

государством с позиции сохранения мелиоративных систем, крупного целостного землепользования, а не чересполосицы территории полей. Обязательным условием торгов является сохранение целевого использования земельного участка. В качестве приложения к договору об ипотеке земельного участка служит план данного участка.

Основные функции Государственного комитета по земельным отношениям: формирование государственной политики в сфере регулирования земельных отношений, политики в сфере использования и охраны земель; координация работ по земельной реформе; осуществление землеустройства; организация земельно-кадастровых работ и обеспечение ведения государственного земельного кадастра (зонирования земель, учета количества и качества земель, государственной регистрации земельных участков, оценки земель).

Специфика рынка земли в городах, особенно крупных, выражена сильнее, чем специфика сельскохозяйственных земель, и это нашло отражение в новом Земельном кодексе. После кардинальных преобразований и зарождения рынка в целом, появляется дальнейшая необходимость реформирования механизмов земельных отношений. В России стремительными темпами идут земельные преобразования, и важно, чтобы уникальные природные ресурсы, богатейшая земля России использовались на благо каждого жителя нашей страны. Несовершенство самого законодательства еще усугубляется необходимыми переменами с изменениями экономической политики. Проблема совершенствования правового регулирования земельных отношений в России в последнее время стала одной из наиболее актуальных и широко обсуждаемых не только среди юристов, законодателей и политиков, но и в обществе в целом. Мнения участвующих в дискуссии сторон порой противоположны, но все сходится в одном: действующее земельное законодательство не соответствует современным потребностям регулирования земельных отношений, так как Россия перешла на качественно новые отношения, а, следовательно, изменилось и отношение к земле. Появились различные нововведения. Одно из них – свободная купля-продажа земли. Существуют серьезные противоречия между основными нормативными документами, регулирующими земельные отношения: Конституцией РФ, Гражданским Кодексом РФ, Земельным Кодексом РФ, а также другими законодательно-правовыми актами. В Конституции РФ, главе 17 Гражданского Кодекса РФ заложены основы функционирования земельных отношений в условиях рынка. Так, в статье 36 Конституции РФ сказано, что граждане и их объединения вправе иметь в частной собственности землю. Владение, пользование и распоряжение землей и другими природными ресурсами осуществляются их собственниками свободно, если это не наносит ущерба окружающей среде и не нарушает прав и законных интересов иных лиц. Понадобился значительный исторический промежуток времени после принятия Конституции РФ и Гражданского Кодекса РФ с тем, чтобы был принят в декабре 2001 г. Земельный Кодекс РФ. Однако данный нормативный акт так и не смог решить всех проблем функционирования земельных отношений в условиях рынка. Во-первых, действие Земельного Кодекса РФ, относительно регулирования рынка земель, распространяется лишь примерно на 2% территории страны, т.к. не включает в данный процесс сельскохозяйственные земли. Во-вторых, Земельный Кодекс РФ продолжает рассматривать возможность существования здания или сооружения, находящегося в собственности одного лица на земельном участке, переданном данному лицу в аренду, как полноценную альтернативу совладению субъекта права собственности на здание и земельный участок, и в этом просматривается определенное противоречие со статьей 130 Гражданского Кодекса РФ. В-третьих, в Земельном кодексе остаются нерешенными вопросы платного землепользования в условиях рынка. В главе 10, регулирующей данные вопросы, даются лишь самые общие формулировки, а упоминание о таких экономических категориях как «рента» и «ссудный процент» вообще отсутствует. Таким образом, за годы реформ в сельском хозяйстве так и не сформировалась научно обоснованная система платы за землю, отвечающая требованиям рыночной экономики и рационального использования земельных ресурсов. Правовая система городского землепользования также базируется на основных положениях Конституции РФ, Гражданского и Земельного Кодексов РФ, развитых в ряде федеральных законов, указов Президента РФ, законов субъектов РФ,

постановлений Правительства РФ, ведомственных нормативных актов, нормативных актов субъектов РФ, решений и определений судов различного уровня. Кроме того, важной составной частью правовой системы городского землепользования являются нормативные акты в сфере градостроительства, коммунального хозяйства, охраны природы, бюджетного процесса и т.д.

\*\*\*

1. Варламов А.А., Гальченко С.А. Государственный кадастр недвижимости / Под ред. А.А. Варламова. – М.: КолоС, 2012. С.679.
2. Ключниченко В.Н. Особенности ведения кадастра на современном этапе.: монография – Новосибирск. СГГА, 2015. С.139.

**Филатова А.В.<sup>1</sup>, Уницаев В.Е.<sup>2</sup>**

**Рынок недвижимости: основные понятия и особенности**

<sup>1</sup>Самарский государственный технический университет

<sup>2</sup>Самарский университет государственного управления

«Международный институт рынка»

(Россия, Самара)

doi: 10.18411/trnio-04-2023-474

#### **Аннотация**

В статье рассматриваются вопросы понятия недвижимости в России. К недвижимым вещам относятся также подлежащие государственной регистрации воздушные и морские суда, суда внутреннего плавания, космические объекты. Вещи, не относящиеся к недвижимости, признаются движимым имуществом. Недвижимость классифицируется по ряду признаков, что способствует более успешному исследованию рынка недвижимости и облегчает разработку и применение методов оценки различных категорий недвижимости, управления ими.

Рынок недвижимости – это совокупность отношений вокруг операций с объектами недвижимости: купли-продажи недвижимости, ипотеки, сдачи объектов недвижимости в аренду и т.д.

**Ключевые слова:** недвижимость, рынок, продажи, имущество, законодательство, исследования, аренда, право.

#### **Abstract**

The article deals with the concept of real estate in Russia. Immovable things also include aircraft and sea vessels subject to state registration, inland navigation vessels, and space objects. Things that are not related to real estate are recognized as movable property. Real estate is classified according to a number of features, which contributes to more successful research of the real estate market and facilitates the development and application of methods for evaluating various categories of real estate and managing them.

The real estate market is a set of relations around operations with real estate: buying and selling real estate, mortgages, renting out real estate, etc.

**Keywords:** real estate, market, sales, property, legislation, research, rent, law.

С 1994 г., согласно ст.130 ГК РФ, к недвижимым вещам (недвижимое имущество, недвижимость) относятся земельные участки, участки недр, обособленные водные объекты и все, что прочно связано с землей, то есть объекты, перемещение которых без несоразмерного ущерба их назначению невозможно, в том числе леса, многолетние насаждения, здания, сооружения. К недвижимости относятся также подлежащие государственной регистрации воздушные и морские суда, суда внутреннего плавания, космические объекты. Законом к недвижимости может быть отнесено и иное имущество. Так, согласно ст.132 ГК РФ,

«предприятие в целом как имущественный комплекс, используемый для осуществления предпринимательской деятельности, признается недвижимостью». К недвижимым вещам относятся также подлежащие государственной регистрации воздушные и морские суда, суда внутреннего плавания, космические объекты. Вещи, не относящиеся к недвижимости, признаются движимым имуществом [1,2]. Недвижимость классифицируется по ряду признаков, что способствует более успешному исследованию рынка недвижимости и облегчает разработку и применение методов оценки различных категорий недвижимости, управления ими.

Рынок недвижимости – это совокупность отношений вокруг операций с объектами недвижимости: купли-продажи недвижимости, ипотеки, сдачи объектов недвижимости в аренду и т.д.



Рисунок 1. Ценовой сегмент рынка недвижимости.

Основные сегменты рынка недвижимости: рынок земли, рынок жилья и рынок нежилых помещений. В зависимости от юридических прав на недвижимость, которые являются объектом сделки между продавцом-покупателем, рынок недвижимости делят на рынки купли-продажи и аренды. После Октябрьской революции, в 1920-х годах, в Советском Союзе в связи с отменой частной собственности на землю деление имущества на движимое и недвижимое упразднили, а права собственности, относимые ранее к недвижимости, были изъяты из гражданского оборота (но в реальности недвижимость никуда не девалась, существовали собственные дома, позже – кооперативные квартиры, были приусадебные и дачные участки - не вполне собственность, но все же собственность, и это все продавалось-покупалось, наследовалось и т.д.: даже государственные квартиры фактически превращались в объект рыночных операций.) В ходе рыночных экономических реформ в России законодательное деление имущества на движимое и недвижимое было восстановлено. Действующий Гражданский кодекс РФ разделяет объекты гражданских прав на движимые и недвижимые вещи (ст. 130 ГК РФ). Вложения в недвижимость также могут рассматриваться как средство спасения капитала от инфляции. Торговля недвижимостью часто связана с получением и/или предоставлением кредитов и ипотекой (кредитованием под залог недвижимости). Поэтому рынок недвижимости тесно связан с рынком капитала и финансовым рынком. Особенности рынка недвижимости: – локальность; – низкая взаимозаменяемость объектов; – сезонные колебания; – необходимость государственной регистрации сделок.

Основные факторы, воздействующие на спрос и предложение:

1. Экономические: – уровень доходов населения и бизнеса; – доступность финансовых ресурсов; – уровень ставок арендной платы; – стоимость строительно-монтажных работ и строительных материалов; – тарифы на коммунальные услуги.
2. Социальные: – изменение численности; – плотности населения; – образовательного уровня.
3. Административные: – ставки налогов; – зональные ограничения.
4. Экологические: – подверженность района месторасположения недвижимости засухам и затоплениям; – ухудшение или улучшение экологической обстановки.

Недвижимость является финансовым активом, так как создается трудом человека и вложениями капитала. Приобретение и развитие недвижимости сопровождается высокими затратами и соответственно часто возникающей необходимостью привлечения заемных средств и т.п. Поэтому рынок недвижимости является одним из секторов финансового рынка.



Рисунок 2. Экономические субъекты рынка.

Экономическими субъектами рынка недвижимости являются:

1. Продавцы (арендодатели). В качестве продавца (арендодателя) может выступать любое юридическое или физическое лицо, имеющее право собственности на объект, в том числе государство в лице своих специализированных органов управления собственностью.
2. Покупатели (арендаторы). В качестве покупателя (арендатора) может выступать юридическое или физическое лицо или орган государственного управления, имеющий право на данную операцию по закону (имеются в виду ограничения на деятельность нерезидентов, иностранных граждан, а также на коммерческую деятельность государственных органов).
3. Профессиональные участники рынка недвижимости. Состав профессиональных участников определяется перечнем процессов, протекающих на рынке с участием государства, и перечнем видов деятельности коммерческих структур. Различают следующих профессиональных участников: – институциональные (субъекты, представляющие интересы государства и действующим от его имени); – не институциональные (субъекты, работающие на коммерческой основе) участники рынка недвижимости. Рынок недвижимости – важная часть любой рыночной экономики.

Развитие рыночных отношений в России способствовало формированию рынка недвижимости. Предпосылкой развития рынка недвижимости послужила перестройка отношений собственности на основе приватизации. На рынок выставляются объекты, находящиеся в государственной (или муниципальной) собственности, образующие первичный рынок, и объекты, находящиеся в частной собственности, образующие вторичный рынок недвижимости. Основное свойство недвижимости – ее неподвижность, которая приводит к индивидуальному характеру любого объекта недвижимости. Даже здания, построенные одновременно, по одному проекту и с равным качеством выполнения работ, но расположенные в разных местах, обычно имеют различные полезности и стоимости. Это приводит к формированию индивидуальных цен на объекты недвижимости. Для них практически не используются продажа по образцам и биржевая торговля. Недвижимость как товар жестко связана с местом реализации. Поэтому рынок недвижимости менее других подвержен влиянию импорта и экспорта. Общероссийский рынок недвижимости в большей степени, чем по другим товарам, распадается на относительно изолированные региональные рынки. Рыночная стоимость недвижимости может формироваться только в процессе функционирования соответствующего рынка. Когда говорят о рынке недвижимости, обычно имеют в виду систему действий и механизмов по совершению сделок или, иначе говоря, подсистему общехозяйственного рынка, связанную с оборотом прав на объекты недвижимости.

\*\*\*

1. Варламов А.А., Гальченко С.А. Государственный кадастр недвижимости / Под ред. А.А. Варламова. – М.: КолоС, 2012. С.679.
2. Земельный кадастр. В 6 т.Т.5. Оценка земли и иной недвижимости. – М.: Колос С, 2013. – 265. – (Учебники и учеб. пособия для студентов высших учеб. заведений).
3. Федеральный закон от 24 июля 2007 года N 221-ФЗ «О государственном кадастре недвижимости» принят ГС ФС РФ 4.07.2007 (с доп. и изм.13.07.2015г.).

**Харьков А.В.**

### **Обзор и сравнение различных биометрических характеристик**

*Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана  
(Россия, Москва)*

doi: 10.18411/trnio-04-2023-475

#### **Аннотация**

В настоящей статье обзревается биометрические характеристики, используемые в различных системах контролируемого обеспечения доступа. Приводится подробная характеристика, достоинства и недостатки. В результате исследования проведено сравнение рассмотренных характеристик.

**Ключевые слова:** биометрическая аутентификация, биометрическая характеристика, биометрия, безопасность.

#### **Abstract**

This article reviews the biometric characteristics used in various controlled access systems. Detailed characteristics, advantages and disadvantages are given. A comparison of the characteristics considered is made as a result of the study.

**Keywords:** biometric authentication, biometric characterization, biometrics, security.

На сегодняшний день существуют различные системы контролируемого обеспечения доступа. Данные системы можно разделить на три основные группы в соответствии с тем, что человек собирается предъявлять системе:

1. Защита паролем. Пользователь системы предъявляет пароль.



2. Использование ключа. Пользователь системы предъявляет свой персональный идентификатор, который получен с помощью криптографического алгоритма.
3. Биометрия. Пользователь системы предъявляет индивидуальную биометрическую характеристику, которая является частью его самого.

С каждым годом подобные системы, основанные на биометрии, обретают всё большую популярность. В связи с этим появляются всё новые и новые методы распознавания личности, а также выделяются дополнительные биометрические характеристики.

Уже сейчас существует достаточно большое количество различных уникальных биометрических характеристик. У каждой из них есть свои сильные и слабые стороны.

В следующих разделах будет приведено краткое описание 8 различных биометрических характеристик, а также их сравнение друг с другом.

#### 1. Лицо

Изображения лиц являются наиболее распространенной характеристикой для биометрического распознавания личности.

Основные подходы к идентификации лиц основаны на:

- Форме основных черт лица и их взаимного расположения: глаза, брови, нос, губы, подбородок, контур лица и т.д;
- Общем анализе лицевых областей (лицо рассматривается как взвешенная комбинация ряда «канонических» лиц).

Существующие уже коммерческие системы для распознавания лиц обеспечивают приемлемую эффективность, но также накладывают некоторые ограничения на способ получения изображений лица. Например, лица на фото не должны быть наклонены, определенным фон фотографии и др. Помимо этого такие системы страдают от изменения ракурса съемки и параметров освещения [1].

Хорошей пищей для размышления может стать вопрос о достаточности лицевой области без контекста для распознавания личности с высоким уровнем достоверности.

#### 2. Отпечаток пальца

Данный метод идентификации личности люди используют уже «несколько веков», т.к. его точность распознавания очень высока.

Отпечаток пальца – это некий выпуклый рисунок «гребней и впадин» на поверхности кончиков пальцев, который формируется в течение первых семи месяцев развития плода. У генетически идентичных близнецов отпечатки пальцев отличаются, в целом также, как и отпечатки на разных пальцах одного и того же человека.

Плюсом данного метода является относительно маленькая стоимость сканеров отпечатка пальца. Более того, на сегодняшний день сложно найти телефон или ноутбук без встроенного в него подобного сканера.

Точность распознавания имеющихся на сегодняшний день продуктов для идентификации достаточна для использования в системах, которые включают в себя несколько сотен пользователей. Использование нескольких отпечатков пальцев человека, предоставляет дополнительную информацию, которая позволяет расширить количество пользователей до миллионов [2].

Стоит заметить, что данный метод может быть плохо пригоден для небольшой части населения из-за причин, связанных с генетическими, экологическими или профессиональными особенностями. Примером этого может стать рабочий, который часто получает порезы и другие небольшие травмы, связанные с кожей на поверхности пальцев, которые приводят к частичному изменению отпечатка.

#### 3. Голос

Голос, в каком-то смысле, является комбинацией физической и поведенческой биометрии. Особенности голоса человека основаны на форме и размере придатков (например, речевых трактов, рта, носовых полостей и губ, которые используются человеком при синтезе звука. Данные физиологические характеристики человека неизменны, но поведенческая часть

речи постоянно меняется, например из-за возраста, состояния здоровья, эмоционального состояния и других факторов.

Есть 2 типа систем распознавания голоса:

- Зависимая от текста.
- Независимая от текста.

Независимая система распознает человека независимо оттого, что он говорит, зависимая же с точность до наоборот. Независимую систему определенно сложнее разработать, но она должна давать гораздо большую защиту от фальсификации [3].

Значительным недостатком подобных систем является то, что они чувствительны к фоновым шумам.

Данный метод больше всего подходит для систем, разрабатываемых для телефонной верификации. Однако качество распознавания таких систем значительно ухудшается из-за качества микрофона и каналов связи.

#### 4. Радужная оболочка глаза

Радужная оболочка глаза человека представляет собой тонкую круглую структуру глаза, ограниченную зрачком и склерой (белком глаза) с обеих сторон, которая отвечает за контроль размера и диаметра зрачков и, следовательно, количество света, попадающего на сетчатку. «Цвет глаз» – это цвет именно радужной оболочки глаза.

Визуальная составляющая оболочки формируется в процессе развития плода и стабилизируется в первые несколько лет жизни ребенка. Сложная текстура радужки несет достаточную информацию для использования ее в системах распознавания. Точность и скорость подобных систем достаточно велика и указывает на осуществимость крупномасштабных проектов для идентификации, основанных на данном методе [4].

К очевидным плюсам такого подхода также можно отнести то, что каждая радужная оболочка уникальна даже у близнецов.

#### 5. Сетчатка глаза

Сетчатка – внутренняя оболочка глаза, являющаяся периферическим отделом зрительного анализатора. Её сосудистая сеть имеет богатую структуру и в теории может быть уникальной биометрической характеристикой каждого человека и даже каждого глаза. Данный метод считается одним из самых безопасных, так как воспроизвести или изменить сосудистую сеть сетчатки непросто.

Чтобы получить точное изображение сетчатки, человек должен посмотреть в специальный окуляр и сфокусироваться на определенном месте в поле зрения, чтобы прибор мог зафиксировать необходимую часть сетчатки. Данный метод в отличии от сканирования радужки глаза считается инвазивным, хотя напрямую и не связан с проникновением в организм [5].

Можно однозначно сказать, что получение скана сетчатки предполагает контакт человека с окуляром и требует определенных сознательных действий от него. Данный факт определенно негативно влияет на общественную применимость данного метода. Также сосудистая сеть сетчатки может помочь выявить некоторые заболевания, что может также привести к проблеме конфиденциальности. К примеру, данные о некоторых заболеваниях могут спровоцировать злоупотребление данной информацией при приеме человека на работу.

#### 6. Отпечаток ладони

Ладони человека также, как и отпечатки пальцев содержат на себе уникальный узор из морщин, гребней и впадин.

Стоит сразу отметить, что площадь поверхности ладони намного больше пальца, поэтому ожидается, что результаты распознавания отпечатков ладоней могут быть даже более точными чем отпечатки пальцев. Более того, человеческие ладони содержат дополнительные отличительные черты, такие как линии (складки) и морщины, которые можно фиксировать сканером с более низким разрешением, чем сканер отпечатков пальцев, что в свою очередь должно значительно снизить стоимость оборудования. А при использовании сканера с высоким

разрешением, можно зафиксировать все особенности ладони, которые далее могут быть объединены для создания высокоточной системы идентификации и верификации человека [6].

#### 7. Термограмма

Термограмма – это шаблон карты тепла, излучаемого человеческим телом. Он может быть зафиксирован инфракрасной камерой, фактически как обычная фотография в видимом спектре. Термограмма может использоваться для распознавания лиц, ладоней (их вен) [7].

Очевидный плюс такой системы – это то, что она не требует прямого контакта. Правда есть и значительный минус – получение карт тепла (изображений) сильно затруднено в неконтролируемых средах, где выделяется тепло. Примером может стать обогреватель, расположенный в непосредственной близости с объектом.

Схожей технологией является распознавание вен на задней части руки, которая использует «ближний» инфракрасный диапазон.

Стоит отметить значительный минус таких систем – их стоимость. Полноценные инфракрасные датчики очень дороги на сегодняшний день.

#### 8. Походка

Походка является сложной пространственной-временной биометрической характеристикой. Очевидно, что одна походка не может предоставить достаточно информации для высокоточного распознавания большого количества пользователей.

Также стоит отметить, что походка – это все же поведенческий тип биометрии, что означает, что такая характеристика может меняться со временем. Например, из-за травм, колебаний массы тела, и других факторов.

Для получения данных на вход такой системе достаточно получить некоторую последовательность кадров видеозаписи идущего пользователя системы. Далее система должна детектировать последовательность движений суставов человека, изображенного на видео. Подобные вычисления требуют достаточно больших затрат, что явно не позволяет данному методу превзойти методы распознавания лица, отпечатков пальца и другие методы со статическими входными данными [8].

#### **Заключение**

Таким образом применимость конкретного метода и характеристики сильно зависят от области использования. В данном контексте не существует универсальной биометрической оценки. Например, хорошо известно, что метод на основе радужной оболочки более точный, чем методики на основе голоса. Однако, гораздо разумнее будет использовать именно голос в качестве биометрической характеристики в сфере теле-банкинга (удаленное обслуживание клиентов банка с помощью телефонной связи).

В таблице 1 приведено краткое сравнение вышеперечисленных методов.

Критериями оценивания биометрических методов являются [9]:

Универсальность (У1) – методы есть у каждого человека (за исключением тех, у кого биометрические признаки были повреждены или отсутствуют).

Уникальность (У2) – методы должны обеспечивать возможность проводить различие между лицами, зарегистрированными в системе. При этом для отдельных модальностей возможны варианты: например, у близнецов будет одинаковый профиль ДНК, но разные отпечатки пальцев.

Постоянство (П1) – методы должны оставаться стабильными и неизменными на протяжении длительного периода времени, чтобы обеспечить возможность применения алгоритма сопоставления при учете изменений, возникающих в течение жизни человека.

Измеримость (И1) – методы должны легко поддаваться сбору и оцифровке в рамках системы.

Эффективное функционирование (Э1) – методы должны быть точными, быстрыми в обработке и надежными как на начальном, так и на последующих этапах технологического процесса.

Приемлемость (П2) – методы должны соответствовать социальным нормам и представлениям, и ими должна обладать значительная часть лиц, чьи данные предполагается внести в систему.

Таблица 1

## Сравнение различных биометрических характеристик.

Характеристики	У1	У2	П1	И1	Э1	П2
Лицо	3	2	2	3	2	3
Термограмма	3	3	1	3	2	3
Палец	2	3	3	2	3	2
Походка	2	1	1	3	1	3
Радужка	3	3	3	2	3	1
Ладонь	2	3	3	2	3	2
Сетчатка	3	3	2	1	3	1
Голос	2	1	1	2	2	3

Шкала выставления оценок: «Низкая оценка» – 1; «Средняя оценка» – 2; «Высокая оценка» – 3.

\*\*\*

1. Кухарев Г.А., Щеголева Н.Л., Матвеев Ю.Н., Каменская Е.И.; под ред. Хитрова М.В. Методы обработки и распознавания изображений лиц в задачах биометрии СПб., 2013., С. 388.
2. Афсар Ф.А., Ариф М., Хуссейн М. Система идентификации и проверки отпечатков пальцев с использованием сопоставления мелочей // Идентификация человека по отпечаткам пальцев 2004., С. 141-146
3. Тассов К. Л., Дятлов Р. А. Метод идентификации человека по голосу // Инженерный журнал: наука и инновации. М., 2013., С. 1-9.
4. Ушмаев О.С. Биометрическая идентификация по радужной оболочке глаза: текущее состояние и перспективы // Графикон 2011: 21-я Международная конференция по компьютерной графике и зрению. М., 2011., С. 192-194.
5. Акрам М.У., Тарик А., Хан С.А. Распознавание сетчатки глаза: идентификация личности с помощью кровеносных сосудов // Международная конференция по интернет-технологиям и защищенным транзакциям 2011, Абу-Даби, Объединенные Арабские Эмираты., 2011., С. 180-184.
6. Тихонов В. А., Райх В. В., Информационная безопасность: концептуальные, правовые, организационные и технические аспекты: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальностям в области информационной безопасности М., 2006. С. 234-244.
7. Баранов С.О., Абрамов Д.Б., Технология биометрической аутентификации пользователя по венозному рисунку кистей рук // Вестник Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. Омск, 2017., С. 134-138.
8. Казанцева, А.Г. Идентификация человека по походке с использованием носимых сенсоров. Обзор исследований // Математические структуры и моделирование. – Омск, 2013., С. 103-111.
9. Колешко В.М., Воробей Е.А., Азизов П.М., Худницкий А.А., Снигирев С.А., под ред. Лыньков Л.М., Мурашко Н.Н. Перспективные методы биометрической аутентификации и идентификации // Учебно-методическое пособие по дисциплине. Минск, 2009., С. 94.

**Царитова Н.Г., Штанкевич А.В., Фомина В.А., Нюхарева Ю.А., Сидорова М.Е.**  
**Анализ быстровозводимых зданий на основе металлического каркаса**

*Южно-Российский государственный политехнический университет  
им. М.И. Платова  
(Россия, Новочеркасск)*

doi: 10.18411/trnio-04-2023-476

**Аннотация**

В мире существует необходимость в быстровозводимых зданиях и сооружениях, которые возможно использовать в сейсмоопасных районах. В статье авторами рассматриваются варианты быстровозводимых зданий и сооружений на основе металлических каркасов, проанализированы их плюсы и минусы. Предложен новый вид стержневого быстровозводимого купольного каркаса, отличающегося от представленных, шарнирным узловым соединением.

**Ключевые слова:** быстровозводимые каркасы, узловое соединение, стержневые конструкции.

### Abstract

There is a need in the world for prefabricated buildings and structures that can be used in earthquake-prone areas. In the article, the authors consider options for prefabricated buildings and structures based on metal frames, analyze their pros and cons. A new type of rod-type prefabricated dome frame is proposed, which differs from the presented ones by a hinged nodal joint.

**Keywords:** prefabricated frames, nodal connection, rod structures.

Разработка новых быстровозводимых зданий и сооружений на основе металлического каркаса являются актуальной темой современных исследований. Такого вида каркасы могут применяться, как для энергоэффективных зданий в условиях севера, так и при чрезвычайных ситуациях для временного размещения людей.

Авторами рассмотрены основные примеры запатентованных каркасов быстровозводимых зданий, проанализированы их плюсы и минусы, а также предложен свой вариант металлического каркаса, отвечающего всем современным требованиям.

Изобретение, запатентованное в 1995г., представленное на рисунке 1, это металлическая рама каркаса здания, включающая двухскатный ригель, наклонные стойки, вертикальные затяжки и наклонные раскосы, образующие при соединении симметричную относительно вертикальной оси конструкцию [1].



Рисунок 1. Металлическая рама каркаса здания.

К преимуществам данного каркаса можно отнести: - сочетание ригеля, раскосов, стоек и затяжек обеспечивают многократную треугольную жесткость; ускоренная сборка и разработка конструкций.

А к недостаткам: сложность узлов соединения ее элементов; невозможность быстрого монтажа и демонтажа конструкций из-за наличия вмонтированной в фундамент затяжки.

Еще одно изобретение запатентованное в 2009г., представленное на рисунке 2, это складной шарнирный металлический каркас для мобильных сооружений и укрытий, содержащий поперечные распорки, соединенные шарнирно с образованием поперечных несущих арок, и продольные распорки, шарнирно соединенные с поперечными распорками с образованием продольных несущих поясов [2].

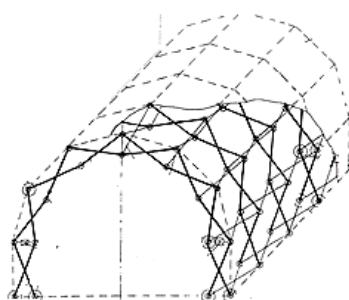


Рисунок 2. Складной шарнирный металлический каркас для мобильных сооружений и укрытий.

К преимуществам можно отнести: радиус дуги, на которой расположены вершины трапеций способен обеспечивать большую высоту трапеции и большее их количество для придания необходимой жесткости всему каркасу; распорки, соединяющие между собой поперечные арки, служат для определения длины каркаса и увеличения прочности конструкции.

К недостаткам можно отнести: трудоемкость монтажа и демонтажа металлического каркаса; неудовлетворительные прочностные характеристики.

Изобретение запатентованное в 2014г., представленное на рисунке 3, это каркас быстровозводимого сооружения, включающий шарнирно соединенные элементы арочно-рамной конструкции в виде поясов с раскосами, образующие ячейки четырехзвенных механизмов, опорные шарниры и центральный шарнир, расположенный выше опорных шарниров, ячейки четырехзвенных механизмов образованы элементами поясов и восходящих раскосов, причем смежные ячейки объединены в кинематическую цепь таким образом, что имеют общие элементы в виде восходящих раскосов, а нисходящие раскосы расположены по диагоналям четырехзвенных ячеек [3].

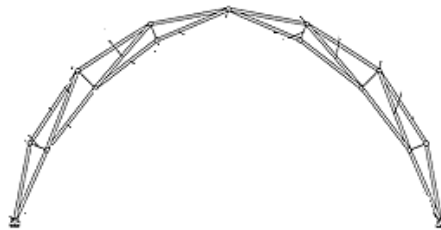


Рисунок 3. Каркас быстровозводимого сооружения.

К преимуществам можно отнести: сборка каркаса может производиться поочередным присоединением к смонтированной части каркаса по одному элементу верхнего пояса и восходящего раскоса; возможность производить монтажные работы в основном на земле, отпадает необходимость работ на высоте, что повышает безопасность строительства; в случае необходимости в процессе предварительной сборки к каркасу можно присоединять элементы кровельного ограждения.

К недостаткам можно отнести: ограниченность применения при увеличении пролета, т.к. при этом необходимо увеличение длины элементов и, как следствие, утяжеление конструкции; для конструкции в виде пантографа характерно увеличение числа элементов и также утяжеление конструкции. Кроме того, в этом случае затруднительно опирать на землю часть промежуточных узлов каркаса, что усложняет монтаж

Быстровозводимый купол сферической конструкции, это изобретение запатентованное в 2017г., представленное на рисунке 4, он выполнен в виде комбинации пятигранников и шестигранников [4].

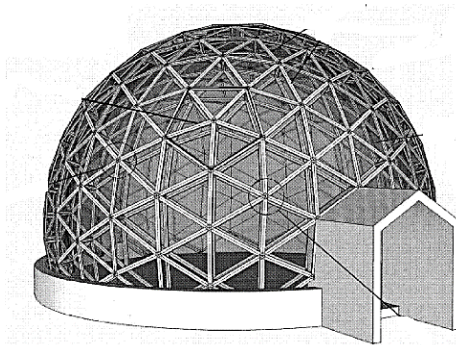


Рисунок 4. Быстровозводимый купол сферической конструкции.

К преимуществам можно отнести: надежная эксплуатация секций, хорошая огнестойкость, высокий срок службы, хорошая коррозионная стойкость и хорошая сейсмостойкость.

К недостаткам: ограниченность применения при увеличении пролета, т.к. при этом необходимо увеличение количества секций, а как следствие, утяжеление конструкции.

Рассмотрев приведенные примеры конструкций, авторами разрабатывается быстровозводимый, легко монтируемый и демонтируемый каркас временного здания, который возможно использовать в сейсмичных районах.

Уникальность данной конструкции в узловом соединении стержней, такой вид узла дает возможность компактной упаковки и доставки к строительной площадке. Вид в плане конструкции, представлен на рисунке 5.

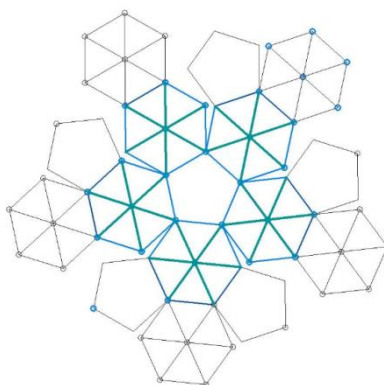


Рисунок 5. Схема быстровозводимого каркаса в плане.

Узловой элемент для данного вида конструкции – это запатентованный шарнирный узел пространственной стержневой конструкции регулярной структуры [5], показанный на рисунке 6.

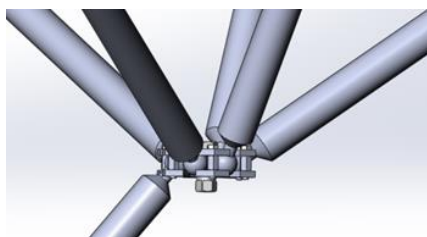


Рисунок 6. Узел пространственной стержневой конструкции регулярной структуры.

В результате авторами разработан быстровозводимый купольный каркас, представленный на рисунке 7.

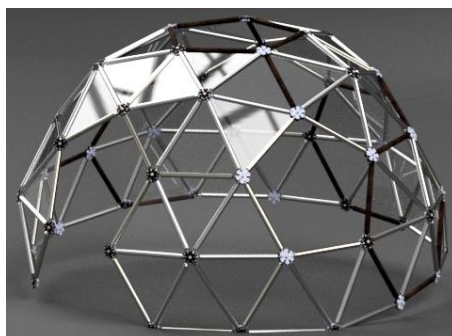


Рисунок 7. Быстровозводимый купольный каркас.

В следствии того что для соединения стержней будет использоваться шарнирный узел, такой вид зданий удобно использовать в сейсмоопасных зонах. Очевидные преимущества данной системы в малой материалоемкости, мобильности, унификации и стандартизации позволяет использовать ее в организации различных временных, быстромонтируемых покрытий общественных и производственных зданий используемых при ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. Возможность использования различных видов энергоэффективных покрытий, делает такую конструкцию актуальной в современном мире.

\*\*\*

1. Патент № 2040645 С1 Российская Федерация, МПК E04B 1/24. металлическая рама каркаса здания: № 5051741/33: заявл. 08.07.1992: опубл. 25.07.1995 / С. М. Баранов, Н. С. Москалев.
2. Патент № 2398084 С1 Российская Федерация, МПК E04H 15/46. Складной шарнирный металлический каркас для мобильных сооружений и укрытий: № 2009121352/03: заявл. 05.06.2009: опубл. 27.08.2010 / А. В. Артемов, Н. Н. Николаев, А. Н. Рябов.
3. Патент № 2564292 С1 Российская Федерация, МПК E04B 1/343, E04B 1/32. Каркас быстровозводимого сооружения и способ его монтажа: № 2014113473/03: заявл. 08.04.2014: опубл. 27.09.2015 / Б. Г. Мухин.
4. Патент № 2725192 С2 Российская Федерация, МПК E04B 1/32. Быстровозводимый купол: № 2017114605 : заявл. 26.04.2017 : опубл. 30.06.2020/ Й. Х. Ли.
5. Патент № 2586351 С1 Российская Федерация, МПК E04B 1/58. Шарнирный узел пространственной стержневой конструкции регулярной структуры : № 2015100939/03 : заявл. 12.01.2015 : опубл. 10.06.2016 / Н. Г. Царитова, Н. А. Бузало.

**Чиликина А.Р.**

**Усовершенствование очистки стоков электротехнического предприятия**

*Казанский государственный энергетический университет  
(Россия, Казань)*

*doi: 10.18411/trnio-04-2023-477*

*Научный руководитель: Анкин Р.Н.*

#### **Аннотация**

В статье изучена экологическая проблема электротехнического предприятия, а именно сточные воды гальванического участка, рассмотрена существующая схема очистки стоков, предложены варианты ее усовершенствования, такие как установки обратного осмоса и ионного обмена.

**Ключевые слова:** очистка сточных вод, электротехническое предприятие, станция нейтрализации, обратный осмос, ионный обмен.

#### **Abstract**

The article researches the environmental problem of the electrotechnical enterprise, in particular, the wastewater of the electroplating area, reviews the existing scheme of wastewater treatment, proposes options for its improvement, such as reverse osmosis and ion exchange units.

**Keywords:** wastewater treatment, electrotechnical enterprise, neutralization station, reverse osmosis, ion exchange.

Проблема загрязнения водной среды является одной из острых проблем. Без потребления воды не обходится ни одно предприятие и, как следствие, предприятия вносят существенный вклад в загрязнение водоемов. Очистка сточных вод различных предприятий это очень трудная задача, так как каждое предприятие относится к определенной отрасли, со своими особенностями и объемами природопользования, по составу эти стоки являются разнообразными и наиболее сложными. На их формирование влияют разнообразные технологические процессы производства, сырье используемое в производстве, состав воды



поступившей из определенного источника потребления, также условия местного характера и др.

Главная экологическая проблема электротехнического предприятия – большой объем образующихся сточных вод при эксплуатации гальванического участка. На нужды этих участков приходится до половины общего водопотребления предприятия. Вода используется технологические потребности, представляющие собой приготовление технологических растворов, промывку деталей, охлаждение растворов и т.д [1, с. 136].

Хромосодержащие сточные воды и кислотнo-щелочные сточные воды - это два основных по происхождению вида сточных вод участка гальванизации. Сточные воды, содержащие хром, включают вредные вещества, такие как хром, железо, цинк, сульфаты, нитраты и хлориды. Эти стоки образуются в результате таких процессов, как окисления и обработка магния, удаление шлама, пассивирование в растворах калия и нанесение покрытия из меди, цинка, кадмия или хрома. Кислотно-щелочные сточные воды в основном включают кислоты, щелочи, минеральные соли и ионы различных металлов. Могут присутствовать и другие загрязняющие вещества, такие как взвешенные частицы, масла и жиры. Эти воды создаются из всех остальных потоков, кроме хромосодержащих.

На существующей на предприятии станции нейтрализации очистка сточных вод происходит в несколько стадий (рис. 1). Первая стадия — реagentная обработка (нормализация pH). Сточные воды поступают в емкости Cu, B22 – CN, B01 – Cr, B02 – щелочь, B03 – кислота. Насосами стоки поступают в реактор B05. Добавлением HCl(38%) и/или NaOH(50%) и перемешиванием показатель pH доводится до величины  $2,5 \pm 0,5$ . Окислительно-восстановительный потенциал сточных вод корректируется путем введения раствора NaHSO<sub>3</sub>(30%). Далее, последовательно добавляя NaOH и Ca(OH)<sub>2</sub> (B16), водородный показатель доводится до значений  $6 \pm 0,5$  и  $9 \pm 0,5$  соответственно. Реакционная смесь переливается в отстойник B6. Включается перемешивание, подается полимер B15 для образования флоккул и коагулирования осадка. Флоккулы осаждаются и осветленная вода из шламоотстойниках B06, B07, B09 перекачивается в емкость B10. Осветленные воды поступают в канализацию B14. Остаток в шламоотстойниках B06, B07, B09 откачивается в шламонакопитель B08. Шлам мембранным насосом подается на фильтр-пресс ФП 630, где происходит его обезвоживание.

Реagentный способ очистки сточных вод гальванических цехов наиболее распространен [2, с. 34]. В основном этот метод применяется в качестве предварительной очистки. Главные преимущества – простота эксплуатации, низкая чувствительность к составу исходного раствора. Среди недостатков – большой расход reagentов, большое количество токсичных отходов, высокая остаточная концентрация солей, требующая доочистки, невозможность возврата очищенной воды в систему оборотного водоснабжения [3, с. 157].

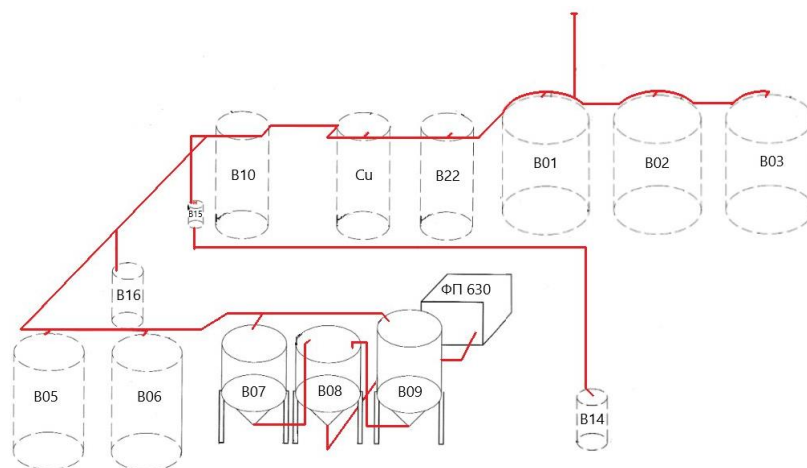


Рисунок 1. Схема нейтрализации сточных вод.

К наиболее приемлемым способом окружающей среды в нашем случае является очистка сточных вод от загрязняющих веществ и внедрение бессточных схем оборотного водоснабжения, которое позволит обеспечить локальную очистку промывных вод для последующего их возврата в технологический процесс. Так как на предприятии уже существует система очистки с помощью реагентов, для создания оборотного водоснабжения необходимо внедрить оборудование для доочистки: установки ионного обмена или обратного осмоса.

Метод ионного обмена заключается в фильтрации сточных вод через слой ионообменной смолы. Функциональные ионогенные группы кислотного или основного характера с ионами водорода и гидроксильными ионами в составе подвижны и способны обмениваться с катионами и анионами, содержащимися в воде. Отечественными предприятиями изготавливается типовое оборудование ионообменных установок: ионообменные металлические фильтры различных диаметров, механические и угольные фильтры и т.д.

Стоимость обессоливания воды ионообменном сильно возрастает с увеличением содержания соли в воде; одновременно, снижается глубина обессоливания воды. Поэтому обессоливание ионообменном предпочтительно для большой суточной потребности вод с низкой степенью минерализации менее (до 100 мг/л) [4, с. 34]. Так же на взрыхление и промывку ионообменных фильтров используются большие объемы воды, что создает циркуляционную нагрузку и образует дополнительные объемы загрязненных сточных вод, требующих очистки.

В последнее время мембранные методы очистки и регенерации концентрированных растворов электролитов становятся все более распространенными и перспективными. Наиболее перспективным методом очистки сточных вод на гальванических участках является обратный осмос. Процесс опреснения методом обратного осмоса заключается в проталкивании загрязненных сточных вод через полупроницаемые мембраны, которые растворитель, задерживая при этом растворенные вещества.

Капитальные и эксплуатационные затраты установок обратного осмоса лишь незначительно зависят от концентрации соли, поскольку количество соли в исходной воде практически не влияет на энергопотребление и производительность установки. Преимуществами обратного осмоса является: отсутствие использования большого количества реагентов для корректировки pH, ингибирования солеотложения и периодической промывки мембран, а также необходимости потребления греющего пара и нагрева исходной воды; простота аппаратов из стандартных комплектующих, за счёт чего системы легко ремонтируются, реконструируются и увеличиваются, что сокращает занимаемые площади без потери эффективности и возможность лёгкой автоматизации процесса, а также универсальность для обессоливания сложных с точки зрения солевого состава вод [4, с. 30]. Основными недостатками установки являются высокие требования к потоку поступающих сточных вод, ее сравнительно низкая производительность, дороговизна мембран [5, с. 355].

На очистные сооружения поступает 840 м<sup>3</sup>/сут сточных вод, что составляет 35 м<sup>3</sup>/ч. Оборудование не должно работать на своей максимальной мощности большую часть времени, поэтому подбираем установку с производительностью 40 м<sup>3</sup>/ч - ДСЛ Аква RO 804-40 от компании "ДСЛ". Стоимость оборудования 3 490 000 руб [6].

Капитальные затраты есть сумма капиталовложений на приобретение оборудования, на транспортировку и на монтаж оборудования. В нашем случае составят 4 397 400 рублей. Эксплуатационные расходы на содержание и обслуживание это сумма затрат на сырье и материалы, на электроэнергию и амортизационных отчислений. Для рассматриваемого предприятия составят 193 654 руб. Экономия после установки системы обратного осмоса на водопотреблении составит 6 323 520 руб. и на водоотведении - 4 309 200 руб. Срок окупаемости

оборудования есть отношение капитальных затрат к разнице сэкономленных средств (на водопотреблении и водоотведении) и эксплуатационных расходов и составит 0,42 года или около 6 месяцев.

Таким образом, наиболее экологически и экономически выгодным решением будет добавление системы обратного осмоса для дальнейшего запуска воды в систему рециркуляции.

\*\*\*

1. Баталова А. Ю., Назаренко О. Б. Очистка сточных вод гальванического производства от тяжелых металлов на примере ОАО "Манотомь" // Энергетика: эффективность, надежность, безопасность: материалы XX Всероссийской научно-технической конференции, 2-4 декабря 2014 г., Томск. Т. 2. — Томск, 2014. — Изд-во ТПУ, 2014. — Т. 2. — С. 136-138.
2. Горбань, Я. Ю. Способы очистки гальванических сточных вод от ионов тяжелых металлов / Я. Ю. Горбань // Аспирант. — 2015. — № 5-1(10). — С. 34-36. — EDN UBPMDD.
3. Тарасова Е. В. Анализ методов очистки сточных вод от соединений тяжелых металлов // Поколение будущего: Взгляд молодых ученых-2022. — 2022. — С. 153-158.
4. Двибородчин Р. Д., Двибородчин В. Д., Борисов Б. Н. Сравнение методов обессоливания воды // НАУЧНОЕ СООБЩЕСТВО СТУДЕНТОВ. МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ. — 2019. — С. 29-35.
5. Зайцева Е. А., Шарапова Ю. С. Модернизация системы очистки сточных вод гальванического цеха // Редколлегия. — 2022. — С. 352.
6. Официальный сайт компании "ДСЛ": [Электронный ресурс]. URL: <https://dslprof.ru>. (Дата обращения: 27.02.2023).

**Шамсутдинова Д.Р., Копылова С.К.**

**Принципы автоматизации систем автоматического управления.**

**Методы и алгоритмы**

*Казанский Государственный Энергетический Университет  
(Россия, Казань)*

doi: 10.18411/trnio-04-2023-478

#### **Аннотация**

Автоматизация систем автоматического управления является важнейшим аспектом современной инженерии и технологии. Применение принципов и методов автоматизации помогает повысить эффективность, точность и надежность промышленных процессов, делая их более экономичными и безопасными в эксплуатации. В этой статье мы обсудим принципы автоматизации систем автоматического управления, методы, используемые при автоматизации, и алгоритмы, которые обеспечивают процесс автоматизации.

**Ключевые слова:** автоматизация, принципы автоматизации, инженерия, алгоритмы, технологии, методы автоматизации.

#### **Abstract**

Automation of automatic control systems is the most important aspect of modern engineering and technology. The application of automation principles and methods helps to increase the efficiency, accuracy and reliability of industrial processes, making them more economical and safe to operate. In this article we will discuss the principles of automation of automatic control systems, methods used in automation, and algorithms that provide the automation process.

**Keywords:** automation, principles of automation, engineering, algorithms, technologies, automation methods.

Принципы автоматизации вращаются вокруг идеи использования технологий для оптимизации процессов и систем. Автоматизация предполагает использование компьютерных систем для управления и мониторинга промышленных процессов, снижая необходимость

вмешательства человека. Ниже приведены некоторые из ключевых принципов автоматизации в системах автоматического управления:

**Эффективность:** Системы автоматизации предназначены для повышения эффективности процессов за счет минимизации времени, необходимого для выполнения задач. Автоматизированные системы могут выполнять повторяющиеся задачи на высокой скорости и с высокой точностью, уменьшая количество ошибок и повышая общую производительность.

**Безопасность:** Системы автоматизации помогают снизить риски, связанные с производственными процессами, сводя к минимуму необходимость вмешательства человека. Автоматизируя опасные процессы, компании могут защитить своих сотрудников и предотвратить несчастные случаи.

**Надежность:** Системы автоматизации предназначены для непрерывной работы, снижая риск простоев и повышая надежность технологического процесса. Автоматизированные системы могут контролировать себя и предупреждать операторов о необходимости технического обслуживания, снижая риск неожиданных отказов.

**Гибкость:** Системы автоматизации спроектированы таким образом, чтобы быть гибкими и адаптируемыми к меняющимся производственным требованиям. Автоматизированные системы могут быть легко перепрограммированы в соответствии с изменениями производственных требований, что снижает необходимость в дорогостоящем переоснащении.

Существует несколько методов автоматизации, используемых в системах автоматического управления. Ниже приведены некоторые из наиболее распространенных методов:

**Программируемые логические контроллеры (ПЛК):** ПЛК - это компьютерные системы управления, используемые в приложениях промышленной автоматизации. Они используются для управления оборудованием, мониторинга процессов и автоматизации производственных линий.

**Диспетчерский контроль и сбор данных (SCADA):** Системы SCADA используются для мониторинга и управления крупномасштабными процессами и системами. Они используются в таких отраслях промышленности, как нефтегазовая, водоочистка и производство электроэнергии.

**Распределенные системы управления (DCS):** DCS используются в приложениях промышленной автоматизации для управления и мониторинга сложных процессов. Системы DCS могут использоваться для управления всеми производственными процессами, включая погрузочно-разгрузочные работы, производство и отгрузку.

**Робототехника:** Робототехника предполагает использование роботов для автоматизации процессов в таких отраслях, как производство, автомобилестроение и аэрокосмическая промышленность. Роботы могут выполнять повторяющиеся задачи с высокой точностью, уменьшая необходимость вмешательства человека.

**Алгоритмы автоматизации** - это компьютерные программы, которые обеспечивают процесс автоматизации. Ниже приведены некоторые из наиболее распространенных алгоритмов, используемых в автоматизации:

**ПИД-регулирование (пропорционально-интегрально-производное):** ПИД-регулирование - это алгоритм управления с обратной связью, используемый в приложениях промышленной автоматизации. Он используется для управления переменными процесса, такими как температура, давление и расход.

**Нечеткая логика:** Нечеткая логика - это алгоритм управления, который использует неточные данные для управления промышленными процессами. Он используется в таких приложениях, как управление дорожным движением, управление питанием и контроль температуры.

**Искусственные нейронные сети (ANNS):** ANNS - это компьютерные системы, которые имитируют структуру и функции человеческого мозга. Они используются в приложениях автоматизации для выполнения таких задач, как распознавание образов, обработка изображений и распознавание речи.

Генетические алгоритмы (GAs): GAs - это тип алгоритма оптимизации, используемого в приложениях автоматизации. Они используются для поиска оптимальных решений таких проблем, как оптимизация процессов и планирование.

Автоматизация систем автоматического управления имеет важное значение для повышения эффективности, безопасности, надежности и гибкости промышленных процессов. Принципы автоматизации, методы и алгоритмы, обсуждаемые в этой статье, - это лишь некоторые из множества инструментов, используемых для автоматизации промышленных процессов.

Автоматизация является ключевым аспектом современных систем управления, позволяющим эффективно и надежно управлять сложными процессами. Системы автоматического управления предполагают использование датчиков, исполнительных механизмов и алгоритмов управления для мониторинга и регулирования поведения системы. Принципы автоматизации в системах автоматического управления охватывают разработку и внедрение алгоритмов и методов, которые позволяют управлять поведением системы без вмешательства человека. В этой статье будут рассмотрены принципы автоматизации в системах автоматического управления, включая методы и алгоритмы, используемые для достижения автоматизации.

Одним из основополагающих принципов автоматизации в системах автоматического управления является использование управления с обратной связью. Управление с обратной связью включает в себя измерение выходного сигнала системы и сравнение его с желаемым эталонным значением. Разница между выходным и эталонным значением, известная как ошибка, используется для настройки входных данных в систему, чтобы приблизить выходные данные к эталонному значению. Контур обратной связи замыкается, когда ошибка сводится к нулю. Управление с обратной связью широко используется в системах автоматического управления для регулирования температуры, давления, расхода и других технологических параметров.

Другим ключевым принципом автоматизации является использование управления на основе моделей. Управление на основе моделей предполагает создание математической модели управляемой системы и использование ее для разработки алгоритмов управления. Модель описывает взаимосвязь между входом и выходом системы и может быть использована для прогнозирования поведения системы в различных условиях. Управление на основе моделей особенно полезно в сложных системах, где поведение системы трудно предсказать или где имеется множество входов и выходов.

Методы и алгоритмы, используемые в системах автоматического управления, зависят от характера управляемой системы. Одним из распространенных методов, используемых во многих системах управления, является пропорционально-интегрально-производное управление (ПИД). ПИД-регулирование включает в себя настройку входных данных системы на основе трех факторов: пропорциональной ошибки (разница между выходным и контрольным значением), интегральной ошибки (сумма прошлых ошибок) и производной ошибки (скорость изменения ошибки). ПИД-регулирование широко используется в управлении технологическими процессами, робототехнике и других приложениях, где требуется точное управление системой.

Другим методом, используемым в системах автоматического управления, является управление с обратной связью по состоянию. Управление с обратной связью по состоянию включает измерение переменных состояния системы (таких как положение, скорость и ускорение) и использование их для разработки алгоритмов управления. Управление с обратной связью по состоянию особенно полезно в системах, где поведение нелинейно или где система имеет множество входов и выходов.

В дополнение к управлению с обратной связью и управлению на основе моделей существует множество других методов и алгоритмов, используемых в системах автоматического управления. К ним относятся адаптивное управление, оптимальное управление, управление с нечеткой логикой и управление нейронной сетью. Каждый из этих

методов имеет свои сильные и слабые стороны и подходит для различных типов систем и приложений.

В заключение отметим, что принципы автоматизации в системах автоматического управления предполагают использование управления с обратной связью, управления на основе моделей и других методов и алгоритмов для регулирования поведения сложных систем. Выбор метода и алгоритма зависит от характера управляемой системы и требований приложения. Использование автоматизации в системах управления привело к повышению эффективности, надежности и безопасности во многих отраслях промышленности, от производства до аэрокосмической промышленности и здравоохранения.

\*\*\*

1. Афоничкин А.И., Пивоваров И.В. Анализ использования систем автоматизированного управления медицинских учреждений // Вестник ВУиТ. – 2016. – №3. – С. 82-86.
2. Зобнин, Ю.А. Автоматизированные информационные системы в экономике, здравоохранении и образовании: учебное пособие / Ю.А. Зобнин, Т.А. Николенко. – Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2017. – 176 с.
3. Деньга, А. В. Медицинская информационная система для автоматизации рабочего места врача / А.В. Деньга, В.В. Шлыков // Молодой ученый. – 2016. – № 13 (117). – С. 108-110.

**Шамутдинов А.Х., Шахтин М.Д.**

### **Исследование динамической модели колебаний манипулятора**

*Омский автобронетанковый инженерный институт  
Военная академия материально-технического обеспечения  
им. генерала армии А.В. Хрулева  
(Россия, Омск)*

doi: 10.18411/trnio-04-2023-479

#### **Аннотация**

В статье разработана динамическая модель манипулятора и эквивалентная модель динамики его колебаний: путем замены основных подвижных структурных его элементов и кинематических пар, упругими элементами – пружинами, с известными коэффициентами жесткости. Составлена система уравнений колебаний, возникающих от внешних нагрузок, в форме уравнений динамики Лагранжа II рода, определены собственные частоты упругих колебаний манипулятора и сделаны выводы.

**Ключевые слова:** манипулятор, рабочая панель, наклонная панель, поворотной-опорная панель, поворотная панель, коэффициент жесткости, уравнения Лагранжа, матрица инерции и жесткости.

#### **Abstract**

The article developed a dynamic model of the manipulator and an equivalent model of the dynamics of its oscillations: by replacing its main moving structural elements and kinematic pairs with elastic elements - springs, with known stiffness coefficients. A system of equations of oscillations arising from external loads is compiled in the form of equations of Lagrange dynamics of the second kind, natural frequencies of elastic oscillations of the manipulator are determined and conclusions are drawn.

**Keywords:** manipulator, working panel, inclined panel, rotary support panel, rotary panel, stiffness coefficient, Lagrange equations, matrix of inertia and stiffness.

Рассмотрим манипулятор (М), описанный в [1] и [2]. Главная часть М представлена в виде схемного решения манипулятора (СРМ) на рис. 1. Ранее, описывалась особенность М, заключающаяся в том, с помощью двух встречных вращений наклонной платформы (НП) 2 и поворотной-опорной панели (ПОП) 3, создается поступательное вертикальное движение рабочего стола (РП) 4. [3] (рис. 1). В независимости от условий функционирования М [4],

главными характеристиками при его эксплуатации всегда является его высокая жесткость, которая непосредственно связана с податливостью его структурных звеньев. В системе на рис. 1 необходимо уменьшить число деталей, включаемых в нее, и, тем самым, уменьшить число степеней свободы [5]. При разработке динамической модели колебаний М были приняты допущения, описанные в [6]. Применяя эти допущения, расчетная схема динамической модели колебаний манипулятора (ДМКМ) может быть представлена в виде, изображенном на (рис. 2). Жесткости шарниров Ш<sub>1</sub>, Ш<sub>2</sub> и Ш<sub>3</sub> одинаковы и равны  $c_2$ .

Определим приведённую податливость соединенных последовательно [7] (рис. 2):

$$\frac{1}{C_{np.1}} = \frac{1}{c_1} + \frac{1}{2c_2} + \frac{1}{c_2} \quad (1)$$

где  $c_1$  – это коэффициент жесткости приводов а, b и с соответственно;  $c_2$  – коэффициент жесткости шарниров Ш<sub>2</sub> и Ш<sub>3</sub> соответственно.

Из формулы (1) находим

$$C_{np.1} = \frac{c_1 \cdot 2c_2 \cdot c_2}{c_1 \cdot 2c_2 + c_1 \cdot c_2 + 2c_2 \cdot c_2} = \frac{2c_1c_2^2}{3c_1c_2 + 2c_2^2} = \frac{2c_1c_2}{3c_1 + 2c_2} \quad (2)$$

$$C_{np.2} = c_1, \quad C_{np.3} = \frac{2c_2 \cdot c_1c_2}{2c_2 \cdot c_1 + 2c_2 \cdot c_2 + c_1 \cdot c_2} = \frac{2c_1c_2^2}{3c_1c_2 + 2c_2^2} = \frac{2c_1c_2}{3c_1 + 2c_2} \quad (3)$$

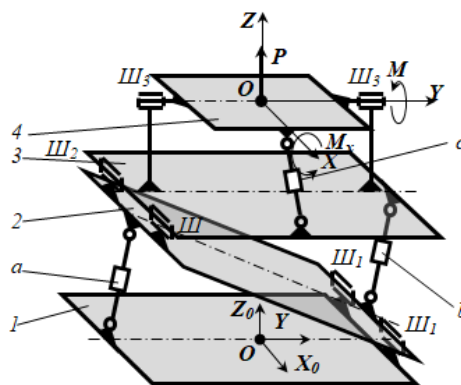


Рисунок 1. СРМ: 1 – основание (ПП); 2 – НП; 3 – ПОП; 4 – РП; а, b, с – приводы (гидроцилиндры); Ш<sub>1</sub>, Ш<sub>2</sub>, Ш<sub>3</sub> – вращательные шарниры.

Обозначим:  $C_{np.1} = C_1$ ,  $C_{np.2} = C_2$  и  $C_{np.3} = C_3$ . Тогда ДМКМ (рис.2) можно преобразовать в эквивалентную динамическую модель колебаний манипулятора (ЭДМКМ) (рис.3), в которой «новая» пружина слева имеет коэффициент жесткости  $C_1$ , спереди –  $C_2$  и справа –  $C_3$ .

Дифференциальные уравнения вынужденных колебаний ЭДМКМ, представленного на рис. 3, составим в форме системы уравнений Лагранжа II рода [8]:

$$\frac{d}{dt} \left( \frac{\partial T}{\partial \dot{q}_i} \right) - \frac{\partial T}{\partial q_i} = - \frac{\partial \Pi}{\partial q_i} + Q_i, \quad (4)$$

где  $T$  – кинетическая энергия системы;  $\Pi$  – потенциальная энергия системы;  $q_i$  – обобщенные координаты ( $q_1$  – поворот вокруг оси  $X$ ,  $q_2$  – поворот вокруг оси  $Y$ ,  $q_3$  – перемещение вдоль оси  $Z$ );  $Q_i$  – обобщенные возмущающие силы,  $i = 1, 2, 3$ .

Применяя теорему Кёнига [8, с.190], представляем кинетическую энергию подвижного параллелепипеда (рис. 3) в виде кинетической энергии, связанной с перемещением центра тяжести  $A$  и кинетической энергии в относительном движении (связанной с поворотом системы, вокруг осей  $X$  и  $Y$ ).

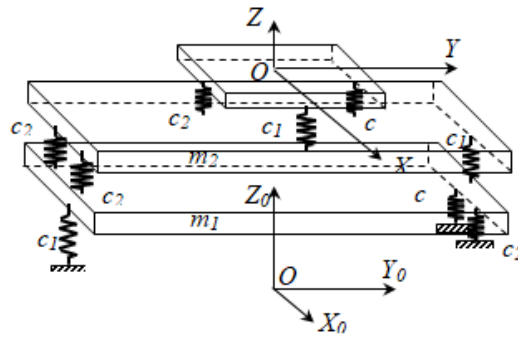


Рисунок 2. ДМКМ:  $m_1$  – масса НП,  $m_2$  – масса ПОП,  $m_3$  – масса РП.

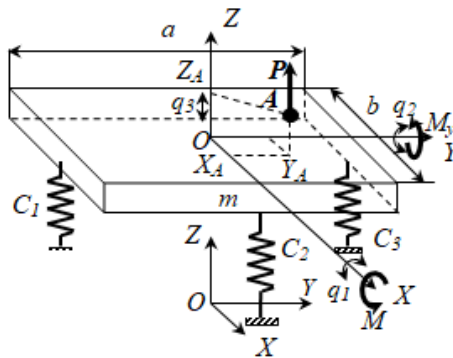


Рисунок 3. ЭДМКМ:  $X_A, Y_A, Z_A$  – координаты центра тяжести системы;  $a$  и  $b$  – длина и ширина РП М.

Применяя допущение, что координатные оси выбраны как главные оси инерции, тогда и все центробежные моменты инерции будут обращены в нуль [7, с.21], получим выражение кинетической энергии системы:

$$T = \frac{1}{2} \left[ m \cdot [(Y_A \cdot \dot{q}_1 + X_A \cdot \dot{q}_2)^2 + (\dot{q}_3)^2] + J_X \cdot (\dot{q}_1)^2 + J_Y \cdot (\dot{q}_2)^2 \right] \quad (7)$$

где  $m = (m_1 + m_2 + m_3)$  – масса М;  $J_X, J_Y$ , – моменты инерции системы относительно координатных осей X, Y.

Из рис.3 [8, с.384] видно:

$$\Pi = \frac{1}{2} \left[ \frac{c_1 c_2}{3c_1 + 2c_2} \cdot q_1^2 + \frac{b^2}{4} c_1 \cdot q_2^2 + \frac{3c_1^2 + 10c_1 c_2}{3c_1 + 2c_2} \cdot q_3^2 \right], \quad (8)$$

где  $a$  – длина основания (поворотного стола, равная длине поворотной опорной панели);  $b$  – ширина рабочей панели;  $c_1, c_2$ , и  $c_3$  – коэффициенты жесткости из (1).

Дифференцируя (7) и (8) по обобщенным координатам получим запишем уравнения колебаний системы в форме (4):

$$\left. \begin{aligned} (m \cdot Y_A^2 + J_X) \cdot \ddot{q}_1 + m \cdot X_A \cdot Y_A \cdot \ddot{q}_2 + \frac{2c_1 c_2}{3c_1 + 2c_2} q_1 &= M_X, \\ m \cdot X_A \cdot Y_A \cdot \ddot{q}_1 + (m \cdot X_A^2 + J_Y) \cdot \ddot{q}_2 + \frac{b^2}{2} c_1 \cdot q_2 &= M_Y, \\ m \cdot \ddot{q}_3 + \frac{6c_1^2 + 20c_1 c_2}{3c_1 + 2c_2} q_3 &= P_Z. \end{aligned} \right\} \quad (9)$$



При равенстве нулю определителя системы (9), получим частотное уравнение из которого найдем собственные частоты колебаний манипулятора:

$$k_3 = \sqrt{\frac{6c_1^2 + 20c_1c_2}{m \cdot (3c_1 + 2c_2)}}. (10)$$

$$\text{Второе решение: } \left( \frac{2c_1c_2}{3c_1 + 2c_2} - (mY_A^2 + J_X)k^2 \right) \left( \frac{b^2}{2}c_1 - (mX_A^2 + J_Y)k^2 \right) - (mX_A Y_A)^2 = 0$$

Раскрывая скобки, группируя и делая замену постоянных коэффициентов, получаем:

$$A \cdot (k^2)^2 - B \cdot (k^2) + C = 0, (11)$$

где А, В, С – постоянные коэффициенты, зависящие от геометрических, инерционных и жесткостных параметров системы.

Решая уравнение (11), находим

$$k_{1,2} = \sqrt{\frac{B \pm \sqrt{B^2 - 4AC}}{2A}} (12)$$

Решения уравнений вынужденных колебаний манипулятора, представленных системой (12), можно представить в виде

$$q_j = A_j \cdot \sin(p \cdot t + \delta_j), (13)$$

где  $A_j$  – амплитуда вынужденных колебаний с частотами  $p$  и начальной фазой колебаний  $\delta_j$ , решения которых представляют сумму решений (11) свободных колебаний манипулятора и частного решения (13).

### Выводы

1. Определена система дифференциальных уравнений (11), описывающих свободные колебания системы, и найдены резонансные параметры манипулятора: частоты  $k_1$  и  $k_2$  – собственные частоты крутильных колебаний вокруг осей X и Y (15) и частота  $k_3$  – собственная частота продольных колебаний вдоль оси Z (12), зависящие от геометрических, массовых и жесткостных параметров манипулятора.
2. На базе уравнений динамики Лагранжа второго рода, составлена система колебательных движений манипулятора (9), имитирующая его поведение, как системы, от внешних нагрузок и определена методика нахождения ее решений (13).

\*\*\*

1. Балакин П. Д., Шамутдинов А. Х. Схемное решение механизма пространственного манипулятора // Омский научный вестник. 2012. № 2. С. 65–69.
2. Пат. 170930 Российская Федерация, МПК В25J1/00. Пространственный механизм с шестью степенями свободы / Балакин П. Д., Шамутдинов А. Х. № 2016115295; заявл. 19.05.2016; опубл. 15.05.2017, Бюл. № 14.
3. Люкшин В. С. Теория винтовых поверхностей в проектировании режущих инструментов. М.: Машиностроение, 1967. 372 с.
4. Orsino R. M. M., Hess-Coelho T. A., Malvezzi F. Applications of the modular modelling methodology to the dynamic analysis of parallel manipulators with common subsystems // International conference on the theory of machines and mechanisms., Aug. 4, 2021. Vol. 85. P. 123-133. DOI: 10.1007/978-3-030-83594-1\_13.
5. Артоболевский И. И. Теория механизмов и машин. М.: Наука, 1975. 640 с. ISBN 5-02-013810-X.
6. Шамутдинов А. Х., Балакин П. Д., Закерничная Н. В. Динамика колебаний манипулятора на основе математического моделирования // Наука и бизнес: пути развития. 2019. № 1(91). С. 28–32.
7. Писаренко Г. С., Агарев В. А., Квитка А. Л. [и др.]. Сопротивление материалов: учебник для вузов / под общ. ред. Г. С. Писаренко. 4-е изд., перераб. и доп. Киев: Выща школа, 1979. 696 с.
8. Яблонский А. А. Курс теоретической механики. Ч.2. Динамика. М.: Высшая школа, 1966. 411 с.

**Ярмонова А.А., Трофимова Е.В.**  
**Использование метода анализа иерархий при выборе CRM-решения  
для предприятия среднего бизнеса**

*Санкт-Петербургский государственный экономический университет  
(Россия, Санкт-Петербург)*

doi: 10.18411/trnio-04-2023-480

**Аннотация**

Цифровизация бизнес-процессов является обязательным условием успешного развития компании, также на успешность компании напрямую влияют взаимоотношения с клиентами. В статье проводится анализ CRM-решений для автоматизации бизнес-процессов предприятий среднего бизнеса по взаимодействию с клиентами. Для анализа применяется система поддержки принятия решений SuperDecision и метод анализа иерархий.

**Ключевые слова:** CRM-система, бизнес-процесс, метод анализа иерархий.

**Abstract**

The digitalization of business processes is a prerequisite for the successful development of a company, and the success of a company is directly affected by customer relationships. The article analyzes CRM-solutions for automating business processes of medium-sized businesses for customer interaction. For analysis, the SuperDecision decision support system and the hierarchy analysis method are used.

**Keywords:** CRM system, business-processes, hierarchy analysis method.

В условиях цифровой трансформации предприятий малого и среднего бизнеса совершенствование бизнес-процессов с применением информационных технологий является необходимым условием для успешной деятельности организации. Исследования показывают, что существует прямая связь между эффективной деятельностью компании и качеством взаимоотношений с клиентами [8]. Применение CRM-системы позволит организации обеспечить бесперебойное и эффективное взаимодействие с клиентами и перейти на качественно новый уровень обслуживания.

Выделяют множество преимуществ автоматизации процесса взаимодействия с клиентами. Так, автоматизированная система способна выполнять рутинную работу, освобождая сотрудников организации для более сложных задач, что приводит к сокращению времени реализации рабочих процессов и повышению эффективности операций по обслуживанию клиентов. Также система взаимодействия с клиентами обеспечивает последовательные и точные ответы на конкретные запросы. CRM-решения запрограммированы так, чтобы отвечать на запросы клиентов на основе заранее определенных правил и рекомендаций, что повышает качество обслуживания клиентов.

На российском рынке ведущие разработчики предлагают множество CRM-решений для бизнеса. Важно отметить, что системы взаимодействия с клиентами не универсальны. Проводимое исследование направлено на анализ наиболее известных на российском рынке CRM-систем для предприятий среднего бизнеса с использованием метода анализа иерархий.

Среди множества программных продуктов можно выделить несколько популярных систем, таких как: «Битрикс 24», «РосБизнесСофт», «Простой бизнес». Рассмотрим решения более подробно.

CRM «Битрикс 24» — это комплексное решение для автоматизации управления взаимоотношениями с клиентами на предприятиях разного масштаба. Система разработана компанией 1С-Битрикс и включает в себя широкий спектр функций, позволяющих

организовать анализ данных, управление продажами и процессами взаимодействия с клиентами. Система «Битрикс 24» включает инструменты для автоматизации процессов маркетинга и анализа результатов рекламных кампаний, позволяя контролировать статистику и отслеживать эффективность кампаний.

Одна из ключевых особенностей системы заключается в том, что она позволяет контролировать взаимодействие с клиентами на всех этапах - от первого контакта до заключения сделки и последующего обслуживания. Это позволяет компаниям улучшить качество обслуживания клиентов и увеличить их лояльность.

Система «Битрикс 24» доступна в облачной и локальной версиях, что позволяет выбрать наиболее подходящий вариант для конкретной компании. Кроме того, она интегрируется с другими системами, такими как электронная почта и социальные сети, что упрощает работу и повышает эффективность управления взаимоотношениями с клиентами [3].

«Простой бизнес» — это программное обеспечение для управления взаимоотношениями с клиентами, которое предназначено для малых и средних компаний. Система помогает компаниям организовать и автоматизировать процессы продаж, управления клиентской базой, улучшить качество обслуживания и повысить скорость выполнения рабочих задач.

Основные функции CRM «Простой бизнес» включают:

- управление клиентской базой данных – хранение и систематизация контактной информации о клиентах, история взаимодействия с ними, оценка уровня их интереса и другая информация, необходимая для эффективного взаимодействия;
- управление продажами – ведение учета сделок и этапов продаж, планирование и отслеживание задач по продажам, формирование отчетов и аналитики о проделанной работе;
- управление маркетингом – планирование маркетинговых кампаний, автоматическая рассылка сообщений и рекламы по электронной почте и другим каналам связи;
- управление проектами – планирование, учет и отслеживание задач и проектов, связанных с клиентами и продажами.

CRM «Простой бизнес» имеет интуитивно понятный интерфейс и прост в использовании, что позволяет быстро настроить и начать использовать программу. Система также имеет множество функций, которые могут быть настроены под нужды конкретного бизнеса. Применение данного CRM решения позволяет предприятиям значительно улучшить качество обслуживания клиентов и повысить продажи [1].

РосБизнесСофт CRM – это решение, разработанное одноименной компанией. Данная CRM система позволяет повысить производительность работы сотрудников благодаря автоматическому созданию задач по клиенту в соответствии с бизнес-процессом при переходе от одного этапа воронки продаж к другому. Кроме того, система оснащена электронным документооборотом, который позволяет сотрудникам самостоятельно выставлять счета клиентам, контролировать оплату, создавать "Акты сверок" и другие документы.

CRM РосБизнесСофт имеет удобный интерфейс и возможности настройки под конкретные потребности компании. Система предоставляет полную информацию о клиентах, позволяет вести учет продаж и оценивать эффективность маркетинговых кампаний. CRM РосБизнесСофт также обеспечивает защиту конфиденциальности данных клиентов и сотрудников, а также надежное хранение информации в облачном хранилище. РосБизнесСофт является универсальным инструментом для управления взаимодействием компании с

клиентами, который позволяет оптимизировать бизнес-процессы и повысить эффективность работы сотрудников [6].

Основные сравнительные характеристики описанных в статье CRM-систем приведены в таблице 1.

Таблица 1

Основные сравнительные характеристики «Битрикс CRM», «РосБизнесСофт», «Простой бизнес». [1; 3; 6]

Критерии	Битрикс CRM	РосБизнесСофт	Простой бизнес
Версия системы	Облачная, коробочная	Облачная, коробочная	Облачная, коробочная
Платформы	Браузер, Windows, Android, IOS	Браузер, Mac, Windows, IOS, Android, Linux	Браузер, Mac, Windows, Android, IOS
Разграничение прав доступа	+	+	+
Наличие бесплатной версии	+	-	+
Минимальная стоимость	0 руб./мес.	724 руб./мес.	0 руб. /мес.

Метод анализа иерархий — это многокритериальный подход к принятию решений, который предполагает разбиение сложного решения на иерархическую структуру критериев и подкритериев. Затем критерии оцениваются с помощью попарных сравнений для определения их относительной важности. Весовые коэффициенты, полученные в результате попарных сравнений, затем используются для расчета итогового балла для каждого варианта. В рамках работы был реализован данный метод для оценки трех CRM-решений, используя следующие критерии: стоимость программного продукта; интеграция с сервисами; моделирование бизнес-процессов; настройка прав доступа; формирование отчетности.

С помощью программного обеспечения SuperDecisions v 2.10 была разработана сетевая модель выбора системы взаимодействия с клиентами для предприятий среднего бизнеса, представленная в виде трех кластеров: кластер цели, кластер критериев и кластер альтернатив. Иерархическая структура выбора CRM-решения изображена на рисунке 1.

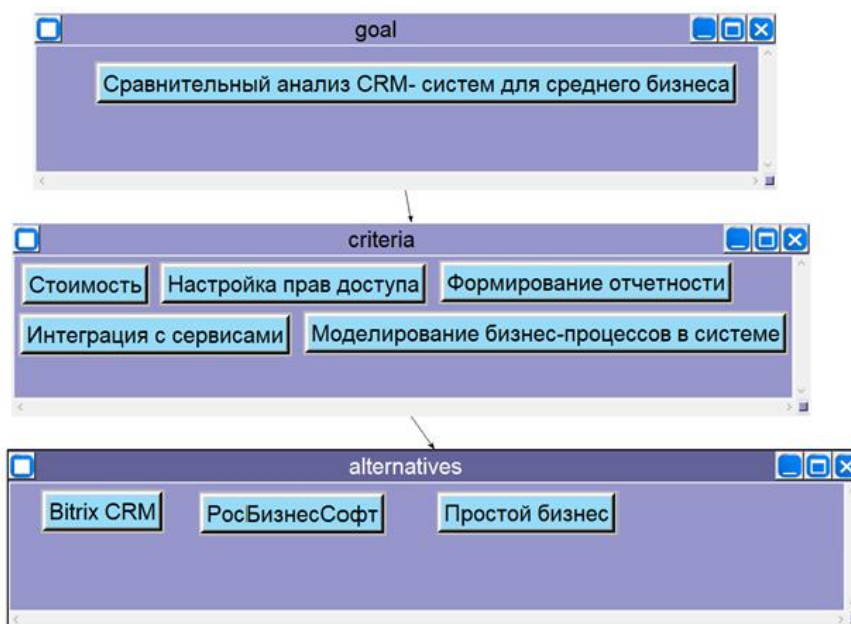
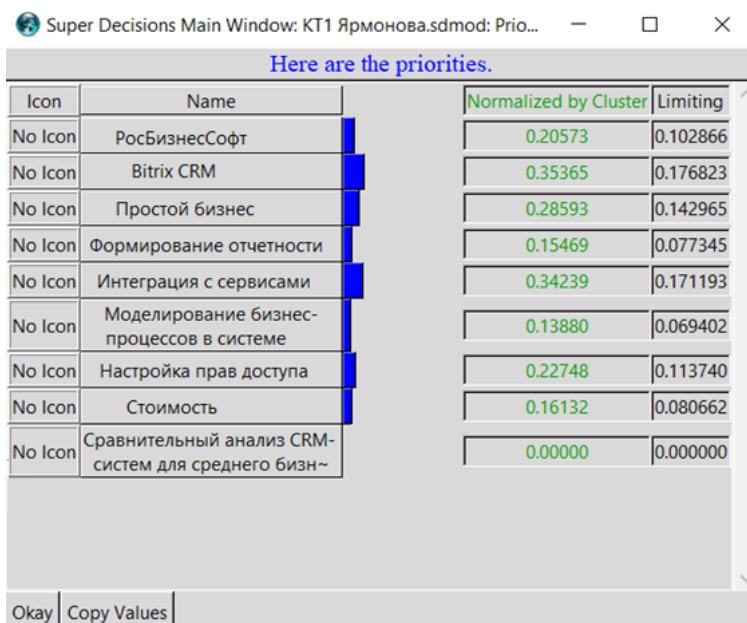


Рисунок 1. Иерархическое представление выбора CRM-системы.

В процессе определения наиболее подходящего CRM-решения для среднего бизнеса было проведено попарное сравнение критериев. Для этого были заполнены матрицы, основываясь на суждениях экспертов, чей индекс согласованности отдельной матрицы попарного сравнения критериев и альтернатив был менее 0,1, что позволяет считать представляемые суждения верными [7].

Анализ диаграммы приоритетов выбора системы показал, что наиболее предпочтительным вариантом CRM-решения является «Битрикс 24» (рисунок 2). Это означает, что в сравнении с другими рассмотренными альтернативами, «Битрикс 24» имеет наибольшее количество преимуществ для среднего бизнеса и может быть наиболее эффективным инструментом управления взаимоотношениями с клиентами в данном сегменте рынка.



Here are the priorities.

Icon	Name	Normalized by Cluster	Limiting
No Icon	РосБизнесСофт	0.20573	0.102866
No Icon	Bitrix CRM	0.35365	0.176823
No Icon	Простой бизнес	0.28593	0.142965
No Icon	Формирование отчетности	0.15469	0.077345
No Icon	Интеграция с сервисами	0.34239	0.171193
No Icon	Моделирование бизнес-процессов в системе	0.13880	0.069402
No Icon	Настройка прав доступа	0.22748	0.113740
No Icon	Стоимость	0.16132	0.080662
No Icon	Сравнительный анализ CRM-систем для среднего бизн~	0.00000	0.000000

Okay Copy Values

Рисунок 2. Приоритеты выбора CRM-системы.

В результате проведенного анализа на основе метода анализа иерархий было выявлено, что при сравнении по общим характеристикам наиболее предпочтительной среди анализируемых решений является CRM - система «Битрикс 24». Функциональные возможности системы удовлетворяют среднестатистическим требованиям предприятий среднего бизнеса.

\*\*\*

1. CRM-Система для управления бизнесом. CRM «Простой Бизнес» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.prostoy.ru/>. – Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 10.01.2023).
2. Бакуменко М. А., Васильева В. А. ПРЕИМУЩЕСТВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ CRM-СИСТЕМ ДЛЯ БИЗНЕСА //Актуальные проблемы и перспективы развития экономики. – 2019. – С. 218.
3. Битрикс24.CRM [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.bitrix24.ru/features/crm/>. – Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 11.01.2023).
4. Джеентаева К. М., Зимица В. С. Анализ применения CRM-систем на предприятиях //Молодой ученый. – 2020. – №. 11. – С. 237–239.
5. Макаручук Т.А., Кострицкая Е.Д. Современные тенденции развития систем поддержки принятия решений в условиях цифровой экономики // Сборник избранных статей по материалам научных конференций ГНИИ "Нацразвитие", 2019. – С. 208–211.
6. РосБизнесСофт CRM для малого и среднего бизнеса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rbs-crm.ru/products/crm/>. – Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 10.01.2023).
7. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. М.: Радио и связь. – 1993. 278 с.
8. Трофимов В. В., Трофимова Л. А., Минаков В. Ф., Кияев В.И., Барабанова М. И., Макаручук Т.А., Ильина О. П., Путькина Л.В., Лобанов О. С., Газуль С.М., Шепелёва О.Ю., Белова С. Е., Шмидова О.В. Цифровая конвергенция в экономике. – Санкт-Петербург, Изд-во СПбГЭУ, 2019. – 150 с.

## РАЗДЕЛ XXVI. ЭНЕРГЕТИКА

Аветисян А.С., Винокуров В.А.

### Приоритеты цифрового преобразования в энергетике

*Иркутский национальный исследовательский технический университет  
(Россия, Иркутск)*

doi: 10.18411/trnio-04-2023-481

#### Аннотация

По причине трудности и фрагментарности систем, которые выстроены в контексте цифрового преобразования, наиболее прогрессивные компании сосредотачиваются на получении «быстрых побед» — достижение чувствительного результата в непродолжительной перспективе. В итоге которой, мобилизация всей организации позволяет получить нужный толчок для запуска более долгосрочных проектов.

**Ключевые слова:** цифровизация, автоматизация процессов, аналитика, новые технологии.

#### Abstract

Due to the difficulty and fragmentary nature of the systems that are built in the context of digital transformation, the most progressive companies focus on getting "quick wins" — achieving a sensitive result in the short term. As a result of which, the mobilization of the entire organization allows you to get the necessary impetus to launch longer-term projects.

**Keywords:** digitalization, process automation, analytics, new technologies.

Цифровое преобразование в секторе энергетики – это цифровизация, всех без исключения областей ТЭК государства: электроэнергетики, нефтегазовой промышленности, а также угольной индустрии.

Цифровая трансформация в секторе энергетики ведется по трем курсам.

#### Диджитализация нынешней операционной модели

Концентрация на «мгновенном результате», к примеру обнаружении процессов, где есть большие возможности для уменьшения потерь и совершенствования потребительского опыта. Более перспективные организации проводят переоценку, а также разрабатывают с нуля процессы бэк-офиса, для того, чтобы осуществить потенциал роботизации.

Для приоритетных областей предложены данные решения:

- автоматизация процессов, благодаря роботам,
- цифровизация внутренних интерфейсов и содействия с потребителем,
- рост доступности данных и их применения при принятии решений, для разрешения схожих проблем,
- цифровизация органов управления рабочим персоналом,
- обновление ИТ-структуры.

Кроме автоматизации актуальных процессов или формирования многоканальной структуры коммуникации с энергопотребителем, цифровизация полагает глубокое преобразование механизма внутренних процессов компании — от уменьшения количества шагов и страниц документации до автоматизации принятия решений. В распределении электроэнергии главными претендентами для цифрового преобразования выступают процессы, которые рассчитывают крупное число одинаковых действий: присоединение новоиспеченных потребителей, техобслуживание сети, руководство инвестициями, данными по оборудованию, потерями.

### **Применение продвинутой аналитики**

У организации обязан быть план по «очистке» и типизации данных, составляемых из огромного количества источников. Списки источников и моделей данных должны быть связаны друг с другом, а также ответственность за поддержку систем сбора и хранения зафиксирована внутри компании — с присутствием CDO (Chief Data Officer) и ответственными сотрудниками в подразделениях. Вместе с тем, нужно приумножать полномочия сотрудников в применении современной аналитики, так как внедрение технологий, в частности «умных» счетчиков, в значительной степени умножает количество данных в соотношении с ручным сбором, а глубокое исследование этих данных не способно реализоваться с применением шаблонных инструментов (Excel-таблицы).

### **Усвоение современных технологий**

Энергетическим предприятиям стоит сотрудничать с сотрудниками в секторах финансов, электронной коммерции и телекоммуникаций, для большего расширения своего перечня продуктов и источников дохода. Популяризация и совершенствование технологий располагается во власти от конкретного региона, от присутствия поддержки со стороны государства и способности компании инвестировать. В перспективе применяемые технологии направлены на увеличение эффективности, а в средне- и долгосрочной перспективе — на рост потребительской ценности и новоиспеченных предложениях услуг.

Краткосрочные приоритеты:

- сохранение текущей структуры и увеличение мощности по генерации электроэнергии,
- соблюдение нынешней траектории по регулировке активами, благодаря аналитики больших данных и централизация дистанционного техобслуживания,
- обеспечение постоянства системы в режиме реального времени,
- применение различных площадок для общения с потребителем,

Долгосрочные приоритеты:

- обеспечение оптимального распределения электроэнергии по сетям в зависимости от изменения спроса,
- применение больших данных и аналитические мощности суперкомпьютеров для быстрого принятия решений,
- применение интеллектуальных энергосистем и получение обратной связи от энергопотребителей,
- предложение индивидуального обслуживания потребителям.

### **Вывод**

Главный фактор успеха в реорганизации энергетического сектора — способность предприятия и его сотрудников к изучению инструментов цифровизации и достижению цифровой ценности — преимуществ, которые стоит получить, благодаря новым технологиям.

Также, одними из значимых трендов, оказывающими огромное воздействие на формирование электроэнергетики в будущем, являются декарбонизация и переход на возобновляемые источники энергии (ВИЭ) с помощью цифровизации, что полагает введение цифровых технологий в нынешнюю операционную работу энергокомпаний, и вскрывает огромные перспективы для развития новых бизнес-моделей на базе цифровых решений.

Мировая практика показывает, что на пути к цифровому видоизменению необходимо коллективные усилия всех участников: как страны (различные правительственные программы, поправки в законодательство), так и крупных энергокомпаний (внедрение цифровых технологий для протекающей работы и формирование новых направлений).

В России цифровая трансформация в электроэнергетике исполняется силами Минэнерго и ассоциации «Цифровая энергетика». Благодаря цифровизации предстоит снижение нарушения в электроснабжении, совершенствование технического состояния главных промышленных средств и низкая аварийность на электрооборудования.

Цифровизация электроэнергетики является чрезвычайно перспективным сектором развития отрасли. В России есть схожие инициативы и проводятся работы по цифровому преобразованию. Но на сегодняшний день каких-то существенных примеров по применению прогрессивных технологий, к сожалению, пока нет.

\*\*\*

1. Цифровая трансформация Российской энергетики. Дубнов О.М. Региональная энергетика и энергосбережение. 2018. № 6. С. 28-33.[<https://elibrary.ru/item.asp?id=37101165>].
2. Концепции цифровой энергетики в эпоху диджитализации экономики. Аветисян А.С. Стратегии и механизмы регионального развития. Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции. Под общей редакцией Н.М. Тюкавкина. Самара, 2022. С. 64-67.[<https://elibrary.ru/item.asp?id=50022312>].
3. Содержание структурных преобразований экономики региона, адекватных требованиям цифровизации. Серебрякова Н.А., Авдеев И.В. Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2018. Т. 80. № 4 (78). С. 408-412. [<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37208100>].
4. Суть цифровой энергетики. Аветисян А.С., Ефимов Д.Н. Образование. Наука. Производство. Сборник докладов XIV Международного молодежного форума. Белгород, 2022. С. 11-14.[<https://elibrary.ru/item.asp?id=50158291>].
5. Современные проблемы и перспективы развития топливно-энергетического комплекса. Лапаева О.Ф., Иневатова О.А., Дедеева С.А. Экономические отношения. 2019. Т. 9. № 3. С. 2129-2142. [<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41243697>].
6. Рост эффективности в системе электроснабжения с помощью технологии Smart Grid. Аветисян А.С. Общество, образование, наука в современных парадигмах развития. Сборник трудов по материалам III Национальной научно-практической конференции. Редколлегия: Е.П. Масюткин [и др.]. г. Керчь, 2022. С. 9-12.[<https://elibrary.ru/item.asp?id=49842450>].
7. Экономическое влияние технологии Smart Grid на производителей и потребителей энергии. Аветисян А.С. Проблемы гуманитарных наук и образования в современном мире. Сборник научных статей по материалам VIII Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием). Сибай, 2022. С. 203-204.[<https://elibrary.ru/item.asp?id=49924795>].

**Акимова В.М.**

**Энергоэффективные методы строительства жилья**

*Самарский государственный технический университет  
(Россия, Самара)*

doi: 10.18411/trnio-04-2023-482

#### **Аннотация**

Увеличение потребления энергии, связанное с естественным приростом населения мира, а также развитием экономики, и увеличением затрат на приобретение энергоресурсов, заставило нас задуматься о более энергоэффективных методах строительства, направленных на сокращение количества потребляемых ресурсов.

**Ключевые слова:** энергоэффективный дом, пассивный дом, энергосбережение.

#### **Abstract**

The increase in energy consumption associated with the natural growth of the world's population, as well as the development of the economy, and the increase in the cost of purchasing energy resources, forced us to think about more energy-efficient construction methods aimed at reducing the amount of resources consumed.

**Keywords:** energy-efficient house, passive house, energy saving.

Энергоэффективное строительство жилья - это подход, направленный на создание зданий, которые потребляют меньше энергии для обеспечения комфортных условий жизни, чем традиционные здания. Этот подход играет важную роль в борьбе с изменением климата и снижении затрат на энергопотребление.



Необходимо сформулировать концепции, направленные на разумное энергопотребление и переход на возобновляемые источники энергии, поскольку строительство является одним из секторов экономики, который обладает большим потенциалом в возможной реализации планов энергосбережения. Кроме того, парниковые газы, выделяющиеся в атмосферу при сжигании топлива, приводят к изменениям экологического состояния земли, и как результат – значительному нарушению условий жизни человека. Поэтому очень важно принимать эффективные меры по защите окружающей среды путем сокращения производства загрязняющих веществ. В этой статье мы рассмотрим несколько энергоэффективных методов строительства жилья.

1. Использование утеплителя

Один из ключевых методов для создания энергоэффективного дома - это использование утеплителя. Он позволяет сохранять тепло в здании, тем самым снижая расходы на отопление и кондиционирование воздуха. Существуют различные виды утеплителей, например, минеральная вата, пенопласт, эковата и т.д. При выборе утеплителя необходимо учитывать его теплоизоляционные свойства и экологическую безопасность.

2. Использование энергосберегающих окон

Энергосберегающие окна - это еще один ключевой элемент энергоэффективного дома. Они предназначены для сохранения тепла в здании и снижения расходов на отопление. Они обычно имеют двойное стекло с заполнением аргоном, а также специальное покрытие, которое позволяет сократить теплопотери через окна.

3. Использование системы вентиляции с рекуперацией тепла

Система вентиляции с рекуперацией тепла позволяет перерабатывать теплый воздух из здания, передавая его тепло новому потоку воздуха. Это позволяет снизить затраты на отопление и улучшить качество воздуха внутри здания. Важно выбрать систему вентиляции с рекуперацией тепла, которая подходит к размерам здания и потребностям его жителей.

4. Использование солнечных панелей

Солнечные панели - это устройства, которые преобразуют солнечную энергию в электрическую. Их можно использовать для обеспечения здания электричеством. Они могут быть установлены на крыше здания или на стенах.

Сегодня в мире остро стоит вопрос энергосбережения, и на то есть естественные причины: рост населения, экономическое развитие и различные отрасли промышленности являются основными причинами увеличения потребления энергии. В России потребление энергии домохозяйствами составляет 400-600 кВт\*ч на квадратный метр в год.м.м - это высокий показатель в зарубежном контексте.

В свете изменения климата и повышения цен на энергоресурсы все большее внимание уделяется энергоэффективности в строительстве. Энергоэффективное строительство позволяет существенно сократить затраты на отопление и охлаждение жилья, что является не только экологически, но и экономически выгодным.

Одним из главных методов энергоэффективного строительства является теплоизоляция. Хорошо изолированные стены, окна и крыши позволяют сократить утечку тепла и сохранить его внутри здания. Для теплоизоляции могут использоваться различные материалы, в том числе минеральная вата, пенопласт, эковата и др.

Кроме теплоизоляции, энергоэффективное строительство включает в себя использование энергосберегающих систем отопления и вентиляции, таких как тепловые насосы, системы солнечного отопления и т.д. Также важно правильно подбирать материалы для строительства зданий и использовать экологически чистые и энергоэффективные материалы.

Другим важным методом энергоэффективного строительства является использование технологий, позволяющих сократить расходы энергии на освещение. Например, это может быть использование светодиодных ламп, датчиков движения и т.д.

Во многих европейских странах строительство зданий, снижающих потребление энергии, поощряется некоторыми национальными законами. Например, в Австрии, чтобы получить разрешение на строительство дома, его потребность в тепле не должна превышать 66,5 кВт\*ч на квадратный метр в год. Кроме того, в примере жилых зданий в странах ЕС, благодаря проекту "пассивный дом и активный", потребность в энергии не превышает 15 кВт\*ч. Во многих европейских странах был введен лимит потребления тепла в 60-70 кВт\*ч/м<sup>2</sup>\*год для строящихся домов. Первый сертифицированный пассивный дом был построен в России в 2011 году компанией "Мосстрой-31" по проекту Томаса Кнехта. Удельный расход тепла на отопление составляет 24 кВтч\*квадратный метр\*год.

Пассивный дом - это энергосберегающий дом или сооружение от (англ. passive house) – он характеризуется низким энергопотреблением

- В среднем потребление энергии пассивным отоплением дома не должно превышать 15 кВтч/г на квадратный метр здания. Это требование было установлено Институтом пассивного дома в Дармштадте, изобретателем технологии, и оно распространяется на все пассивные дома в мире. Но для того, чтобы пассивный дом работал должным образом, должны быть выполнены определенные условия:

- Архитектурная концепция пассивных домов (зонирование, правильная геометрия здания, компактность, ориентация на основное направление) имеет большое значение в архитектуре. Это позволяет максимально использовать солнечную энергию. Именно пассивное использование солнечной энергии и полное отсутствие затенения позволяет максимально использовать возможности конструкции.
- Герметичность на уровне  $n_{50} < 0,6/Ч$ .
- Чтобы получить максимум солнечного света, больше окон следует разместить на юге и плотно прилегать к стене, что уменьшит потери тепла на больших площадях остекления. Главное - это их предназначение, сохранять тепло и получать достаточное количество солнечного света, а не воздуха. Размер теплоизоляционного оконного профиля сведен к минимуму.
- Если дома отключено электричество, пассивный дом не должен охлаждаться более чем на 1 °С в течение целого дня (при температуре наружного воздуха -15°С). Это связано с огромной несущей стеной и потолком между полом и Ж/Б полом, выполняющими роль аккумулятора тепла
- Вода должна нагреваться с помощью солнечного коллектора или теплового насоса.
- Здесь нет моста холода.

Стены играют важную роль в энергосберегающих домах и могут быть изготовлены из различных материалов, в зависимости от различных технологий строительства. Рассмотрим некоторые из наиболее часто используемых методов:

- Деревянные стены, уменьшая теплотери, позволяют увеличить диаметр бревен, поперечное сечение балок, толщину и т.д.
- Каркасная стена. Важным условием для такого рода стен является правильное устройство "стены из слоеного пирога", которая должна включать утеплитель, который в основном изготавливается из минеральной ваты. Водонепроницаемая пленка и пароизоляционная пленка также должны располагаться внутри конструкции стены.
- Стены из ячеистого бетона.

При строительстве энергосберегающих домов наиболее широко используются современные энергосберегающие теплоизоляционные материалы, включая:

- Минералы, каменная вата;
- Стекло;
- Пены;

- Пенополиуретан;
- Экструдированный пенополистирол;

Энергоэффективное строительство имеет ряд преимуществ. Во-первых, это значительная экономия на энергоресурсах и снижение затрат на отопление и охлаждение жилья. Во-вторых, это повышение комфорта проживания благодаря теплым и уютным домам. В-третьих, это уменьшение нагрузки на экологию и снижение выбросов углекислого газа и других вредных веществ.

Основываясь на полученной информации, можно сделать вывод, что будущее за энергоэффективными зданиями. Вопрос сохранения природных ресурсов сегодня очень важен, поскольку их предложение не безгранично, а спрос на энергию только растет. Кроме того, в контексте зарубежного опыта можно сказать, что переход к энергоэффективным зданиям должен поддерживаться национальными интересами. К сожалению, сегодня в нашей стране пессимистично относятся к этому типу зданий.

\*\*\*

1. Строительные нормы и правила Российской Федерации. Инструкция по проектированию крышных котельных. М.: Минстрой России, 1995.
2. Шарапов О. Н., М. А. Шугаева, Д. Ю. Долженков. Энергосбережение и повышение энергоэффективности в образовательных учреждениях. / Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. – 2013. - №5. – с. 43 – 45.
3. Пуринг С. М. Оптимизация выбора способа теплоснабжения жилых многоквартирных домов / Пуринг С. М., Ватузов Д. Н. / Инновационные стратегии развития экономики и управления. – 2015. – С. 313-316.

**Алькина А.Д.**

### **Энергоэффективная система освещения**

*Самарский государственный технический университет  
(Россия, Самара)*

doi: 10.18411/trnio-04-2023-483

#### **Аннотация**

По данным Международного энергетического агентства, 19% потребляемой в мире электроэнергии приходится на освещение [1]. Что касается моей страны, то около 14% вырабатываемой электроэнергии используется для электроснабжения осветительных установок. Этот процент составляет почти 137 миллиардов киловатт-часов, и в стране установлено более 1 миллиарда ламп и фонарей.

**Ключевые слова:** осветительные установки, источник света, осветительные приборы, люминесцентные лампы.

#### **Abstract**

According to the International Energy Agency, 19% of the electricity consumed in the world is accounted for by lighting [1]. As for my country, about 14% of the electricity generated is used to power lighting installations. This percentage is almost 137 billion kilowatthours, and more than 1 billion lamps and lanterns are installed in the country.

**Keywords:** lighting installations, light source, lighting devices, fluorescent lamps.

Есть ли реальная возможность снизить это энергопотребление почти вдвое без ухудшения условий освещения? Да, это совершенствование методов и приемов освещения, а также реконструкция существующих систем освещения, и организация их правильной и грамотной работы [2]. Во всем мире ежегодная экономия 40% электроэнергии означает 106 миллиардов евро. Экологический аспект этой экономии заключается в экономии 2 ТВт электроэнергии и 1,5 млрд баррелей нефти в год, что, в свою очередь, приведет к ежегодному сокращению выбросов углекислого газа в атмосферу на 555 млн тонн.

В 2001 году на основе информации о светоотдаче, выработке электроэнергии и производстве различных светотехнических изделий был сделан следующий прогноз: Россия может достичь экономии электроэнергии до 72 млрд кВт\*ч в 2020 году [3].

Вы можете сохранить ЕЕ в установке освещения (OU), если:

- Расширить производство, а также ассортимент эффективных источников света (ИС) - это составит не менее 14%;
- Увеличьте светоотдачу источника света -будет 6%;
- Повышение эффективности осветительных приборов (ОП)-6%;
- Улучшить эксплуатационные свойства ОП-3,5%;
- Реализовать стабильность повышения эксплуатационных характеристик ИС-3%;
- Для того, чтобы снизить энергопотребление осветительного оборудования, необходимо улучшить качество работы конструктивных элементов, особенно использование электронного оборудования управления пуском (EPRA) -2%.

Кроме того, в целях экономии электроэнергии важно улучшить методы освещения. Эта реализация может быть достигнута путем:

- Расширение местной системы освещения - достигнет 6,5%;
- Внедрить систему управления искусственным освещением в соответствии с количеством естественного света – 4,5-7,5% [3];
- Расширить область применения комбинированной системы освещения - 4% [4].

Этот вопрос снижения энергопотребления системы освещения также был поддержан государством (а именно проектом "Xinguang"). Им заинтересовались государственные предприятия, такие как "Ростехнологии" и "Росна-но". И способы снижения энергозатрат также привлекли частных бизнесменов. Этой задачей занимается программа Министерства энергетики Российской Федерации "Содействие трансформации рынка энергосберегающего освещения". Целью вышеупомянутого проекта является сокращение выбросов парниковых газов в Российской Федерации и изменение российского рынка освещения с этой целью. Международные проекты Глобального экологического фонда и Программы развития Организации Объединенных Наций направлены на достижение одних и тех же целей.

Поддерживаемые государством программы энергосбережения реализованы в 14 странах мира, а в некоторых странах реализуются уже давно: в Японии - с 1998 года, в Соединенных Штатах - с 2005 года, это оформлено в виде закона.

- В Китае такой национальный план реализуется с 2004 года, а с 2003 года в пятилетний план Южной Кореи включена ведущая тема.

Многие государства заинтересованы и активно продвигают направление замены ламп накаливания (LN) другими, более эффективными источниками света.

Таким образом, в соответствии с национальной директивой, LN мощностью 75, 100 и 150 Вт были проданы в Великобритании с начала 2009 года. Специальные специалисты, которые осматривают магазины и отдельные квартиры, были уполномочены проверять названия компаний, которые продают или работают. Эти уполномоченные имеют право отозвать "незаконный" LN. С сентября 2012 года все государства - члены ЕС не производят традиционную LN.

В Соединенных Штатах с 2011 года, согласно президентскому указу, производство и использование LN мощностью 100 Вт были исключены. В следующем, 2012 году, -LN имеет мощность 75 Вт, а в 2014 году они должны быть полностью уничтожены. Компактные люминесцентные лампы (Cfl) теперь используются вместо LN.

Вопрос о том, как повысить эффективность системы освещения, тесно связан с задачей комплексного снижения ее энергозатрат и задачей создания комфортных условий для реконструируемой световой среды. Эта неразрывная взаимосвязь ясна и очевидна, потому что

любой потребитель рад снижению энергоемкости и заинтересован в сроке окупаемости новых или переоборудованных ОП, в качественных и количественных показателях освещенности. Вот почему энергоэффективность системы освещения определяет стоимость световой энергии. Световая энергия генерируется в течение срока службы операционного усилителя и в основном зависит от стоимости ЕЕ.

Структура показателей затрат в любом подразделении включает:

- Капитальные затраты на ОП и ИС–10-15%;
- Затраты на установку и техническое обслуживание ОП-15%;
- Стоимость электроэнергии составляет 70-75%.

Снизить затраты на электроэнергию системы освещения за счет снижения качества создаваемой световой среды, при одновременном снижении ценности стандартного освещения, даже если наблюдается недостаток естественного света или ключевые части осветительного оборудования отказываются использовать искусственное освещение, что недопустимо, поскольку потери вызваны неподходящими условиями освещения значительно превышает стоимость назначенного ЕЕ. На энергоэффективность ОП в основном влияют следующие факторы :

- Рабочая энергия и параметры освещения;
- Срок службы микросхемы и светоотдача;
- Тариф ЕЕ;
- Стабильность параметров лампы и характеристик ИС при работе в лампе во время эксплуатации;
- Время работы ОП в течение года.

Насколько эффективно освещение, можно оценить, рассчитав потребляемую мощность для освещения помещения площадью 1 квадратный метр. В то же время критериями оценки эффективности энергосбережения освещения являются соотношение затрат на модернизацию ОП и достройку дома, а также соотношение затрат на сэкономленную электроэнергию. Важным критерием энергоэффективности является мощность, используемая для освещения квадратного метра поверхности. Благодаря 100lux эффективность лампы составляет 100%, а коэффициент запаса составляет 1,5. Максимально допустимое значение отображается с помощью MGSN2.01-99. Энергосбережение зданий.

Следовательно, эффективная система освещения создает высококачественное освещение, сохраняет свои первоначальные характеристики освещения в течение достаточно длительного периода эксплуатации с наименьшими эксплуатационными и капитальными затратами, и если система освещения в целом имеет наилучшие характеристики освещения, она сможет поддерживать свои первоначальные характеристики освещения в течение достаточно длительного периода эксплуатации точка.

\*\*\*

1. Волошин А.П., Потапенко Л.В. «Пути повышения энергоэффективности в сельском хозяйстве» Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 35-летию факультета электрификации и автоматизации сельского хозяйства «Инновационные электро-технологии и электрооборудование – предприятиям АПК» / ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА. – Ижевск: ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2012, 159 с. С.: 57-60.
2. Макаров А. А., Чимятов В. Н. Возможности энергосбережения и пути их реализации// Теплоэнергетика. – 1995. – № 6. – С. 2–6.

Антонова Д.О.

## Проблема распределения электроэнергии в энергосистемах

Самарский государственный технический университет  
(Россия, Самара)

doi: 10.18411/trnio-04-2023-484

### Аннотация

Энергосистемы, использующие перезаряжаемые батареи, широко используются в транспортном, аэрокосмическом и морском оборудовании, стационарных объектах и электроэнергетике.

**Ключевые слова:** электроэнергия, системы электроснабжения, распределение электроэнергии.

### Abstract

Power systems using rechargeable batteries are widely used in transport, aerospace and marine equipment, stationary facilities and electric power industry.

**Keywords:** electric power, power supply systems, electricity distribution.

Проблема распределения электроэнергии в энергосистемах является одной из наиболее актуальных проблем в нашей современной жизни. С появлением все более широкого использования электроники и развитием промышленности потребление электроэнергии становится все больше и больше. Это создает проблемы с распределением энергии и приводит к возникновению необходимости развития новых технологий для эффективного управления потоком электроэнергии. Распределение электроэнергии в энергосистемах является комплексным процессом, который включает в себя множество компонентов, таких как генерация, передача, распределение и потребление энергии. Каждый из этих компонентов имеет свои уникальные особенности и вызывает специфические проблемы при распределении электроэнергии.

Одной из основных проблем, связанных с распределением электроэнергии, является необходимость управления нагрузкой. Во многих случаях, в частности в периоды пиковой нагрузки, существует дисбаланс между производством и потреблением электроэнергии. Это может приводить к перегрузкам сетей и критическим сбоям в работе системы.

Еще одной проблемой, связанной с распределением электроэнергии, является необходимость балансировки мощности. При передаче электроэнергии на большие расстояния возникают потери мощности, которые могут привести к снижению качества энергии и увеличению затрат на передачу энергии.

Проблемы распределения электроэнергии в энергосистемах решаются различными методами, такими как управление нагрузкой, балансировка мощности, использование резервных источников энергии, а также повышение эффективности системы передачи электроэнергии. Технологический прогресс и использование новых методов распределения электроэнергии, таких как смарт-сети, также могут помочь в решении проблемы распределения электроэнергии.

Одной из главных проблем является неравномерное потребление энергии. В некоторых районах спрос на электроэнергию может быть очень высоким, тогда как в других – низким. Это приводит к тому, что некоторые области могут испытывать нехватку энергии, в то время как другие – избыток. Для решения этой проблемы необходимо разработать системы распределения, которые могут быстро и эффективно перенаправлять потоки энергии в соответствии с текущим спросом.

Другой важной проблемой является потеря энергии в процессе передачи. Когда энергия передается по электрическим линиям, часть ее теряется в виде тепла из-за сопротивления

проводов. Это может привести к значительным потерям энергии и увеличению стоимости производства электроэнергии. Для решения этой проблемы нужно использовать более эффективные методы передачи, такие как использование трансформаторов и конденсаторов, а также более современные и надежные линии электропередач.

Еще одной проблемой является нестабильность сети. Иногда возникают непредвиденные сбои в системе, которые могут привести к выходу из строя оборудования и остановке производства электроэнергии. Для решения этой проблемы необходимо использовать системы мониторинга и контроля, которые могут быстро обнаружить и устранить неисправности в сети.

Во-первых, обеспечить электроэнергией ответственных потребителей, включая системы контроля, связи и обработки информации, технические процессы и автоматизированные системы управления для всего производственного комплекса. Следует обратить внимание на развитие рынка систем хранения энергии. Технология систем хранения была усовершенствована, и теперь они могут накапливать энергию из различных возобновляемых ресурсов. Основной проблемой такого рода накопителей энергии является проблема накопления, и с этим связано решение задач, связанных с разработкой энергосберегающего автономного накопителя энергии и мониторингом его основных параметров системы [1].

Перебои в электроснабжении современных автономных объектов могут привести к авариям, остановкам производства и другим критическим ситуациям и явлениям, поэтому нельзя исключать появления жертв и крупных материальных потерь.

Для решения этих проблем требуется комплекс электрооборудования, которое взаимодействует друг с другом при производстве, преобразовании, передаче и накоплении электрической энергии.

Развитие современной электроэнергетики характеризуется прогрессом в области накопления, который не только привел к значительному увеличению парка автономных электромобилей, но и привел к развитию интеллектуальной распределенной энергетики. Последнее подтверждается появлением smartgrid smart grid и ее базовых компонентов, микрорешетки [2].

При рассмотрении функционирования системы электроснабжения важно учитывать тот факт, что энергия и связанное с ней электрооборудование должны генерировать столько ресурсов, сколько необходимо потребителям. Отличительной особенностью микрорешетки является то, что помимо возобновляемой энергии, существует также устройство накопления энергии, которое реализовано на базе многоэлементной батареи. Кроме того, он решает проблемы повышения надежности основной энергосистемы, снижения потерь энергии в системе, снижения затрат на обслуживание системы, передачи, распределения и хранения энергии, диспетчеризации и продажи. Экономически эффективное средство накопления большого количества электрической энергии ("сетевые батареи") рассматривается в качестве приоритета [1].

С каждым годом smart energy обеспечивает все больше и больше потребностей в энергии во многих странах по всему миру, особенно в Европе и Северной Америке. Россия, обладающая важными ресурсами возобновляемой энергии, обладает большим потенциалом в этом направлении.

С точки зрения развития возможностей возобновляемых источников энергии, Россия имеет много преимуществ в развитии различных альтернативных источников энергии из-за своего географического положения: Дальний Восток, геотермальная энергия, северное и восточное побережья, энергия приливов и ветров; Якутия, Восточная Сибирь, районы с высокой солнечной активностью и т.д. Кроме того, важная территория Российской Федерации связана с несетевой энергетикой - это Дальний Восток, Якутия, Западная Сибирь, Приполярный Урал, Архангельская область, Мурманская область. Хранение энергии играет особую роль в системе распределения энергии в этих областях.

Возвращаясь к вопросу энергоснабжения в автономном энерготранспортном порту, отметим, что по прогнозу Федеральной электросетевой корпорации, количество автопарков

энерготранспорта (включая муниципальный и коммерческий) в Москве и Московской области превысит 100 000.

Одним из факторов, обеспечивающих такой благоприятный сценарий, является наличие планов по развитию зарядной инфраструктуры по всей России. Создание и расширение сети автозаправочных станций является одним из приоритетных направлений деятельности ПАО "РОССЕТИ". Компания всегда реализовывала общероссийский план по развитию зарядной инфраструктуры с целью создания условий для внедрения автономного общественного и частного энерготранспорта [3].

Тенденция необходимого увеличения емкости накопителя, постоянное конструктивное совершенствование отдельного элемента аккумуляторной батареи привело к формированию довольно сложных модульных схем хранения, обеспечение их эффективной работы является актуальной задачей.

Проблема распределения электроэнергии в энергосистемах является одной из наиболее важных и сложных задач, которые стоят перед энергетическими компаниями и государствами. Эта проблема связана с тем, что производство и потребление электроэнергии не всегда совпадают во времени и месте, что может привести к проблемам с обеспечением надежности и эффективности работы энергосистем.

Одной из главных проблем, связанных с распределением электроэнергии, является нехватка мощности в сетях. Это может происходить в периоды пикового потребления электроэнергии, когда сети неспособны обеспечить все нужды потребителей. Также нехватка мощности может возникать при использовании неэффективных схем распределения электроэнергии, которые не учитывают местоположение и мощность источников энергии.

\*\*\*

1. Иванов А. В., Ребров С. Г., Голиков А. Н., Гутерман В. Ю. Лазерное зажигание ракетных топлив кислород-водород, кислород-метан. «Авиакосмическая техника и технология», №2, 2008, стр. 47-54.
2. Патент РФ на изобретение №2326263 с приоритетом от 14.05.2007. Способ воспламенения компонентов топлива в камере сгорания ракетного двигателя и устройство для его осуществления (варианты). Авторы: Иванов А. В., Ребров С. Г., Пономарев Н. Б., Голиков А. Н. и др.
3. Ребров С. Г., Голиков А. Н., Голубев В. А. Воспламенение топлив кислород-этанол и кислород-керосин в беспредкамерном РДМТ с использованием малогабаритных лазеров. «Авиакосмическая техника и технология», №2, 2009, стр. 18-23.

**Блажнов А.А.**

### **Преобразователи частоты для механизма котельных установок**

*Самарский государственный технический университет  
(Россия, Самара)*

doi: 10.18411/trnio-04-2023-485

#### **Аннотация**

Одной из основных задач, возникающих при эксплуатации котельной установки, является обеспечение равенства между вырабатываемой и потребляемой энергией. И наоборот, процессы испарения и передачи энергии в котлоагрегате однозначно связаны с количеством вещества в рабочей жидкости и током теплоносителя.

**Ключевые слова:** котел, пар, поток, топка, температура.

#### **Abstract**

One of the main tasks arising during the operation of a boiler plant is to ensure equality between the generated and consumed energy. Conversely, the processes of evaporation and energy transfer in the boiler unit are uniquely related to the amount of substance in the working fluid and the coolant current.

**Keywords:** boiler, steam, flow, furnace, temperature.



Механизм котельной установки является ключевым компонентом в процессе генерации тепла и энергии. Однако, его эффективность может быть значительно улучшена с помощью преобразователей частоты. В данной статье мы рассмотрим, как работают преобразователи частоты в механизмах котельных установок и как они могут повысить их эффективность.

Преобразователь частоты - это электронное устройство, которое преобразует электрический ток определенной частоты в ток другой частоты. Это позволяет регулировать скорость вращения двигателя механизма котельной установки, что в свою очередь позволяет регулировать производительность котельной установки.

Как работает преобразователь частоты в механизмах котельных установок?

Преобразователь частоты работает путем изменения частоты электрического тока, который подается на двигатель механизма котельной установки. Вместо постоянного тока, который используется в обычных электрических цепях, преобразователь частоты использует переменный ток. Затем, с помощью электроники, преобразователь частоты изменяет частоту этого тока, чтобы изменить скорость вращения двигателя механизма котельной установки.

Какие преимущества предоставляет использование преобразователей частоты в механизмах котельных установок?

1. Энергосбережение: При использовании преобразователей частоты можно точно регулировать скорость вращения двигателя механизма котельной установки, что позволяет снизить потребление энергии и повысить эффективность.
2. Увеличение срока службы оборудования: Использование преобразователей частоты позволяет снизить вибрации и нагрузку на механизм котельной установки, что увеличивает срок его службы.
3. Повышение надежности работы.

Преобразователи частоты – это электронные устройства, используемые для изменения частоты переменного тока (ВТ) в электрических цепях. Они широко применяются в различных отраслях, включая производство, автомобильную промышленность и энергетику.

В данной статье мы рассмотрим применение преобразователей частоты в механизме котельных установок.

Котельная установка – это техническое сооружение, используемое для производства пара или горячей воды для использования в производственных и бытовых целях. Она обычно состоит из котла, системы управления, насосов и других механизмов.

Одним из ключевых компонентов котельной установки являются насосы, которые отвечают за циркуляцию жидкости в системе. В зависимости от требуемой скорости потока жидкости и давления, насосы могут работать с разными частотами.

Преобразователи частоты позволяют регулировать скорость вращения электрических двигателей насосов, изменяя частоту переменного тока, поступающего на двигатель. Это позволяет достичь оптимальной скорости потока жидкости в системе и снизить энергопотребление. Применение преобразователей частоты в котельных установках имеет множество преимуществ. Во-первых, они позволяют существенно снизить энергопотребление, так как регулирование скорости работы насосов позволяет использовать только ту мощность, которая необходима в данный момент. Это также позволяет уменьшить затраты на обслуживание оборудования, так как снижается его износ.

Во-вторых, преобразователи частоты улучшают управляемость котельной установки. Они позволяют регулировать скорость работы насосов в зависимости от изменяющихся условий, таких как температура в системе, расход жидкости и давление. Это позволяет быстро реагировать на изменения и поддерживать оптимальные параметры работы котельной установки.

Во время работы в котлоагрегате образуются два взаимодействующих потока: поток рабочей жидкости и поток теплоносителя, образующийся в топке.

В результате этого взаимодействия на выходе из объекта получается пар заданного давления и температуры.

Топливо Gorenje - это физико-химический процесс. Gorenje Горенье, а также эффективность и стабильность процесса сжигания топлива зависят от способа подачи и распределения воздуха между частицами топлива.

Процесс теплообмена в котле проходит через водонепроницаемую теплопроводящую стенку, которая называется поверхностью нагрева. Поверхность нагрева выполнена в виде трубы. Внутри трубопровода происходит непрерывный круговорот воды, а снаружи они вымываются горячим дымовым газом или воспринимают тепловую энергию через излучение. Таким образом, в котлоагрегате происходят все виды теплопередачи: теплопроводность, конвекция и излучение.

Образование пара в котле осуществляется в определенном порядке. Образование пара на экране уже началось. Этот процесс происходит при высокой температуре и высоком давлении. Пар, вырабатываемый в котельной установке, делится на насыщенный пар и перегретый пар. Насыщенный пар делится на сухой пар и влажный пар. Для повторного нагрева пара был установлен пароперегреватель, использующий тепло, выделяющееся при сгорании топлива и выхлопных газов.

Невозможно представить, что современные системы отопления не имеют автоматического программирования работы, сочетающего в себе практически все достижения в области управления тепловыми потоками. Использование автоматизированных котельных позволяет значительно снизить затраты на отопление за счет оптимизации компонентов котельного оборудования.

Система автоматической регулировки парового котла может быть представлена отдельной замкнутой системой:

- 1) Температура перегрева пара - расход конденсата на впрыскивание;
- 2) Горизонтальная подача воды в котел;
- 3) Давление перегретого пара - тепловая нагрузка;
- 4) Избыток воздуха в печи - эффективность процесса gorenje;
- 5) Верхняя часть печи вакуумирована - всасывание воздуха;
- 6) Соленость котловой воды – продувка.

Система управления технологическим процессом Gorenje является одним из важных и сложных контуров управления в котельных установках.

Процесс приготовления Gorenje контролируется тремя системами автоматического управления:

- 1) Стабилизировать ASR расхода топлива в котле;
- 2) ASR отношения расхода воздуха к расходу топлива в котле;
- 3) ASR для стабилизированного разряда в печи.

Для обеспечения эффективного сжигания топлива в верхней части топки была установлена система стабилизации вакуума путем изменения положения вращающихся жалюзи, расположенных в дымоходе котла. В большинстве котельных эта схема управления не автоматизирована (оператор вручную изменяет степень открытия вращающихся жалюзи) или регулируется в соответствии с принципом положения. Качество надзора и бесперебойность процессов зависят от опыта и профессионализма оператора.

Предложена система автоматического управления вентиляторами и пылесосами в энергосберегающем режиме, оснащенными асинхронными двигателями. Система остается на заданном уровне или изменяет давление/расход воздуха и газа в топке котла в соответствии с заданным графиком. В системе управления рекомендуется использовать преобразователь частоты вместо направляющего устройства (вращающийся стержень), которое полностью включается при работе по схеме, а регулировка давления-расхода осуществляется плавным изменением частоты вращения дымососа и вентилятора. Регулировка осуществляется в соответствии с соотношением топливо-воздух, установленным на схеме системы, с учетом температуры подаваемого воздуха. Привлекательность этой схемы переключения заключается в высокой скорости и простоте модернизации котельной при полном сохранении системы автоматизации котла. Экономический эффект от экономии электроэнергии в этом варианте

зависит от глубины регулировки при сохранении требуемых технических параметров, и при работе летом он достигает 70%.

Преимущества использования частотных преобразователей для управления тяговым механизмом котельной установки очевидны. Потребление электроэнергии снижается в среднем на 35-50% в год. Следовательно, оптимизация технического процесса может снизить расход топлива.

\*\*\*

1. Калнинь И. М., Жернаков А. С., Пустовалов С. Б. Физическая модель теплонасосных опреснителей соленой воды / Вестник международной академии холода, 2010, №2, С. 12-21.
2. Петухова Е. О. Причины нехватки пресной воды. Инновационные методы и проекты получения питьевой воды / Construction and Geotechnics, 2018, № 9 (3), С. 141-151.
3. Быков А. В. Различные области применения холода М.: Агропромиз-дат, 1985. 272 с.
4. Курьлев Е. С., Осовский В. В., Румянцев Ю. Д. Холодильные установки СПб.: Политехника, 2002. 576 с.

**Вершинина А.А.**

### **Обзор схемы двигателя с внешним подводом теплоты**

*Самарский государственный технический университет  
(Россия, Самара)*

*doi: 10.18411/trnio-04-2023-486*

#### **Аннотация**

Развитие вычислительных моделей и технологий, а также появление новых материалов позволили нам создать DVPT, который по мощности и размерам не уступает современным двигателям внутреннего сгорания (ДВС). По экономическим, ресурсным и экологическим показателям - превосходят их.

**Ключевые слова:** методика, двигатель, экономичность, теплота.

#### **Abstract**

The development of computational models and technologies, as well as the emergence of new materials, allowed us to create a DVPT that is not inferior in power and size to modern internal combustion engines (ICE). In terms of economic, resource and environmental indicators, they surpass them.

**Keywords:** methodology, engine, efficiency, heat.

Двигатель с внешним подводом теплоты - это один из видов двигателей внутреннего сгорания, который использует внешнюю систему подвода теплоты для обеспечения высокой эффективности работы и уменьшения выбросов вредных веществ. В этой статье мы рассмотрим основные принципы работы схемы двигателя с внешним подводом теплоты и ее преимущества.

Принцип работы двигателя с внешним подводом теплоты:

Двигатель с внешним подводом теплоты работает по тому же принципу, что и обычный двигатель внутреннего сгорания. Главное отличие заключается в том, что для обеспечения высокой эффективности работы двигателя, внешняя система подвода теплоты используется для нагрева рабочей среды в двигателе.

Основная идея заключается в том, что тепло, полученное из внешнего источника, передается в двигатель через систему теплообмена. Внешний источник может быть любым источником тепла, таким как горячая вода, пар или солнечная энергия.

Схема двигателя с внешним подводом теплоты состоит из нескольких основных элементов: двигатель, система теплообмена и внешний источник тепла. В систему теплообмена входит теплообменник, насосы и трубопроводы, которые передают тепло из внешнего источника в рабочую среду в двигателе.

### Преимущества двигателя с внешним подводом теплоты

Один из главных преимуществ двигателя с внешним подводом теплоты заключается в том, что он обеспечивает высокую эффективность работы и уменьшает выбросы вредных веществ. Это происходит благодаря тому, что двигатель получает тепло из внешнего источника, что позволяет ему работать более эффективно и уменьшает количество выбросов вредных веществ в атмосферу.

Определите наиболее перспективный план компоновки силовых механизмов двигателя с внешним подводом тепла для потенциальных наземных, ледовых и подводных электростанций в арктических условиях. В этой статье представлены основы выбора бесштоковой схемы для двигателя с внешним источником тепла с поворотной шайбой и причины использования промежуточного штока.

ДВПТ имеет много преимуществ перед двигателями внутреннего сгорания: многотопливность, возможность использования различных газов в качестве рабочих жидкостей, большой ресурс и относительно простая конструкция; экономичность, экологичность, низкий уровень шума и снижение потребности в смазочных материалах.

Кроме того, имеются недостатки: объем и материалоемкость, высокое рабочее давление и температура, увеличенная поверхность радиатора системы охлаждения и сложная регулировка мощности.

Арктические условия позволяют нам использовать другие функции ДВПТ:

1. Пониженная температура окружающей среды позволяет значительно повысить КПД двигателя;
2. ДВПТ выделяет много тепла и может использоваться для обогрева помещения или кабины транспортного средства (ТС).;
3. Легче запустить ДВПТ в холодных условиях, чем двигатель внутреннего сгорания;
4. Значительное увеличение нормативных интервалов, тем самым значительно снижая эксплуатационные расходы;

Для достижения этой цели обобщаются и анализируются современные данные динамического механизма, который будет использоваться в ДВПТ.

Преимущества ДВПТ с наклонными шайбами заключаются в компактности, сбалансированности, отсутствии необходимости в маховике и удобстве компоновки в ограниченном объеме подводных аппаратов.

Его недостатками являются высокое контактное напряжение кривой шайбы и связанных с ней компонентов, а также значительное увеличение общей мощности двигателя по мере увеличения количества цилиндров.

В связи с изучением многих механизмов преобразования движения механизм с кривой шайбой (осевой) считается наиболее подходящим ДВПТ для эксплуатации в арктических условиях. Его недостатки при использовании в двигателях внутреннего сгорания компенсируются более "мягким" режимом работы ДВПТ. Для увеличения удельного показателя мощности рекомендуется применять компоновочную схему с противоположно движущимися поршнями (PDP).

В связи с перспективой использования схемы осевой компоновки силового механизма в ДВПТ крайне важно создать силовой механизм с большими моторесурсами. В конце концов, это ресурс осевого двигателя, который сильно ограничивает сферу его применения. Осевые двигатели делятся на двигатели с шайбами, жестко закрепленными на валу, и двигатели с поворотными шайбами. Из-за ряда проблем, таких как сложность подачи смазки к паре трения и сложность конструкции штока, возникающая при использовании схемы с жестким креплением к кривой шайбе на валу, поворотная шайба представляет большой интерес.

Бесштоковый ДВПТ с поворотной шайбой, принципиальная схема которого показана на рисунке 1, позволяет:

1. Уменьшите нагрузку на стенку цилиндра.
2. Жестко закрепите шток на поршне, тем самым упростив и удешевив конструкцию поршня.

Наряду с этим существуют и проблемы:

1. Уменьшение боковой нагрузки на стенку цилиндра является недостаточным.
2. Несоосность поршней в цилиндре, где жестко закреплен шток.
3. Герметизация цилиндра недостаточна.
4. Для уменьшения воздействия боковых сил необходимо использовать длинные стержни.

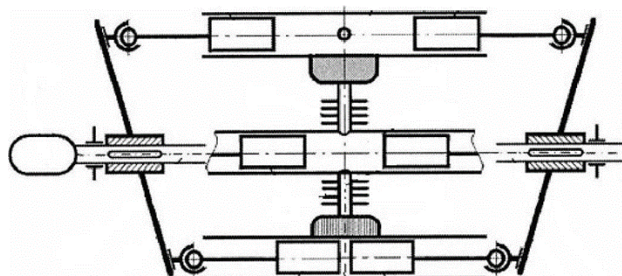


Рисунок 1. Схема осевого двигателя без отдачи с PDP с поворотной шайбой и полусферическим подруливающим устройством.

Для того чтобы восполнить вышеуказанные недостатки, предлагается дополнить конструкцию промежуточным стержнем. Промежуточный стержень соединен с вращающейся шайбой и основным стержнем через шаровой шарнир. Во время работы механизма промежуточный шток несет поперечную нагрузку и позволяет полностью выровнять поршень и цилиндр и получить максимально возможные ресурсы цилиндропоршневой группы. Кроме того, при использовании промежуточных стержней легче изготавливать высококачественные уплотнения цилиндров с большим ресурсом (например, уплотнения Ленина-Градского), что очень важно для DVPT. Уплотнение позволит организовать систему смазки силового механизма, не беспокоясь о попадании смазки в цилиндр, и предоставит возможность создавать необходимое давление в области под поршнем.

Чтобы проверить эффективность прогнозирования ресурсов, была применена рекомендуемая схема с использованием программного пакета Solidworks2014. Была создана упрощенная модель, включающая поворотную шайбу, основной шток с поршнем, промежуточный шток и вал. Для того чтобы уравновесить давление в поршне, создается полость, которая соединена с объемом вкладыша через отверстие.

Такая конструкция позволяет сбалансировать давление внутри поршня и в рабочей камере.

В процессе статического анализа давление в нижней части поршня, юбке поршня и полости поршня устанавливается равным 6 МПа, температура в нижней части поршня и юбке поршня составляет 857 К, а крутящий момент на валу составляет 65 нм.

Вывод: Анализ статической деформации показывает, что точка приложения боковой силы может быть перенесена в точку контакта основного стержня и промежуточного стержня с помощью промежуточного стержня. Боковое усилие на поршне отсутствует. В то же время области, наиболее подверженные износу, четко видны на диаграмме усталостных испытаний. Исходя из этого рисунка, можно сделать вывод о необходимости усиления арматурных стержней на противоположной стороне поворотной шайбы и бульдозера, а также о возможности ее разгрузки в секторе между бульдозерами. Сюжет мобильной составляющей не противоречит логике механизма.

\*\*\*

1. Чирков Ю. И. Основы агрометеорологии. Л.: Гидрометеиздат, 1988.
2. Allaby M. Basics of Environmental Science. London: Routledge, 1996.
3. Говорушко С. М. Экологические последствия использования энергии океана / Альтернативная энергетика и экология – ISJAEE. 2011. № 1. С. 51-57.
4. Установленная мощность мировой солнечной энергетики: сайт. – URL: <https://renen.ru/the-installed-capacity-of-world-solar-energy-exceeded-400/> (дата обращения: 8.12.2020). – Текст: электронный.

**Вершинина А.А.**

**Применение волнового типа вентилятора для улучшения  
производительности теплового насоса**

*Самарский государственный технический университет  
(Россия, Самара)*

doi: 10.18411/trnio-04-2023-487

**Аннотация**

Тепловой насос - это система, которая передает тепло от низкого потенциала к более высокому потенциалу за счет потребления энергии более высокого потенциала, то есть тепло принудительно передается от менее нагретого объекта к более нагретому объекту.

**Ключевые слова:** тепловой насос, волновой тип, вентилятор.

**Abstract**

A heat pump is a system that transfers heat from a low potential to a higher potential by consuming energy with a higher potential, that is, heat is forcibly transferred from an object with less heating to an object with more heating.

**Keywords:** heat pump, wave type, fan.

Тепловой насос - это устройство, которое используется для переноса тепла из одного места в другое с помощью теплового потока. Он может использоваться для охлаждения или нагрева помещений, а также для подогрева воды или других жидкостей. Одним из ключевых компонентов теплового насоса является вентилятор, который играет важную роль в эффективном функционировании системы. В последнее время было предложено применение волнового типа вентилятора для улучшения производительности теплового насоса. В этой статье мы рассмотрим принцип работы волнового вентилятора и его преимущества для тепловых насосов.

Волновой вентилятор является инновационным типом вентилятора, который использует волновое движение для создания потока воздуха. Он отличается от традиционных вентиляторов, которые работают на основе принципа центробежной силы, и позволяет создавать более высокую скорость потока воздуха при меньшей мощности. Это обеспечивает более эффективное охлаждение или нагревание помещений при использовании теплового насоса.

Применение волнового вентилятора имеет ряд преимуществ для тепловых насосов. Во-первых, он обеспечивает более эффективное перемещение воздуха, что приводит к более высокой производительности теплового насоса. Во-вторых, он работает более тихо, чем традиционные вентиляторы, что делает его более привлекательным для использования в жилых помещениях. В-третьих, волновой вентилятор имеет более длительный срок службы и требует меньше обслуживания, что уменьшает затраты на его эксплуатацию.

Одним из наиболее заметных преимуществ применения волнового вентилятора является его эффективность при работе в различных режимах теплового насоса.

На федеральном уровне поднимается вопрос энергосбережения и экологической эффективности российской экономики (Федеральный закон от 23 ноября 2009 г. № 261-ФЗ), а также пересматриваются отдельные законодательные акты Российской Федерации в целях улучшения обеспечения жильем. Разработка инновационных технологий, направленных на снижение было изучено потребление энергии на отопление, вентиляцию, кондиционирование воздуха и горячее водоснабжение.

С другой стороны, использование невозобновляемой энергии для этих целей приводит к загрязнению воздуха, а тепловое размещение тепловых электростанций приводит к потерям тепла при передаче потребителям.

Альтернативой системе отопления, не использующей ограниченные запасы углеводородного сырья и не выделяющей вредных веществ в атмосферу, является технологическая разработка оборудования, работа которого основана на использовании низкпотенциального (низкотемпературного) тепла и преобразовании его в высокотемпературную форму. Такое устройство может использовать естественные горячие воздушные массы в качестве теплового насоса с низкой потенциальной энергией.

Теоретически такая возможность исходит из обратного цикла Карно, когда температура рабочей жидкости снижается при адиабатическом расширении. При расширении хладагент забирает тепло из низкотемпературного источника. В процессе адиабатического сжатия его температура повышается.

После изотермического сжатия рабочая жидкость возвращается в исходное состояние, принося тепло высокотемпературным потребителям.

Рабочей характеристикой теплового насоса является коэффициент преобразования энергии (КПЭ).

- Отношение калорий, выдаваемых потребителям, к потребляемой механической энергии. КПЭ увеличивается с увеличением соотношения  $t_{\text{min}}/T_{\text{max}}$ , то есть чем ближе температура криогенного источника к требуемой температуре теплоносителя, тем выше КПЭ теплового насоса.

Наиболее широко используется паровой компрессионный тепловой насос, принцип работы которого заключается в следующем.

Хладагент с температурой наружного воздуха поступает в компрессор через испаритель, где насыщенный пар хладагента сжимается вместе с конденсатом по мере повышения его температуры. Из компрессора пар поступает в конденсатор, где сначала охлаждается до температуры насыщения, а затем конденсируется. Выделяющееся в этом случае тепло передается потребителю в помещении. Кроме того, через расширительный клапан (дроссель) давление хладагента резко падает, что приводит к падению температуры ниже температуры окружающей среды. Вентилятор используется для нагнетания воздуха в испаритель и отвода тепла от конденсатора.

В большинстве отопительных тепловых насосов, установленных в Европе, наружный воздух используется в качестве источника низкой температуры, и конструкция этой схемы будет проще.

Осевые вентиляторы с круглым поперечным сечением и подметающими поверхностями в основном используются для нагнетания воздуха в испаритель. По мере увеличения мощности TNU необходимо увеличивать количество вентиляторов для испарителя и конденсатора.

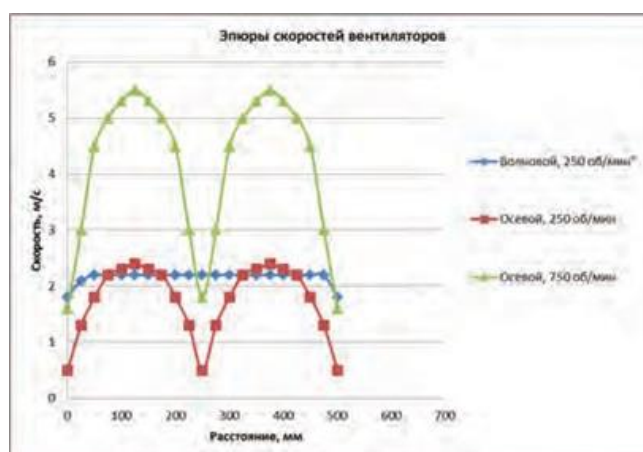


Рисунок 1. Диаграмма скорости вращения вентилятора.

Осевые вентиляторы создают направленный поток воздуха вдоль оси вращения, и скорость имеет разные значения в поперечном сечении, что приводит к неравномерному охлаждению испарителя (рисунок 1).

Для осевых вентиляторов диаметром 500 мм на расстоянии 200 мм от рабочего колеса скорость потока при разных оборотах двигателя неодинакова: максимальная скорость средней

части трубопровода (до 5,5 м/с при 750 об/мин, до центра при 250 об/мин и скорость потока вдоль кромки трубопровода значительно уменьшается (1,8 м/с и 0,5 м/с при 750 об/мин и 250 об/мин соответственно).

Для отвода тепла из конденсатора в помещение с ориентацией в существующем TNU используется вентилятор диаметра с более высокими аэродинамическими свойствами по сравнению с осевым вентилятором. Диаметр вентилятора создает ровный и равномерный поток теплого воздуха, а ширина улавливаемого воздушного потока зависит от диаметра крыльчатки. Однако по мере увеличения высоты конденсатора TNU необходимо увеличивать количество вентиляторов.

Чтобы уменьшить объем, занимаемый вентилятором, в TNU можно использовать плоские вентиляторы. Они имеют небольшие размеры и выравнивание потока по ширине трубы [2,3].

Конструктивно вентилятор отличается наличием прямоугольных лопастей, расположенных в плоскости прямоугольного прохода воздухопровода. За счет фазового смещения стержня, шарнирно соединенного с лопастью, создается направленное движение воздушного потока [2]. Повышение эффективности этого типа вентилятора возможно благодаря тому, что направляющее основание, в котором установлена подвижная рама, имеет возможность перемещения, расположенное сбоку в прямоугольной трубе, на которой параллельно друг другу закреплено несколько упругих лопастей [3].

Диаграмма скоростей плоского вентилятора имеет характеристики равновесия на поверхности развертки.

Когда для подачи тепла из конденсатора в помещение используется плоский вентилятор, можно повысить производительность воздушного TNU за счет незначительного увеличения приводной мощности.

Преимущества использования этого типа плоских вентиляторов включают в себя возможность повышения производительности за счет незначительного увеличения мощности привода.

\*\*\*

1. Волошин А.П., Потапенко Л.В. «Пути повышения энергоэффективности в сельском хозяйстве» Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 35-летию факультета электрификации и автоматизации сельского хозяйства «Инновационные электро-технологии и электрооборудование – предприятиям АПК» / ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА. – Ижевск: ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2012, 159 с. С.: 57-60.
2. Макаров А. А., Чимятов В. Н. Возможности энергосбережения и пути их реализации// Теплоэнергетика. – 1995. – № 6. – С. 2–6.
3. Научно-технические и организационно-экономические проблемы внедрения энергосберегающих технологий / В. В. Бушуев, Б. Н. Громов, В. И. Доброхотов и др. // Теплоэнергетика. – 1997. – № 11. – С. 8–15.
4. Национальный энергетический союз - за единый стандарт на биотопливо// Энергетика и промышленность России. 2007. - № 5(81). - С. 37. Панцхава Е.С. Биоэнергетика - самостоятельная часть современной энергетики//Биоэнергетика. 2007. -№1.- С.17-25.

**Ильина А.Е.**

### **Способы утилизации промышленного CO<sub>2</sub>**

*Самарский государственный технический университет  
(Россия, Самара)*

doi: 10.18411/trnio-04-2023-488

#### **Аннотация**

В статье говорится о том, что утилизация CO<sub>2</sub> стала одной из наиболее обсуждаемых тем в области изменения климата. В статье также отмечается, что процесс утилизации CO<sub>2</sub> из выбросов дымовых труб является сложным технологическим процессом, требующим использования специализированного оборудования. Рассмотрено несколько методов утилизации промышленного CO<sub>2</sub> из выбросов дымовых труб, которые могут быть применены в различных отраслях промышленности.



**Ключевые слова:** диоксид углерода, утилизация, дымовые газы, сельское хозяйство, сжижение, геологический способ, химический способ.

### Abstract

The article says that the utilization of CO<sub>2</sub> has become one of the most discussed topics in the field of climate change. The article also notes that the process of CO<sub>2</sub> utilization from chimney emissions is a complex technological process that requires the use of specialized equipment. Several methods of industrial CO<sub>2</sub> utilization from chimney emissions that can be applied in various industries are considered.

**Keywords:** carbon dioxide, utilization, flue gases, agriculture, liquefaction, geological method, chemical method.

Промышленный диоксид углерода (CO<sub>2</sub>) является главным компонентом дымовых газов, которые выделяются в атмосферу в результате производственной деятельности многих отраслей промышленности. Этот газ имеет высокую концентрацию в атмосфере и считается одним из главных газов, вызывающих парниковый эффект и изменение климата. В связи с этим утилизация CO<sub>2</sub> является важной задачей для промышленности и экологии. Согласно данным Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК), в 2018 году общий объем выбросов CO<sub>2</sub> составил более 37 миллиард тонн. Для сравнения, в 1990 году этот показатель был на уровне 22 миллиардов тонн.

Утилизация CO<sub>2</sub> стала одним из наиболее обсуждаемых вопросов в области изменения климата. Концепция утилизации CO<sub>2</sub> заключается в использовании этого газа в качестве сырья для производства различных продуктов, таких как метанол, метан, карбонат кальция и другие.

Одним из возможных источников CO<sub>2</sub> являются дымовые газы, которые выделяются при сжигании топлива в промышленных печах и котлах. В дымовых газах содержится около 10-15% CO<sub>2</sub>. Поэтому, если эти газы могут быть захвачены и утилизированы, это может значительно снизить объем выбросов CO<sub>2</sub> в атмосферу.

Процесс утилизации CO<sub>2</sub> из дымовых газов является сложным технологическим процессом, требующим использования специального оборудования.

Существует несколько способов утилизации промышленного CO<sub>2</sub> из дымовых газов, которые могут быть применены в различных отраслях промышленности.

Первый способ - это сжижение CO<sub>2</sub>. Излишки углекислого газа (CO<sub>2</sub>) - это один из главных факторов изменения климата. Большинство промышленных процессов, включая генерацию электроэнергии, производство цемента, стали и химических веществ, создают большие объемы CO<sub>2</sub>. Одним из способов сокращения этих выбросов является утилизация CO<sub>2</sub>, путем его сжатия и использования в различных производственных процессах.

Процесс утилизации CO<sub>2</sub> включает в себя захват CO<sub>2</sub> и его хранение в подземных хранилищах или его использование в других процессах. Сжатие CO<sub>2</sub> - это ключевой шаг в процессе утилизации, который позволяет уменьшить его объем для более эффективного транспортирования и использования.

Сжатие CO<sub>2</sub> происходит путем уменьшения объема газа путем повышения давления и снижения температуры. Этот процесс требует специального оборудования, включая компрессоры и холодильные системы, и может быть достаточно энергоемким. Однако, использование энергии, полученной из возобновляемых источников, таких как ветро- и солнечная энергия, может снизить эти затраты и уменьшить негативное воздействие на окружающую среду.

Сжатый CO<sub>2</sub> может использоваться в различных производственных процессах, включая производство газового топлива, водорода и синтеза метанола. Также его можно использовать в качестве заменителя природного газа в производстве электроэнергии, что позволяет уменьшить выбросы парниковых газов.

Кроме того, сжатый CO<sub>2</sub> можно использовать в качестве сырья для производства различных продуктов, таких как пластмассы, резины и фармацевтические продукты. Некоторые

компании уже используют сжатый CO<sub>2</sub> для производства этилового спирта, который используется в качестве биотоплива. Способ сжижения CO<sub>2</sub> также используется в медицине и косметологии.

Второй способ - это использование CO<sub>2</sub> в химической промышленности. CO<sub>2</sub> может быть использован в качестве сырья для производства различных химических соединений, в том числе метанола, метилформиата, мочевины и других. Кроме того, CO<sub>2</sub> может быть использован в производстве пластмасс и полимеров. Рассмотрим несколько методов:

1. Карбонатизация- один из наиболее перспективных методов утилизации CO<sub>2</sub> - это процесс карбонатизации, который заключается в превращении CO<sub>2</sub> в карбонатные соединения, такие как кальций карбонат (известняк). Этот процесс может быть использован для создания строительных материалов, таких как цемент, который является одним из основных источников выбросов CO<sub>2</sub>. Карбонатизация также может использоваться для производства карбонатов магния, которые могут быть использованы в качестве удобрений.
2. Электролиз. Электролиз является процессом, при котором промышленный CO<sub>2</sub> преобразуется в газовый водород (H<sub>2</sub>) и кислород (O<sub>2</sub>) с использованием электрической энергии. Полученный водород может быть использован в качестве топлива для автомобилей и промышленных процессов, что значительно снизит зависимость от ископаемых топлив.
3. Фотокаталитическая конверсия - этот метод основан на использовании света для разложения CO<sub>2</sub> на более простые соединения, такие как метан (CH<sub>4</sub>) и формальдегид (HCHO). Этот процесс происходит при помощи фотокаталитических материалов, которые могут быть использованы в качестве катализаторов для реакции.
4. Химическая конверсия - этот метод основан на использовании химических реакций для превращения CO<sub>2</sub> в более полезные соединения. Например, метанол может быть произведен из CO<sub>2</sub> и водорода в присутствии катализаторов, что может быть использовано в качестве топлива.

Третий способ - это использование CO<sub>2</sub> для геологического хранения. Геологическое хранение CO<sub>2</sub> предполагает его захоронение в подземных геологических образованиях, таких как породы, содержащие природные газы, пустые нефтяные и газовые скважины, соленые водоносные горизонты и т.д. В подземных условиях CO<sub>2</sub> находится в газообразном состоянии и при определенных условиях не представляет угрозы для окружающей среды. Геологическое хранение CO<sub>2</sub> требует значительных затрат на инфраструктуру и технологии, однако он считается одним из наиболее перспективных способов борьбы с изменением климата. Процесс геологического хранения CO<sub>2</sub> начинается с его захвата на местах его образования, таких как ТЭЦ, химические предприятия, цементные заводы, и т.д. Затем CO<sub>2</sub> транспортируется к местам хранения, где происходит его инъекция в подземные геологические образования. После инъекции CO<sub>2</sub> начинает перемещаться и растворяться в геологических образованиях. По мере того, как газ растворяется, его плотность увеличивается и он остается в подземных образованиях на длительный период времени.

Геологическое хранение CO<sub>2</sub> имеет ряд преимуществ. Во-первых, это позволяет снизить выбросы парниковых газов в атмосферу и тем самым уменьшить негативное влияние на климат. Во-вторых, это может привести к получению дополнительных доходов за счет продажи CO<sub>2</sub> в качестве сырья для производства продуктов, таких как удобрения, синтетическое топливо, пластик и другие продукты

Четвертый способ - это использование CO<sub>2</sub> в сельском хозяйстве. CO<sub>2</sub> может быть использован для увеличения урожайности растений и снижения затрат на производство. В частности, применение CO<sub>2</sub> в сельском хозяйстве может увеличить урожайность растений и снизить затраты на удобрения. Растения используют CO<sub>2</sub> для фотосинтеза - процесса, в ходе которого они преобразуют углекислый газ в глюкозу, используя энергию света. Повышение

уровня CO<sub>2</sub> в атмосфере может ускорить процесс фотосинтеза и увеличить урожайность растений.

Кроме того, вместо использования синтетических удобрений, которые являются источником выбросов углекислого газа, фермеры могут использовать CO<sub>2</sub> в качестве удобрения. CO<sub>2</sub> может быть преобразован в карбамид, который может быть использован в качестве удобрения для растений. Это может сократить затраты на удобрения и уменьшить негативное влияние на окружающую среду. Использование CO<sub>2</sub> в сельском хозяйстве может предоставить дополнительную выгоду в виде улучшения качества почвы. CO<sub>2</sub> может быть преобразован в угольную кислоту, которая может растворяться в воде и повышать кислотность почвы. Это может способствовать увеличению содержания питательных веществ в почве и повышению урожайности.

\*\*\*

1. Borodko Y., Somorjai G. A., 1999, Catalytic hydrogenation of carbon oxides — A 10-year perspective, Applied Catalysis, A: General, 186 (1–2), 355–362.
2. Douglas J. M., 1988, Conceptual Design of Chemical Processes, McGraw-Hill Book Co., Singapore. Gallucci F., Paturzo L., Basile A., 2004, An experimental study of CO<sub>2</sub> hydrogenation into methanol involving a zeolite membrane reactor, Chemical Engineering and Processing: Process Intensification, 43(8), 1029–1036.
3. Жумабоев А.Г., Содиков У.Х. Разработка схемы использования поглотителя при нейтрализации «кислых газов», образующихся при сжигании кокса в катализаторе блока каталитического риформинга // Universum: технические науки. 2020. №10-2 (79). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-shemy-ispolzovaniya-poglotitelyapri-neutralizatsii-kislyh-gazov-obrazuyuschih-sya-pri-szhiganii-koksa-v-katalizatore> (дата обращения: 25.09.2021).

**Ильина А.Е.**

**Утилизация промышленного диоксида углерода дымовых газов  
фотохимическим способом**

*Самарский государственный технический университет  
(Россия, Самара)*

doi: 10.18411/trnio-04-2023-489

**Аннотация**

Данная статья рассматривает методы утилизации диоксида углерода (CO<sub>2</sub>) с помощью фотокатализа и электрокатализа. Проблема выбросов CO<sub>2</sub> в атмосферу является одной из главных причин глобального потепления и климатических изменений. С помощью фотохимической утилизации CO<sub>2</sub> возможно превратить его в полезные химические соединения, такие как метанол и метан, которые могут использоваться в промышленности и других отраслях экономики.

**Ключевые слова:** диоксид углерода, утилизация, дымовые газы, фотохимический способ, газовый выброс, электрокатализ, фотокатализ.

**Abstract**

This article examines the methods of carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) utilization using photocatalysis and electrocatalysis. The problem of CO<sub>2</sub> emissions into the atmosphere is one of the main causes of global warming and climate change. With the help of photochemical utilization of CO<sub>2</sub>, it is possible to turn it into useful chemical compounds, such as methanol and methane, which can be used in industry and other sectors of the economy.

**Keywords:** carbon dioxide, disposal, flue gases, photochemical method, gas emission, electrocatalysis, photocatalysis.

Утилизация диоксида углерода является одним из ключевых вопросов современной экологии. Для решения этой проблемы было предложено несколько способов, включая фотокатализ и электрокатализ. Оба метода используются для превращения диоксида углерода (CO<sub>2</sub>) в более полезные продукты, такие как метанол и метан.

Промышленный диоксид углерода (CO<sub>2</sub>) - это главный газовый выброс, причиной глобального потепления. Его выбросы возникают в процессе сжигания ископаемого топлива, такого как уголь, нефть и газ, а также в процессе промышленного производства, в том числе при производстве стали, цемента и химических веществ.

Фотохимическая утилизация CO<sub>2</sub> - это один из методов переработки CO<sub>2</sub>, который использует свет и катализаторы для превращения CO<sub>2</sub> в полезные химические соединения. Этот метод может иметь потенциал снижения уровня CO<sub>2</sub> в атмосфере, а также превращения его в ценные химические соединения, которые могут использоваться в промышленности и других отраслях экономики.

Процесс фотохимической утилизации CO<sub>2</sub> состоит из двух основных этапов: фотокатализа и электрокатализа. Фотокатализаторы - это материалы, которые способны преобразовывать энергию света в электрическую энергию, которая используется для превращения CO<sub>2</sub> в полезные химические соединения. Электрокатализаторы, с другой стороны, используют электрическую энергию, чтобы превратить CO<sub>2</sub> в полезные химические соединения.

Фотокатализ – это процесс, в котором используется свет для активации катализатора и стимулирования реакций. Он может быть использован для различных целей, включая утилизацию углекислого газа (CO<sub>2</sub>). CO<sub>2</sub> – это газ, который является одним из основных вредных выбросов, отрицательно влияющих на окружающую среду и климат. Однако, с помощью фотокатализа, этот газ может быть утилизирован и превращен в полезные химические соединения.

Процесс фотокатализа для утилизации CO<sub>2</sub> основан на использовании катализатора, который может превратить CO<sub>2</sub> в более полезные соединения. Как правило, для этого используются полупроводниковые материалы, такие как титановый диоксид (TiO<sub>2</sub>), которые способны преобразовывать световую энергию в электрическую, которая затем используется для активации катализатора.

В процессе фотокатализа CO<sub>2</sub> расщепляется на молекулы кислорода и углерода, которые затем могут использоваться для производства более полезных соединений, таких как метанол или формальдегид. Эти соединения могут использоваться в различных промышленных процессах, таких как производство пластиков, лекарственных препаратов и топлива.

Фотокатализ для утилизации CO<sub>2</sub> имеет ряд преимуществ перед другими методами. Во-первых, он использует световую энергию, которая является бесплатным источником энергии. Во-вторых, этот процесс может происходить при комнатной температуре и давлении, что экономически выгодно и более безопасно, чем другие методы. В-третьих, фотокатализ может использоваться для утилизации CO<sub>2</sub> из различных источников, включая выхлопные газы и промышленные выбросы.

Однако, процесс фотокатализа для утилизации CO<sub>2</sub> все еще находится на стадии исследований и разработок. Он имеет несколько ограничений, включая низкую эффективность и длительный срок эксплуатации катализатора.

Одним из преимуществ фотокатализа является то, что он работает при низких температурах и низких давлениях, что снижает энергозатраты и повышает безопасность. Кроме того, фотокатализ способен работать на солнечной энергии, что делает его экологически чистым и устойчивым.

Однако фотокатализ имеет и свои недостатки. Например, процесс довольно медленный, что ограничивает его применение в масштабе промышленности. Кроме того, для эффективного функционирования необходимо использовать специально разработанные катализаторы, что может повысить стоимость процесса.

Процесс электрокатализа также может использоваться для фотохимической утилизации CO<sub>2</sub>. В электрокатализе CO<sub>2</sub> подвергается электрическому току в присутствии катализатора, что приводит к превращению CO<sub>2</sub> в полезные химические соединения, такие как метанол, формальдегид и этилен.

Конверсия CO<sub>2</sub> в ценные химические продукты является одной из ключевых задач в области утилизации углерода и борьбы с изменением климата. В последние годы, фотохимический подход с использованием электрокатализа получил все большее внимание как перспективный метод для преобразования CO<sub>2</sub> в полезные химические соединения.

Процесс электрокатализа основан на использовании электрического тока для облегчения реакции окисления CO<sub>2</sub> до более ценных соединений, таких как метан, метанол, формиаты и другие продукты. Для этого требуется катализатор, который может ускорить реакцию окисления CO<sub>2</sub> и снизить энергетические затраты на процесс.

Одним из наиболее перспективных катализаторов для электрокатализа CO<sub>2</sub> является металлический графит, который может обладать высокой эффективностью и стабильностью при работе в режиме электрокатализа. Кроме того, металлический графит может быть модифицирован для улучшения его электрокатализаторных свойств и повышения эффективности процесса.

Электрокатализ имеет ряд преимуществ, включая высокую скорость реакции, возможность регулирования условий процесса и использование различных источников энергии.

Одним из главных преимуществ использования фотохимического подхода с электрокатализом для утилизации CO<sub>2</sub> является возможность использования солнечной энергии в качестве источника энергии для процесса. Это позволяет снизить затраты на энергию и уменьшить вредные выбросы в атмосферу.

Несмотря на все преимущества, процесс электрокатализа для фотохимической утилизации CO<sub>2</sub> все еще является сложным и требует дополнительных исследований для оптимизации процесса. Например, требуется разработать новые катализаторы с более высокой активностью и стабильностью, а также более эффективные способы управления энергетическими затратами на процесс.

В заключение, процесс электрокатализа для фотохимической утилизации CO<sub>2</sub> представляет собой перспективный подход для конверсии углерода в ценные химические продукты.

Фотохимическая утилизация углекислого газа (CO<sub>2</sub>) - это процесс, в котором свет используется для преобразования CO<sub>2</sub> в другие полезные соединения. Этот процесс может стать ключевым инструментом в борьбе с изменением климата и сокращении выбросов парниковых газов.

Существует множество видов фотокатализаторов, используемых для фотохимической утилизации CO<sub>2</sub>, включая металлические оксиды, полимеры, квантовые точки и т.д. Каждый тип фотокатализатора имеет свои уникальные свойства, что позволяет использовать их для создания различных продуктов из CO<sub>2</sub>.

Фотохимическая утилизация CO<sub>2</sub> может использоваться для производства различных продуктов, включая метан, метанол, формальдегид, уксусную кислоту и т.д. Эти продукты могут использоваться в качестве топлива, химических промежуточных продуктов и в других промышленных процессах.

Одним из главных преимуществ фотохимической утилизации CO<sub>2</sub> является то, что она может использовать солнечную энергию в качестве источника энергии, что делает ее более устойчивой и экологически чистой. Кроме того, этот процесс может помочь сократить выбросы парниковых газов, что может привести к снижению воздействия изменения климата на нашу планету.

Одним из наиболее изученных фотокатализаторов является диоксид титана (TiO<sub>2</sub>), который имеет широкое применение в фотохимической утилизации CO<sub>2</sub>. Другие материалы, такие как диоксид циркония (ZrO<sub>2</sub>) и диоксид кремния (SiO<sub>2</sub>), также могут быть использованы в качестве фотокатализаторов.

\*\*\*

1. Краткая химическая энциклопедия. Изд-во «Советская энциклопедия» М. 1961, том I.
2. Содиков Усмонали Худоберганович, Жумабоев Алишер Гофурович Получение оксигенатно-углеводородной смеси целевым назначением // Universum: технические науки. 2019. №11-2 (68). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/poluchenie-oksigenatno-uglevodorodnoy-smesi-tselevym-naznacheniem> (дата обращения: 25.09.2021).
3. Жумабоев А.Г., Содиков У.Х. Разработка схемы использования поглотителя при нейтрализации «кислых газов», образующихся при сжигании кокса в катализаторе блока каталитического риформинга // Universum: технические науки. 2020. №10-2 (79). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-shemy-ispolzovaniya-poglotitelyapri-neytralizatsii-kislyh-gazov-obrazuyuschih-sya-pri-szhiganii-koksa-v-katalizatore> (дата обращения: 25.09.2021).

**Коваленко Е.В., Мальков А.Д., Рязанцева А.В., Усанова О.Ю.**

**Анализ одновременного улавливания оксидов азота, оксидов серы и угольной пыли**

*Московский политехнический университет  
(Россия, Москва)*

doi: 10.18411/trnio-04-2023-490

#### **Аннотация**

Угольные электростанции ежегодно производят огромное количество вредных выбросов таких как: оксид азота, оксид серы и угольная пыль, они фильтруются, чтобы не загрязнять атмосферу. Но на данный момент фильтрация осуществляется путем применения трех громоздких агрегатов, со сложностями в эксплуатации и техническом обслуживании. Цель нашей работы – увеличить степень очистки до ста процентов и упростить саму систему, путем объединения трех агрегатов в один. Мы нашли решение – скруббер с подвижной насадкой. Также ведутся экспериментальные исследования по использованию дезинтегратора-абсорбера. Это принципиально новое решение, в России оно не применялось и мы расскажем о всех его преимуществах.

**Ключевые слова:** угольная электростанция; фильтрация; скруббер; дезинтегратора-абсорбер.

#### **Abstract**

Coal-fired power plants annually produce a huge amount of harmful emissions such as nitrogen oxide, sulfur oxide and coal dust, they are filtered so as not to pollute the atmosphere. But at the moment, filtration is carried out using three bulky units, with difficulties in operation and maintenance. The goal of our work is to increase the degree of purification to one hundred percent and simplify the system itself by combining three units into one. We found a solution – a scrubber with a movable nozzle. Experimental studies are also underway on the use of a disintegrator-absorber. This is a fundamentally new solution, it has not been used in Russia and we will talk about all its advantages.

**Keywords:** coal power plant; filtration; scrubber; disintegrator-absorber.

Многократно обсуждался переход к газификации, что навело нас на мысль – можем ли мы окончательно отказаться от угля, нужно ли это?

Последним большим событием стал энергодиалог «Роль угольной генерации в эпоху энергетического перехода» [1], на котором в конце ноября Центр энергетики Московской школы управления «Сколково» представил предварительные итоги большого исследования. По итогам конференции, становится понятно, что уголь в качестве топлива для энергетики с нами надолго! Также не стоит забывать, что наша страна является крупным поставщиком и это драйвер развития угольной промышленности.

Несмотря на то, что мы плавно переходим на газификацию, доля угольной генерации в установленной мощности электростанций в России – порядка 22% [2].

Процент достаточный, чтобы обратить внимание на детали работы станций в данный момент, влияние на окружающую среду и здоровье людей, что можно сделать для более эффективной и «чистой» работы?

При работе угольной станции нужно не допустить выброс оксидов азота, оксидов серы и угольной пыли [3]. Сейчас для улавливания этих вредных веществ используют три установки. Давайте разберемся, как это работает подробнее.

Дымовые газы, являясь продуктами сгорания топлива в энергетическом котле в последствии выбрасываются в атмосферу через дымовую трубу. Тот тракт, который отвечает за эвакуацию дымовых газов от котла до дымовой трубы, включая ее, и называется газовым трактом. Именно на этом тракте размещаются все те природоохранные системы и технологии, которые отвечают за очистку дымовых газов от веществ, которые являются вредными и загрязняют окружающую среду [4].

В общем случае мы выделяем технологии очистки:

1. Система азотоочистки в виде католитических реакторов.  
Отходящие газы производства азотной кислоты содержат после абсорбционных колонн от 0,05 до 0,2 % об. оксидов азота [5]. Их в соответствии с санитарными нормами запрещено выбрасывать в атмосферу без дополнительной очистки.  
Одним из направлений снижения концентрации NO<sub>x</sub> в отходящих газах является каталитическое восстановление оксидов азота горючими газами: водородом, природным газом, оксидом углерода, аммиаком. Условия выполнения процесса и тип используемого катализатора обуславливаются видом используемого газа.
2. Система золоочистки.  
Зола – эссенция, которую получают при сжигании топлива. Обычно, она содержит только полностью окисленные элементы, из-за этого зола больше не горит (если рассматривать обычные атмосферу и условия).  
В сухих системах золоочистка – это материальное (центробежное, инерционное, электромагнитное) забирание пылевидных компонентов дыма [6].
3. Система сероочистки в виде башни абсорбера.  
В этом случае говорим о мокрых скрубберах и абсорберах. Абсорбер улавливает золу, то есть захватывает аэрозоли, токсичные газы и кислые компоненты, при этом охлаждает поток и поглощает нежелательные примеси с помощью воды или абсорбента [7].
4. Также дымовая труба является фактором защиты окружающей среды (природоохранной технологией), так как высота этой трубы рассчитывается из условия – концентрация загрязняющих веществ при земном условии атмосферы не должна превышать предельно допустимых концентраций.

В итоге технология очистки разделена на три основные составляющие, три агрегата. Это не удобно в обслуживании, управлении и занимает большую площадь на производстве.

Наша идея – совместить три процесса, чтобы улавливание газов и угольной пыли было в одном агрегате.

Изучив рынок, мы познакомились со следующим решением: скруббер с подвижной насадкой. Данная установка используется для улавливания пыли на различных производствах. Еще аппарат возможно применять как абсорбер для очистки воздуха от  $H_2S$ ,  $Cl_2$ ,  $HCl$ , паров  $H_2SO_4$ ,  $SO_x$  и  $NO_x$ ,  $NH_3$  и других газов.

Насадки скруббера не могут задерживать пыль или газовые включения с нежелательными свойствами. Очистка газа и удаление пыли происходит в межфазном (двухфазном) слое, образующемся в дисперсной системе наполнителя. Распыление движущегося слоя с помощью противоточной форсунки образует на поверхности тела микропенку воды (в случае систем промывки водой) или, в случае химических систем, реагента. Параллельно восходящий поток загрязненного газа или воздуха (часто подаваемый из нижнего выхода градирни) противодействует силе тяжести и «плавает» в воздухе, придавая дисперсной системе свойство жидкости. Пыль и газовые компоненты прилипают к жидкости и выводятся в шламприемник [8]. Степень очистки составляет 96–99,9%.

Также ведутся экспериментальные исследования по использованию дезинтегратора-абсорбера (рис. 1) для одновременного улавливания оксидов и пыли [9].

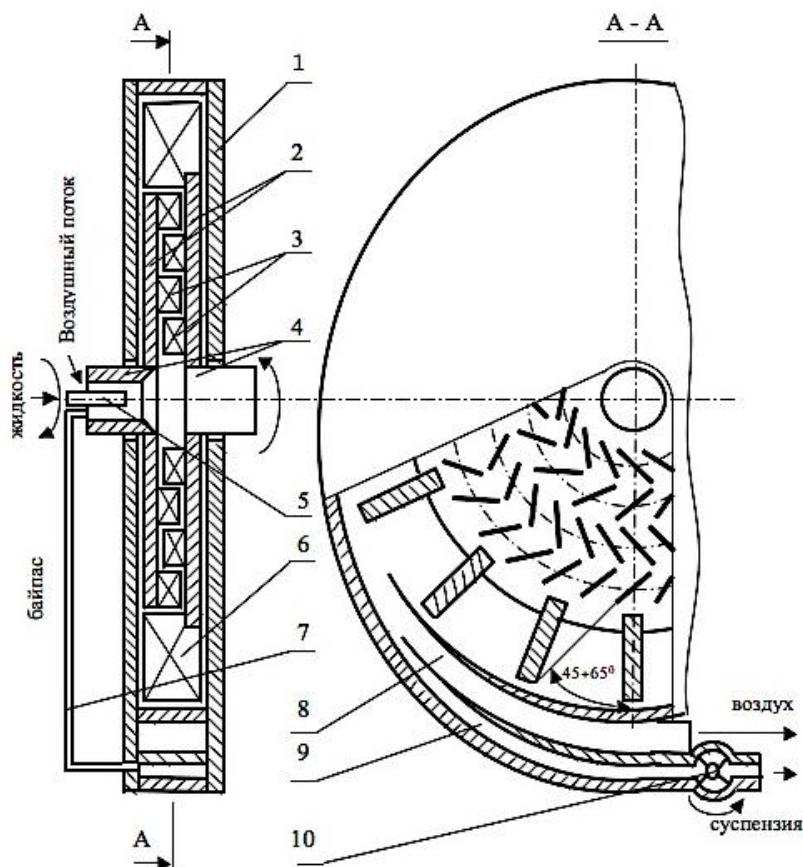


Рисунок 1. Устройство для улавливания пыли и вредных газов.

1 – корпус; 2 – диски; 3 – элементы ударные; 4 – валы трубчатые; 5 – форсунка; 6 – лопатки; 7 – байпас; 8 – отверстие разгрузочное (для воздуха); 9 – отверстие разгрузочное (для суспензии); 10 – затвор гидравлический.

Устройство работает следующим образом. Воздух, содержащий пыль и вредные газообразные примеси, засасывается в устройство через полый вал 4 за счет разбавления, создаваемого лопастями 6. Одновременно через форсунку 5 в аппарат подается распыленная щелочь, необходимая для поглощения газов и сбора пыли. За счет эффекта движения ударных элементов друг относительно друга происходит диспергирование смеси и увеличение скорости химических реакций. Высокодисперсная и гомогенизированная смесь, проходящая



последовательно через все ряды элементов 3, ускоряется лопатками 6. Во время относительного движения вдоль лопаток 6 происходит поглощение газа и отделение жидкой и твердой фаз от газовой фазы под действием инерционных сил. Смесь, включающая твердые частицы и жидкость, поступает в канал 9 и далее выходит из устройства посредством затвора 10. Доля газа, поступающего в канал 9, снова входит в устройство через перепускное отверстие 10. Газообразная фаза поступает в канал 8 и выводится в атмосферу посредством каплеотделителя [10].

Диапазон исследованных частот вращения роторов дезинтегратора-абсорбера составил 50-100 об/с, а расход 5% раствора NaOH изменялся в пределах 1-30 л/ч. При 100 об/с скорость нагружения обрабатываемого материала достигала 120 м/с. Степень улавливается практически достигает 100%.

Общий недостаток дезинтегратора-абсорбера и скруббера – уловленный продукт остается в виде осадка, что связано с необходимостью очистки сточных вод. Но также есть существенное отличие:

- расход воды в дезинтеграторе меньше чем в скруббере;
- габаритные размеры дезинтегратора в несколько раз меньше чем у скруббера, а как следствие меньше и эксплуатационные расходы.

\*\*\*

1. Энергетический диалог Сколково «Роль угольной генерации в эпоху энергетического перехода» Ф.В. Веселов, А.А. Хоршев, И.В. Ерохина Москва, ноябрь 2018 г.
2. ГОСТ Р 50831-95 «Установки котельные. Тепломеханическое оборудование. Общие технические требования».
3. Очистка отходящих газов от оксидов азота и серы. Ларионов П.Д., Рязанцева А.В., Усанова О.Ю. Тенденции развития науки и образования. 2022. № 81-1. С. 44–48.
4. [https://electric-220.ru/news/teplovye\\_ehlektrostancii/2019-04-05-1672](https://electric-220.ru/news/teplovye_ehlektrostancii/2019-04-05-1672).
5. Нормативы удельных выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от котельных установок. Учебно-методическое пособие (подготовлено в рамках работ по Соглашению с Минобрнауки России №14.U02.21.0665 от 17 августа 2012 г.) Буров В.Д. и др. Тепловые электрические станции.
6. Белоглазов, В.П. Влияние элементов геометрии ИВЗ на эффективность улавливания золы / В.П. Белоглазов, Л.В. Белоглазова // Вестник науки и образования. – 2015. – № 7 (9). – С. 5–9.
7. Светкин А.В., Бегешева Е.А., Тюрина Л.А. Концептуальная модель каталитической сероочистки попутного нефтяного газа. В сборнике: Развивая энергетическую повестку будущего. Сборник докладов Международной научно-практической конференции для представителей сообщества молодых инженеров ТЭК. Санкт Петербург, 2021. С. 3–7.
8. <https://gas-cleaning.ru/article/scrubber>
9. Рязанцева А.В. Использование дезинтеграторной технологии для интенсификации процессов в гетерогенных системах. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Иваново, 2003.
10. Лапшина А.В., Гуюмджян П.П., Лапшин В.Б. Устройство для улавливания пыли и вредных газов. Патент на изобретение RU 2201279 С2, 27.03.2003. Заявка № 2000114626/12 от 08.06.2000.

**Нечоса Н.Ю.**

**Источники энергии**

*Самарский государственный технический университет  
(Россия, Самара)*

*doi: 10.18411/trnio-04-2023-491*

#### **Аннотация**

Энергия как ресурс редко рассматривается в экономике. Это энергия различных типов и свойств: физическая, химическая, в том числе ядерная, биологическая. Их доступность зависит от технологии, которой обладают люди.

**Ключевые слова:** электроэнергетика, ветроэнергетика, солнечная энергетика, альтернативная энергетика.

**Abstract**

Energy as a resource is rarely considered in economics. This is energy of various types and properties: physical, chemical, including nuclear, biological. Their availability depends on the technology that people possess.

**Keywords**

Electric power industry, wind energy, solar energy, alternative energy.

Первичная энергия делится на возобновляемую (renewable) и невозобновляемую (невозобновляемый). К невозобновляемым источникам энергии относятся виды ископаемого топлива: уголь, торф, нефть, природный газ, горючий сланец и т.д. Их также называют традиционными источниками энергии, потому что они широко используются в качестве топлива и энергетического сырья в мировой экономике.

Возобновляемые (воспроизводимые и фактически неисчерпаемые) источники энергии включают:

Энергия гидроэлектроэнергетики и гидроэлектростанций концентрируется в потоке водных масс в русловых водных путях и приливных движениях. Обычно используется энергия от падения в воду. Строятся плотины, чтобы увеличить разницу в уровнях воды, особенно в низовьях реки.

Гидроэнергетика является важным источником энергии и отвечает на многие экологические вопросы, но не на все. Уже в начале двадцатого века штормы и большие реки начали привлекать внимание людей. К концу столетия большинство из этих рек были построены с серией плотин, которые давали их владельцам невероятные преимущества. Перспективным направлением возобновляемой энергетики является солнечная энергия - экологически безопасный, неисчерпаемый и неисчерпаемо дешевый источник энергии. На основе использования солнечного излучения получается энергия для горячего водоснабжения, отопления и электроснабжения.

Энергия ветра - это метод получения энергии путем преобразования кинетической энергии воздушных масс в атмосфере в любую другую форму энергии (тепло, электричество или машины). Это преобразование возможно при наличии следующих агрегатов: ветряных турбин (которые вырабатывают электрическую энергию), парусов (используемых в транспорте), ветряных мельниц (которые вырабатывают механическую энергию) и т.д. [7].

Биомасса является старейшим источником энергии, и до недавнего времени ее использование достигалось путем прямого сжигания на открытом огне или в низкоэффективной печи. Биомасса относится к органическим веществам, которые образуются в растениях в результате фотосинтеза и могут быть использованы для выработки энергии, включая все виды растительности, растительные отходы сельского хозяйства, деревообработки и других видов промышленности. Кроме того, биомасса не обязательно понимается как промышленные и бытовые отходы растительного происхождения, которые утилизируются в соответствии с теми же принципами. По сравнению с энергетическим использованием традиционных органических ресурсов (таких как уголь), использование биомассы на основе современных технологий для производства энергии является более безопасным для окружающей среды. Поэтому, в отличие от традиционных источников энергии, которые ограничены и исчерпывающи, возобновляемые источники энергии неограниченны, неисчерпаемы и неистощимы, такие как солнце, воздух, земля и вода. Другими характеристиками ВИЭ как экономического ресурса являются следующие:

Гидроэнергетика. Главное преимущество, которым обладают все виды гидроэнергетики, заключается в том, что они обеспечивают электроэнергией без использования ископаемого топлива. Энергия, получаемая из воды и гидроэнергетики, не вызовет глобального потепления, вызванного накоплением углекислого газа и других газов в атмосфере. И в то же время это не способствует кислотным дождям или осадкам, которые являются кислотными, потому что они содержат такие вещества, как диоксид серы. Как и любое кислотное вещество, кислотные

дожди могут отрицательно сказаться на лесах, дикой природе и даже сооружениях, созданных человеком.

**Гидроэлектростанция.** Вода - это возобновляемый источник энергии. Благодаря снегопадам и осадкам круговорот воды в природе восполняет энергию. Эксплуатация гидроэлектростанций не приведет к загрязнению почвы и не будет сопровождаться выбросом опасных отходов (пылевые загрязнители, монооксид углерода, оксиды азота и серы, углекислый газ и т.д.) Из-за трения движущихся частей турбины тепло, передаваемое текущей воде, очень редко. Изменяя количество воды, подаваемой в турбину (скорость потока воды), можно легко контролировать производительность ГЭС. Водохранилища, построенные для гидроэлектростанций, могут использоваться в качестве развлекательных зон, иногда создавая вокруг них поистине захватывающие дух пейзажи. Искусственные водоемы имеют, как правило, чистую воду (примеси остаются на дне), которая пригодна для купания, питья и орошения.

**Энергия ветра.** Очевидным преимуществом ветроэнергетики является фактическая бесконечность ресурсов: пока на земле есть атмосфера и светит солнце, будет также движение воздушных масс, которые можно использовать для выработки энергии. Еще одно неоспоримое преимущество: защита окружающей среды. Ветроэлектростанции не выделяют никаких вредных веществ и не загрязняют окружающую среду. К сожалению, их все еще нельзя назвать полностью экологически безопасными, поскольку ветроэлектростанции очень шумные, поэтому в Европе максимальный уровень шума днем и ночью является законным и ветроэлектростанции не должны превышать.

Преимущества ветроэлектростанций включают скорость строительства ветряных турбин: даже если это промышленная установка, учитывая время, необходимое для подготовки на месте, оно не превышает двух недель, но оно подходит для бытовых ветряных турбин, которые обеспечивают энергией частные дома или коттеджи, которые будут установлены в пределах нескольких часов. Иногда к недостаткам ветроэлектростанций относят значительную площадь, занимаемую ветряными турбинами (электростанция может вместить сто и более ветроэлектростанций).

**Возобновляемые источники энергии:** Когда речь заходит о солнечной энергии, прежде всего, следует отметить, что это возобновляемый источник энергии, в отличие от ископаемого топлива - угля, нефти и природного газа, которые не являются возобновляемыми. Изобилие: Потенциал солнечной энергии огромен - поверхность земли излучает 120 000 терабайт солнечного света, что составляет 200 000. Времена превзошли мировой спрос на него.

- Постоянство
- Доступность: В дополнение к другим преимуществам солнечной энергии, она доступна по всему миру - не только в экваториальной зоне земли, но и в северных широтах. Например, Германия в настоящее время занимает первое место в мире по использованию солнечной энергии и обладает ее наибольшим потенциалом.
- Экологическая чистота: Согласно последним тенденциям в борьбе за экологическую чистоту земли, солнечная энергетика является наиболее перспективной отраслью. Она частично заменяет энергию, получаемую из невозобновляемых ресурсов, тем самым становясь основным шагом для защиты климата от глобального потепления. Производство, транспортировка, установка и использование солнечных электростанций фактически не будут сопровождаться вредными выбросами в атмосферу. Даже если они существуют в небольшой степени, по сравнению с традиционными источниками энергии, их воздействие на окружающую среду практически равно нулю.
- Отсутствие шума: Поскольку в системе нет мобильных узлов (таких как генератор), работающих на солнечных батареях, выработка электроэнергии происходит бесшумно.
- Высокая экономическая эффективность и низкие эксплуатационные расходы: перейдя на солнечные панели в качестве автономного источника энергии,

владельцы частных домов могут получить ощутимую экономию. Важно также, что техническое обслуживание систем солнечного электроснабжения характеризуется низкой стоимостью - солнечные элементы нужно чистить всего несколько раз в год, а гарантия производителя на них обычно составляет 20-25 лет.

- Широкий спектр применения: Солнечная энергия имеет широкий спектр применений – она вырабатывает электроэнергию в районах, которые не подключены к централизованной системе электроснабжения, опресняет морскую воду в Африке и даже снабжает энергией спутники на околоземной орбите.
- Инновационная технология: С каждым годом технология в области производства солнечных элементов становится все более продвинутой - тонкопленочные модули непосредственно внедряются в строительные материалы на этапе строительства сооружения. Япония обращает внимание на Sharp, лидера в производстве солнечных панелей, и недавно запустила инновационную систему прозрачных элементов хранения для оконного стекла. Последние достижения в области нанотехнологий и квантовой физики позволили нам говорить о возможности трехкратного увеличения мощности солнечных панелей [12].

Недостатки солнечной энергии. Строительство солнечных электростанций предполагает использование больших площадей земли, поэтому солнечные элементы первого и второго порядка имеют теоретические ограничения. Например, для того, чтобы построить электростанцию мощностью 1 ГВт, нужно иметь десятки квадратных километров земли. Строительство такого рода электростанции привело к изменениям в микроклимате окружающей местности. Чтобы предотвратить это, фотоэлектрические электростанции (мощностью 1-2 МВт) обычно устанавливаются рядом с потребителями или устанавливаются отдельно.

Фотоэлектрические преобразователи работают утром и вечером (менее эффективно), а также в течение дня. Пик энергопотребления приходится на ночное время. При изменении погоды энергия, вырабатываемая устройством, может колебаться. Чтобы предотвратить это, используются эффективные электрические батареи. В настоящее время решением этой проблемы является создание единой энергетической системы, объединение нескольких источников энергии, а затем перераспределение производимой и потребляемой электроэнергии.

Поэтому перспективными возобновляемыми источниками энергии, используемыми в России, являются солнечная и ветровая энергия. Однако для распространения этих мер необходимы меры государственной поддержки.

\*\*\*

1. Александровский С.В. Обобщенная форма граничных условий в теории теплопроводности. Сб. докладов пятой научно-практической конференции «Проблемы строительной теплофизики систем обеспечения микроклимата и энергосбережения в зданиях». -М., 2000. 250-252 с.
2. Бакулин П.И., Кононович Э.В., Мороз В.И. Курс общей астрономии. Издание 5-е, перераб. М.: Наука, 1983 560 с.
3. Ю.Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы. М.: Наука, 1987.

**Нечоса Н.Ю.**

**Основные способы по энергосбережению в учебных заведениях**

*Самарский государственный технический университет  
(Россия, Самара)*

doi: 10.18411/trnio-04-2023-492

#### **Аннотация**

При строительстве общеобразовательной школы на 825 мест был разработан комплексный план энергосберегающих мероприятий по совершенствованию энергосберегающих технологий.

**Ключевые слова:** комплексные программы энергосберегающих мероприятий для повышения энергоэффективных технологий при строительстве.

### Abstract

During the construction of a comprehensive school for 825 places, a comprehensive plan of energy-saving measures to improve energy-saving technologies was developed.

**Keywords:** comprehensive programs of energy-saving measures to improve energy-efficient technologies in construction.

Энергосбережение в учебных заведениях – это важная тема, которая становится все более актуальной в наше время. В современном мире энергосбережение является одним из ключевых инструментов для борьбы с изменением климата и сохранения природных ресурсов. В данной статье мы рассмотрим основные способы по энергосбережению в учебных заведениях.

Учебные заведения потребляют значительное количество энергии, что может иметь отрицательный экологический и финансовый эффект. Однако, существует множество способов, которые можно использовать для уменьшения потребления энергии и повышения эффективности ее использования.

Один из основных способов сэкономить энергию в учебных заведениях - это установка энергосберегающего оборудования. Это может включать в себя использование светодиодных ламп вместо обычных ламп, установку датчиков движения, которые будут включать и выключать свет, когда люди заходят и выходят из аудитории, установка программных систем управления освещением и кондиционированием воздуха.

Также можно обратить внимание на теплоизоляцию зданий. Хорошая теплоизоляция позволит снизить расходы на отопление и кондиционирование воздуха, что в конечном итоге приведет к экономии энергии и снижению затрат на электроэнергию.

Другим способом сэкономить энергию является использование энергосберегающих привычек. Например, студенты и преподаватели могут выключать свет и компьютеры, когда они не используются, использовать более эффективные методы работы с электронными документами, например, снижая яркость экрана, и избегать использования лишних электроприборов, таких как чайники и микроволновые печи.

Также можно рассмотреть использование возобновляемых источников энергии, таких как солнечные панели и ветрогенераторы. Это поможет снизить зависимость от источников энергии, которые могут быть не только дорогими, но и загрязняющими окружающую среду.

Для достижения этой цели были решены следующие основные задачи:

- Рассмотреть вопрос об энергоэффективности зданий
- Определить преимущества и недостатки инновационных материалов
- Рассмотреть и описать динамику основных макроэкономических показателей строительной отрасли Пермского края.
- Тепловые расчетные характеристики оболочки
- Сформулировать комплексные меры по энергосбережению строительных конструкций и инженерных систем.
- Рассчитать стоимость реализации мероприятий, а также рассчитать срок окупаемости и потенциал энергосбережения.

Научная новизна данной работы заключается в следующем:

- Разработать модель энергосбережения для общеобразовательных зданий
- Теоретически обоснована и экспериментально подтверждена возможность и целесообразность создания энергосберегающих учебных зданий
- Обосновал пространственное планирование и проектный план энергосберегающего учебного здания и выбрал наиболее разумные условия энергосбережения;

- Подтверждены технические решения инженерной системы и оборудование, используемое при ее монтаже;
- Выбранное техническое решение было апробировано при проектировании, строительстве и эксплуатации общеобразовательного здания в микрорайоне Чайковский-Гатский, его энергоэффективность была подтверждена, а результаты были технически и экономически оценены.
- Систематические оптимальные меры по энергосбережению и технические решения, подходящие для проектирования и строительства учебных зданий, для снижения энергопотребления во время эксплуатации.

Методологической основой данного исследования является комплексный анализ энергосберегающего развития образовательных учреждений. Этот метод основан на экспериментальных методах исследования, что означает изучение параметров объекта исследования в естественных условиях. Сравнительные методы позволяют определить наилучшие технические решения и экономическую эффективность. Методы исследований в области энергосбережения соответствуют исследованиям конкретных технологических разработок, направленных на снижение энергопотребления.

Энергосбережение - это именно то, что сегодня необходимо учитывать в любой корпоративной деятельности. Важная роль здесь принадлежит нормированию и стандартизации, а также энергетическим исследованиям, которые проводятся с целью оценки эффективности использования топливно-энергетических ресурсов и обеспечения их сохранения. Энергетические обследования позволяют оценить существующие затраты на энергию, определить максимальные потери энергии, определить потенциал энергосбережения и сформулировать меры по энергосбережению на основе полученных данных.

Для повышения эффективности энергосберегающих мероприятий большое значение имеет не только внедрение нового оборудования и передовых технологий, но и грамотная организация и управление энергопотреблением, то есть энергоменеджмент и энергоаудит в здании.

Энергосбережение в учебных заведениях является актуальной темой в настоящее время, так как оно позволяет сэкономить ресурсы и снизить затраты на энергию. Различные способы энергосбережения в школах, колледжах и университетах, например:

1. Использование энергоэффективного оборудования (освещение, кондиционеры, компьютеры и т.д.).
2. Оптимизация системы отопления и вентиляции, например, установка терморегуляторов, утепление стен и окон.
3. Организация кампаний по сбору и переработке отходов, что позволит сократить затраты на вывоз мусора.
4. Обучение учащихся и персонала правилам энергосбережения и экологической культуры.
5. Внедрение системы мониторинга и контроля за потреблением энергии в учебных заведениях.

На сегодняшний день существует несколько проблем в области городского управления, которые ограничивают реализацию энергосберегающих мер:

- Нормативно-правовая база по эксплуатации приборов учета внедрена не в полной мере;
- Отсутствие стимулов к экономии энергии;
- Отсутствие необходимого количества квалифицированного инженерно-технического персонала на уровне научно-технических исследований, проектирования и эксплуатации систем отопления;
- Отсутствие закона об отоплении и правил использования электрической энергии вызвало множество проблем, конфликтов между поставщиками тепловой энергии и потребителями;

- Нехватка средств для реализации энергосберегающих мер;
- Отсутствие экономических и финансовых механизмов, следует сосредоточиться на поддержании и развитии процесса энергосбережения, а также внедрять энергосберегающие проекты в сфере городского жилья. Пока потенциал России в области энергосбережения составляет 3,6-4,3 млн тонн. Образовательные учреждения потребляют около 10% от общего энергопотребления страны. При реализации мер по повышению энергоэффективности в учебных зданиях можно сэкономить около 150 миллиардов рублей. Энергосбережение в образовательных учреждениях является актуальным и необходимым направлением в экономике, поскольку затраты на электроэнергию растут с каждым годом. Учебные заведения, такие как школы, колледжи и университеты, являются крупными потребителями энергии. Они используют энергию для освещения, отопления и кондиционирования воздуха, питания компьютеров и другого оборудования. Однако, зачастую можно наблюдать ненужные расходы энергии, что влечет за собой дополнительные расходы на электричество, воду и газ.

Расходы на содержание школы могут составлять значительную часть стоимости учебного заведения. В условиях растущих тарифов и цен на энергоносители расточительное и неэффективное использование энергоресурсов недопустимо. Создание условий для повышения энергоэффективности становится одной из важнейших задач образовательных учреждений.

\*\*\*

1. Отопление и вентиляция: учебник для вузов. В 2 - х ч. / П. Н. Каменев, А. Н. Сканави, В. Н. Богословский, А. Г. Егизаров, В. П. Щеглов. – Москва: Издательство СТРОЙИЗДАТ, 1975. – 483 с.
2. Сасин В.И. Отопительные приборы в современном строительстве / «АВОК». - 2007. -№8.
3. Щелоков Я. М. Выбор отопительных приборов / «Новости теплоснабжения». - 2005. -№9.

**Павлов И.П.**

### **Альтернативные методы производства энергии**

*Самарский государственный технический университет  
(Россия, Самара)*

doi: 10.18411/trnio-04-2023-493

#### **Аннотация**

В настоящее время разработка альтернативных методов производства энергии очень актуальна. Главная проблема заключается в истощении традиционных ресурсов, а их запасов может хватить не более чем на полвека. В связи с этим стоимость энергоресурсов в настоящее время достаточно высока. Это оказало значительное влияние на экономику многих стран мира.

**Ключевые слова:** солнечные батареи, источник энергии, ресурсы.

#### **Abstract**

Currently, the development of alternative methods of energy production is very relevant. The main problem is the depletion of traditional resources, and their reserves can last no more than half a century. In this regard, the cost of energy resources is currently quite high. This has had a significant impact on the economy of many countries around the world.

**Keywords:** solar panels, energy source, resources.

В настоящее время разрабатываются различные методы для решения этой проблемы. Наиболее важным из них является получение энергии солнца. Если мы теоретически подсчитаем количество обычного топлива, которое солнечные лучи передают на землю за календарный год, то это значение будет близко к одному триллиону тонн. Объем этой энергии превышает потребности человека в десять раз. Современное общество постоянно потребляет

все больше и больше энергии, что приводит к росту выбросов парниковых газов и загрязнению окружающей среды. Одним из способов решения этой проблемы является использование альтернативных методов производства энергии. В этой статье мы рассмотрим несколько из них.

Методы преобразования солнечной энергии для получения различных видов энергии, используемых человеком, можно разделить по типу получаемой энергии и способу ее получения [1], это:

Преобразуется в электрическую энергию с помощью фотоэлектрических компонентов. Фотоэлектрические элементы используются для изготовления солнечных панелей и служат солнечными приемниками в системах солнечных электростанций. Принцип его работы заключается в получении разности потенциалов внутри солнечного элемента при облучении солнечным светом. Панели различаются по структуре, размеру и вместимости.

Преобразуется в электрическую энергию с помощью термоэлектрического генератора. Термоэлектрический генератор - это техническое устройство, которое позволяет получать электрическую энергию из тепловой энергии. Принцип действия основан на преобразовании энергии, получаемой за счет разницы температур на разных частях конструктивных элементов.

Преобразуется в тепловую энергию с помощью коллекторов различных типов и конструкций. Вакуумный коллектор выполнен в виде трубы и плоского коллектора. Принцип работы заключается в том, что под воздействием солнечных лучей нагревается специальная жидкость. При достижении определенных параметров жидкость начинает испаряться, а затем пар передает свою энергию теплоносителю. После выделения тепловой энергии пар конденсируется, и процесс повторяется. Плоский коллектор – это коробка с теплоизоляцией и покрытым стеклом абсорбером, с патрубками для ввода и вывода теплоносителя. Принцип работы заключается в том, что солнечный свет падает на поглотитель и нагревает его, а тепло от поглотителя передается теплоносителю [2].

С помощью солнечного теплового устройства. Принцип действия основан на нагреве поверхности, которая может поглощать солнечные лучи. Солнечные лучи фокусируются и концентрируются с помощью линзового устройства, после чего они направляются в приемное устройство, в котором энергия солнца передается для накопления или передается потребителю посредством теплоносителя.

Солнечная энергия становится все более распространенной в разных странах и на континентах. Россия не является исключением. Солнечная энергия – это возобновляемый источник энергии, который получают с помощью солнечных панелей. Эта технология позволяет получать электричество без выбросов вредных газов в атмосферу. Солнечная энергия является очень перспективным направлением в сфере альтернативной энергетики, поскольку она надежна, экологична и дешева. Причиной более широкого распространения в последние годы является:

- Разработка новых технологий, позволяющих снизить стоимость оборудования;
- Люди хотят иметь независимую энергию;
- Производственная чистота получаемой энергии ("зеленая энергия");
- возобновляемые источники энергии

### **Ветроэнергетика**

Ветроэнергетика – это еще один вид возобновляемой энергии, получаемой с помощью ветряных турбин. Эта технология позволяет получать энергию при помощи ветра, что делает ее экологически чистой и устойчивой. Кроме того, ветроэнергетика становится все более дешевой и доступной, что позволяет многим странам сократить зависимость от нефти и газа.

### **Геотермальная энергетика**

Геотермальная энергетика – это способ производства энергии, который основывается на использовании тепла, выделяемого из земной коры. Геотермальная энергетика может быть использована для генерации электроэнергии, а также для обогрева зданий и производства тепловой энергии. Этот метод является очень перспективным, поскольку он не требует выделения вредных веществ и не загрязняет окружающую среду.



## Биомасса

Биомасса – это вид возобновляемой энергии, который получается из органических отходов растительного и животного происхождения. Биомасса может быть использована для производства тепловой и электрической энергии, а также для производства биотоплива.

Южные регионы нашей страны - Кавказская республика, Краснодарский и Ставропольский края, южная Сибирь и Дальний Восток обладают потенциалом для развития солнечной энергетики.

Десятки электростанций по всей России находятся в стадии разработки и строительства. Общая расчетная мощность разрабатываемых и строящихся солнечных электростанций составляет 1079,0 мегаватт.

Преимущества солнечной энергии включают в себя:

- Экологическая безопасность объектов;
- В долгосрочной перспективе недоступность энергии;
- Низкая полученная стоимость энергии;
- Доступность производства энергии;
- Благодаря развитию технологий и производству новых материалов с улучшенными свойствами перспективы развития отрасли хорошие.

Недостатками являются:

- Количество вырабатываемой энергии напрямую зависит от погодных условий, времени суток и времени года;
- Сезонность работы, которая определяется географическим положением;
- Высокая стоимость оборудования.
- Факторами, способствующими развитию альтернативных источников энергии, являются:
- Запасы традиционных источников энергии постоянно сокращаются, что приводит к увеличению их стоимости;
- Технологический прогресс постоянно прогрессирует, и появляются новые материалы и технологии, что, в свою очередь, привело к снижению затрат на оборудование и повышению эффективности оборудования.

Россия - большая страна, поэтому для успешного развития всех отраслей промышленности и комфортной жизни людей во всех регионах необходимо иметь различные виды энергетических запасов. В связи с этим альтернативные источники энергии все более прочно интегрируются в общую систему энергоснабжения страны, обеспечивая источниками электрической и тепловой энергии самые отдаленные города.

\*\*\*

1. Научно-технические и организационно-экономические проблемы внедрения энергосберегающих технологий / В. В. Бушуев, Б. Н. Громов, В. И. Доброхотов и др. // Теплоэнергетика. – 1997. – № 11. – С. 8–15.
2. Национальный энергетический союз - за единый стандарт на биотопливо// Энергетика и промышленность России. 2007. - № 5(81). - С. 37. Панцхава Е.С. Биоэнергетика - самостоятельная часть современной энергетики//Биоэнергетика. 2007. -№1.- С.17-25.
3. Nefed'ev, A.I. Development of Microprocessor-Based Car Engine Control System / A.I. Nefed'ev, G.I. Sharonov / Procedia Engineering. Vol. 150: 2nd International Conference on Industrial Engineering (ICIE-2016) / ed. by A.A. Radionov. – [Elsevier publishing], 2016. – P. 1341-1344.
4. Нефедьев, А. И. Формирователь импульсов для электронной системы зажигания автомобиля / А. И. Нефедьев / Энерго- и ресурсосбережение: промышленность и транспорт, 2019. - № 2 (27) Июнь. – с. 54-57.

**Парамонова А.О.**

**Тепловые процессы в котельных агрегатах**

*Самарский государственный технический университет  
(Россия, Самара)*

doi: 10.18411/trnio-04-2023-494

**Аннотация**

Котлы используются в качестве источника пара для отопления зданий и промышленного технологического оборудования, а также машин и турбин, приводящих в действие генераторы. По назначению котельные агрегаты (бойлеры) делятся на отопительные, отопительно-производственные и производственные. В отопительных котлах установлены водогрейные котлы. Они производят горячую воду с температурой 90-200°C и используются для обеспечения тепловой энергией систем отопления, вентиляции и горячего водоснабжения.

**Ключевые слова:** котел, топка, тепловые процессы, источник пара.

**Abstract**

Boilers are used as a steam source for heating buildings and industrial technological equipment, as well as machines and turbines that drive generators. By purpose, boiler units (boilers) are divided into heating, heating-production and production. Hot water boilers are installed in the heating boilers. They produce hot water with a temperature of 90-200°C and are used to provide thermal energy for heating, ventilation and hot water supply systems.

**Keywords:** boiler, furnace, thermal processes, steam source.

Промышленные котельные установки, установленные в производственно-отопительных и производственных котлах (соответственно, производственно-отопительные и производственные котлы), вырабатывают насыщенный или перегретый пар с температурой до 450 °С и давлением до 4 МПа, которые используются в технических процессах в различных отраслях промышленности, а также в системах отопления и вентиляции которые обеспечивают тепло и горячее водоснабжение [1, с. 81]. Поэтому газотрубные котлы делятся на следующие типы: водогрейные и паровые. По положению: горизонтальное, вертикальное. В зависимости от конструкции тепловой трубы: тепловая труба гладкой или волнистой формы. В зависимости от количества тепловых трубок: используйте одну или две тепловые трубки. Благодаря существованию экономайзеров: есть экономайзеры, но нет экономайзеров. Сквозной режим работы: работайте в базовом режиме; работайте в режиме маневра. В процессе сжигания дымовых газов: в трубопроводе пожаротушения происходит оборот дымовых газов (реверс), дымовые газы имеют двухтактный режим, а дымовые газы - трехтактный.

Давайте рассмотрим этот вопрос более подробно. Горячий газ, образующийся в камере сгорания, проходит через реверсивную камеру, а затем через трубу малого диаметра, которая образует второй ход (рисунок. 1), и, наконец, пропускают через второй пучок труб, образующих третий ход (рисунок 2). В некоторых конструкциях котлов для реверсивных печей третий ход исключен, что может иметь преимущество в размерах котла [3, с. 86].

Хотя классификация газотрубных котлов разнообразна при разработке современного аналогичного оборудования малой и средней мощности, можно выделить следующие общие направления: делая все возможное для снижения теплотерь и наиболее полного использования энергетического потенциала топлива для повышения энергоэффективности; за счет усиления процесса сжигания топлива и теплообмена в топке и поверхности нагрева, уменьшают габаритные размеры котельного агрегата; уменьшают токсичные (вредные) выбросы (CO, NOx, SOx); повышают надежность котельного агрегата [1, с. 81].

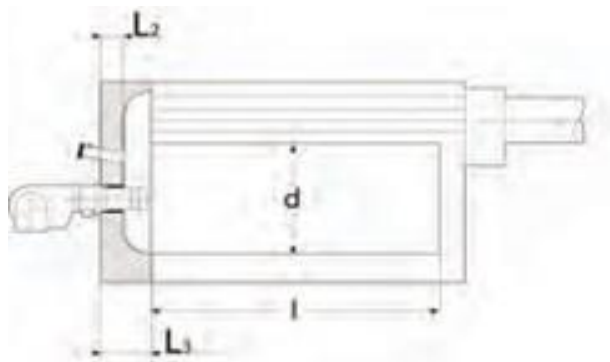


Рисунок 1. Двухконтурный котел с реверсивной камерой сгорания.  
 $d$  - диаметр камеры сгорания,  $l$  - длина камеры сгорания (используется для расчета размера пламени),  
 $L_2$  - толщина слоя изоляции котла,  $L_3$  - минимальная длина (минус 2...5%)  
 жаровой трубы горелки (от монтажного фланца горелки).

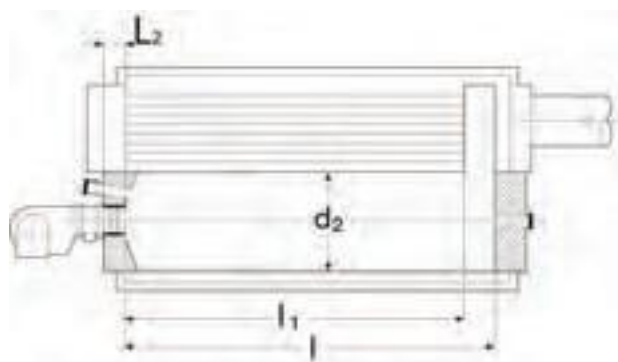


Рисунок 2. Трехходовой котел.  
 $d$  - диаметр камеры сгорания,  $l$  - длина камеры сгорания,  $l_2$  - длина тепловой трубы до вращающейся камеры,  
 которая используется для расчета размера пламени, а  $L_2$  - толщина изоляции котла.

Помимо выбора теплогенератора для децентрализованной системы отопления, актуальной задачей является расчет процесса тепло- и массообмена и определение способа, которым элементы конструкции котла действуют одновременно с излучением и конвекцией для его усиления. Таким образом, дополнительные материалы будут специально использованы для расчета процесса теплопередачи в печах газотрубных котлов малой и средней мощности. Анализ литературных источников показывает, что доля конвекционного переноса в проточной печи достигает 20-30% от общего теплопередачи от горелки к стенке [1, с. 81]. Поэтому для изучения этих процессов уравнение газовой динамики было использовано для дальнейшего расчета и исследования обратимой топки газотрубного котла. [2, стр. 54]

Программный пакет ANSYS-CFX использовался для расчета различных профилей реверсивной топки газотрубного котла мощностью 200 кВт на основе турбулентной модели  $gogonje\ k-\infty$ . Длина печи составляет 1 метр. Топливная смесь метана и воздуха сгорает с коэффициентом избытка воздуха 1,03.

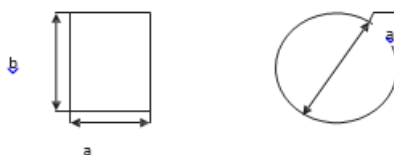


Рисунок 3. Расчётные геометрические характеристики модели:  
 Прямоугольная форма:  $a=0,3$  м,  $b=0,55$  м; окружность:  $a=0,46$  м.

На рисунке 4 показано изменение средней температуры печей разного профиля по длине - круга и прямоугольника. Область с самой высокой температурой соответствует зоне образования факела. Кроме того, из-за высокой интенсивности турбулентности самые высокие значения этих параметров соответствуют круговому контуру.

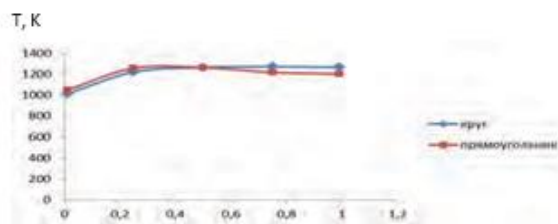


Рисунок 4. Среднее изменение температуры газа по длине печи.

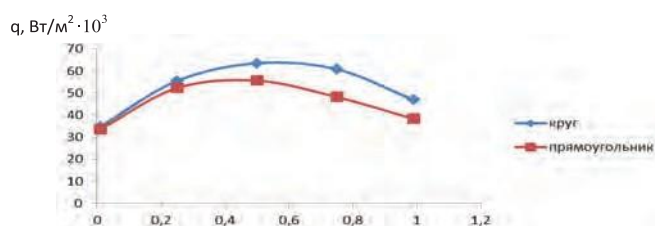


Рисунок 5. Изменение плотности теплового потока газа по длине печи.

\*\*\*

1. Нефедьев, А. И. Формирователь импульсов для электронной системы зажигания автомобиля / А. И. Нефедьев / Энерго- и ресурсосбережение: промышленность и транспорт, 2019. - № 2 (27) Июнь. – с. 54-57.
2. Шаронов, Г. И. Конденсаторно-тиристорный модуль зажигания для ДВС со встроенными средствами исследования токовых параметров первичной цепи / Г. И. Шаронов, А. И. Нефедьев / Проблемы качества и эксплуатации автотранспортных средств: Эксплуатация и развитие автомобильного транспорта: матер. X междунар. заочн. науч.-техн. конф. (г. Пенза, 15 мая 2015 г.) / под общ. ред. Э. Р. Домке; ФГБОУ ВПО «Пензенский гос. ун-т архитектуры и строительства», Автомобильно-дорожный ин-т. - Пенза, 2015. - С. 388-396.
3. Шаронов, Г. И. Микропроцессорная система управления силовым агрегатом автомобиля / Г. И. Шаронов, А. И. Нефедьев / Электроника и электрооборудование транспорта, 2016. - № 3. - 2-4.

**Шестакова Л.А.**

**Метод автоматического управления системой теплоснабжения**

*Самарский государственный технический университет  
(Россия, Самара)*

doi: 10.18411/trnio-04-2023-495

#### **Аннотация**

В условиях экономического кризиса энергосбережение является национальным приоритетом, поскольку позволяет относительно простыми мерами значительно снизить нагрузку на бюджеты всех уровней, сдержать рост тарифов на энергоносители и повысить конкурентоспособность национальной экономики.

**Ключевые слова:** отопление, энергосбережение, схемы систем отопления, тепловая сеть, тепловая энергия.

#### **Abstract**

In the conditions of the economic crisis, energy conservation is a national priority, since it allows relatively simple measures to significantly reduce the burden on budgets of all levels, restrain the growth of energy tariffs and increase the competitiveness of the national economy.

**Keywords:** heating, energy saving, schemes of heating systems, heating network, thermal energy.

Каждая система отопления предназначена для достижения общей цели - обеспечения необходимого тепла для обогреваемого помещения в любое время отопительного сезона. При выборе конкретной системы с учетом этой цели можно сравнить эффективность различных систем отопления. Выбор системы, подключенной к сети отопления, основывается на параметрах теплоносителя на входе в здание и характеристиках внутренней системы. Параметры теплоносителя на входе указывают на отопительное оборудование: давление в линии электропередачи и тепловой сети обратной связи, статическое давление и возможный диапазон колебаний этих давлений, график температуры, рассчитанный в сети, и т.д. Схема подключения системы отопления делится на: она не зависит от смешанной воды, зависит от смешанной воды и является независимой.

Метод автоматического управления системой теплоснабжения является важным инструментом в обеспечении оптимального использования тепловой энергии в промышленности и бытовых условиях. Этот метод позволяет обеспечить стабильную температуру в помещении и оптимизировать расход тепла.

Одним из ключевых компонентов системы автоматического управления теплоснабжением является регулятор температуры. Этот регулятор использует датчики температуры для измерения текущей температуры в помещении и сравнивает ее со заданной температурой. Если текущая температура ниже заданной, то регулятор увеличивает расход тепла в помещении. Если текущая температура выше заданной, то регулятор уменьшает расход тепла.

Кроме регулятора температуры, система автоматического управления теплоснабжением может включать в себя такие компоненты, как датчики влажности, датчики уровня углекислого газа, датчики протечки воды и другие устройства, которые могут быть необходимы в конкретных условиях.

Важным аспектом метода автоматического управления теплоснабжением является возможность дистанционного управления. Это позволяет операторам системы контролировать и управлять ей из любого места, где есть доступ к Интернету. Это обеспечивает более эффективное и удобное управление системой, а также уменьшает затраты на ее обслуживание.

Одним из преимуществ метода автоматического управления теплоснабжением является возможность снижения расходов на энергию. Благодаря более точному контролю температуры и управлению расходом тепла, система может оптимизировать расход тепла и снизить затраты на энергию.

Однако, при использовании метода автоматического управления теплоснабжением, необходимо учитывать некоторые факторы. Например, система должна быть настроена правильно, чтобы обеспечить оптимальное использование тепловой энергии.

Самая простая и удобная операция заключается в том, что отсутствует зависимое подключение водной смеси, при котором теплоноситель системы отопления подается потребителю без снижения температуры (без перемешивания). Она варьируется в зависимости от центрального контроля качества и температуры теплоносителя в системе отопления и самой отопительной системы, обычно не превышая 95-105°C. Такое подключение обычно происходит в системе отопления групповых котлов на промышленных предприятиях или в небольших населенных пунктах без горячего водоснабжения. Недостатком контуров, связанных с прямым потоком, является то, что тепловое состояние здания зависит от "нечеловеческой" температуры воды в тепловой трубе внешнего источника питания. Кроме того, обычно требуется локальная система ГВС. [1, с. 483] Большинство зданий подключено к смеси теплоносителя в соответствии со схемой зависимостей. Ранее для смешивания воды устанавливались нерегулируемые и регулируемые спринклерные насосы (компоненты гидроэлектростанции). Из-за низкого КПД первого и низкого КПД второго насосная система смешивания воды

широко используется в двухтрубной системе отопления с регулятором температуры. Основными причинами невозможности использования исследованных двойных труб являются: несовместимый режим работы гидравлического оборудования и недостаточное давление эффективности комбинации клапанов (нагревательного устройства и балансировочного клапана на практике или на кране).

Благодаря автоматической регулировке теплового потока можно значительно экономить тепловую энергию в системе водяного отопления. Благодаря более всестороннему учету различных факторов, определяющих потребность в тепле для обогрева помещений здания, стабильность работы повышается с регулировкой потребителя тепла. Регулировка горячих точек в здании учитывает особенности его режима работы, направление по обе стороны горизонта, влияние ветра и солнечной радиации [2].

Способ регулировки системы водяного отопления отличается от тепловой нагрузки, требуемой системой. Обычно этим параметром является температура наружного воздуха. Подача тепла в систему отопления также может быть изменена в зависимости от температуры теплоносителя, возвращаемого из части системы или из системы в целом. Как мы все знаем, эта температура является показателем изменения температуры в отопительном помещении и может быть рассчитана заранее. Огромный экономический эффект достигается за счет периодического обогрева зданий с переменными режимами работы, когда температура воздуха в помещении снижается в нерабочее время (например, в школьных зданиях) или ночью (в жилых зданиях) [3].

Кроме того, они также обеспечивают управление и автоматизацию основных узлов следующих систем отопления: измерение и регистрация температуры воды в основной сети системы отопления; измерение и регистрация потребления тепла во время отопления; контроль и регулировка давления воды во внешних тепловых трубах; управление циркуляционными насосами и вспомогательными насосами, включая электроприводы с регулируемой частотой использования; аварийные сигналы на панели управления насосами и устройствами воздушного отопления.

Внедрение интеллектуального метода автоматического управления системой теплоснабжения является наиболее перспективным методом для реализации плана "комфортное тепло", который обеспечивает гибкую и дружественную к зданию систему теплоснабжения.

\*\*\*

1. Бредихин С. А., Космодемьянский Ю. В., Юрин В. Н. Технология и техника, – М.: Колос, 2003. – 400 с.
2. Лохматов В. М. Автоматизация промышленных котельных. – Л.: Энергия, 1970. – 208 с.
3. Мухин В. С., Саков И. А. Приборы контроля и средства автоматизации тепловых процессов. – М.: Высшая школа. 1988. – 266 с.
4. Раппопорт Б. М., Седанов Л. А., Ярхо Г. С., Рудинцев Г. И. Устройства автоматического регулирования и защиты котельных горных предприятий. – М.: Недра, 1974. – 205 с.

## РАЗДЕЛ XXVII. МАШИНОСТРОЕНИЕ

Воячек И.И., Илюхин А.С., Кочетков Д.В.  
Новый подход к проектированию соединений с натягом  
при индивидуальной селективной сборке

Пензенский государственный университет  
(Россия, Пенза)

doi: 10.18411/trnio-04-2023-496

**Аннотация**

Проведён статистический анализ варианта проектирования соединений с натягом при индивидуальной селективной сборке партии соединений.

**Ключевые слова:** соединения с натягом, проектирование, статистический анализ, индивидуальная селективная сборка.

**Abstract**

A statistical analysis of the variant of designing compounds with tension in the individual selective assembly of batches of compounds was carried out.

**Keywords:** tension compounds, design, statistical analysis, individual selective assembly.

Организацию процесса сборки с натягом партий деталей можно осуществлять различными способами. В работе [1] сравнивались обычная сборка со случайным сочетанием пар деталей, групповая селективная сборка и индивидуальная селективная сборка (ИСС). Был сделан вывод, что при ИСС по сравнению с обычной сборкой существенно уменьшается диапазон рассеивания натягов, вероятность реализации в партии ССН значений предельных натягов посадки практически исключена. При этом натяг варьируется в достаточно узком интервале относительно среднего натяга посадки. Можно выбирать стандартную посадку, у которой минимальный натяг посадки меньше расчётного значения  $N_{\min,п} < N_{\min,расч.}$  и максимальный натяг посадки больше расчётного значения  $N_{\max,п} > N_{\max,расч.}$ , что позволяет существенно расширить допуски на размеры сопрягаемых поверхностей и выбрать посадку с меньшим средним натягом. Более того, имеется возможность при проектировании соединений назначать посадку с натягом, у которой расчётный натяг приблизительно равен среднему натягу посадки  $N_p \approx N_m$ .

Для подтверждения нового подхода к проектированию ССН проводился статистический анализ процесса сборки партии ССН из 30 штук при следующих исходных данных.

Расчётный натяг, определённый по традиционной методике  $N_p = 0,027$  мм. Выбрана стандартная посадка с натягом  $\text{Ø}30 \text{ H8/s7}$ , имеющая следующие параметры: вала – минимальный и максимальный размеры  $d_{\min} = 30,035$  мм,  $d_{\max} = 30,056$  мм; средний размер  $d_m = 30,0455$  мм; допуск  $T_d = 0,021$  мм; стандартное отклонение  $S_d = T_d/6 = 0,0035$  мм; отверстия –  $D_{\min} = 30$  мм,  $D_{\max} = 30,033$  мм,  $D_m = 30,0165$  мм,  $T_D = 0,033$  мм,  $S_D = T_D/6 = 0,0055$  мм; натяги – минимальный и максимальный натяги  $N_{\min} = 0,002$  мм,  $N_{\max} = 0,056$  мм; средний натяг  $N_m = 0,029$  мм; допуск посадки  $T_N = 0,054$  мм. Таким образом, средний натяг посадки  $N_m \approx N_p$  (превышение составляет 0,002 мкм).

Компьютерное моделирование процесса сборки партии ССН осуществлялось по следующему алгоритму:

- 1 С помощью генератора случайных чисел в соответствии с нормальным и равномерным распределениями формировались массивы размеров диаметров вала и отверстия во втулке в пределах заданных допусков. Определялись статистические параметры распределений.

- 2 При обычной сборке сопрягаемые пары деталей формировались случайным образом, например, в соответствии с порядком генерации чисел.
- 3 При ИСС массивы размеров деталей располагались в виде вариационного ряда и сопрягаемые пары деталей формировались в соответствии с одинаковыми порядковыми номерами вариационного ряда.
- 4 Определялись значения натягов в сопрягаемых парах деталей и статистические параметры распределения натягов в партии.
- 5 Определялось количество соединений с натягами меньше расчётного значения на определённую величину.

При генерировании размеров деталей были осуществлены две реализации, результаты которых представлены в таблицах 1 и 2, разделённые знаком //.

Таблица 1

Результаты компьютерного моделирования распределения размеров деталей и натягов в партии ССН, посадка Ø30 Н8/с7.

Объём партии N = 30, посадка Ø30 Н8/с7				
Статистические параметры, мм	Обычная сборка		ИСС	
	Распределение		Распределение	
	Нормальное	Равномерное	Нормальное	Равномерное
1	2	3	4	5
1 Среднее значение размеров вала $d_{тв}$	30,0466// 30,0459		30,0466// 30,0459	
2 Минимальный/максимальный размеры вала	30,0382/ 30,0557// 30,0388/ 30,0515	30,0460// 30,0467 30,0351/ 30,0549// 30,0360/ 30,0560	30,0382/ 30,0557// 30,0388/ 30,0515	30,04603// 30,0467 30,0351/ 30,0549// 30,0360/ 30,0560
3 Размах размеров вала	30,0515	30,0560	30,0515	30,0549// 30,0360/ 30,0560
4 Стандартное отклонение размеров вала	0,0175// 0,0126 0,0046// 0,0029	0,0199// 0,0200 0,0062// 0,0061	0,0175// 0,0126 0,0046// 0,0029	0,0199// 0,0200 0,0062// 0,0061
5 Среднее значение размеров отверстия	30,0159// 30,0164	30,0203// 30,0159	30,0159// 30,0164	
6 Минимальный/максимальный размеры отверстия	30,0066/ 30,0288// 30,0025/ 30,0248	30,0022/ 30,0296// 30,0008/ 30,0313 0,0274//	30,0066/ 30,0288// 30,0025/ 30,0248	30,0203// 30,0159 30,0022/ 30,0296// 30,0008/ 30,0313
7 Размах размеров отверстия	0,0222// 0,0223	0,0305 0,0074// 0,0101	0,0222// 0,0223	0,0274// 0,0305
8 Стандартное отклонение размеров отверстия	0,0058// 0,0055	0,0257// 0,0308	0,0058// 0,0055	0,0074// 0,0101
9 Средний натяг	0,0307// 0,0295 0,0153/ 0,0459// 0,0157/ 0,0422	0,0061/ 0,0468// 0,0051/ 0,0529	0,0307// 0,0295 0,0268/ 0,0332// 0,0254/ 0,0364	0,0257// 0,0308 0,0230/ 0,0328// 0,0240/ 0,0384
10 Минимальный/максимальный натяги	0,0306// 0,0265 0,029 (+0,0169, -0,0137)//	0,029 (+0,0178, - 0,0229)// (+0,0239, - 0,0239)	0,0064// 0,0110 0,029 (+0,0042, - 0,0022)// (+0,0073, - 0,0036)	0,0098// 0,0144 0,029 (+0,0038, - 0,006)// (+0,0095, - 0,0049)
11 Диапазон рассеивания натяга	(+0,0132, - 0,0134) 0,027 (+0,0189, - 0,0117)//	0,027 (+0,0198, -0,0209)// (+0,00259, - 0,0219)	0,027 (+0,0062, - 0,0002)// (+0,0093, - 0,0016)	0,027 (+0,0058, - 0,004)// (+0,0115, - 0,0029)
12 Рассеивание натяга относительно среднего натяга посадки	(+0,0152, - 0,0114)			
13 Рассеивание натяга относительно расчётного натяга				



Таблица 2

Количество соединений с натягами меньше расчётного значения на определённую величину.

Способы сборки партий соединений с натягом	Вид распределений размеров деталей	Разность расчётного натяга и натяга в конкретном соединении		
		$N_p - N_i \geq 0$	$N_p - N_i \geq 1 \text{ мкм}$	$N_p - N_i \geq 3 \text{ мкм}$
Обычная сборка (случайная)	Нормальное	8//12	8//10	5//7
	Равномерное	18//13	16//11	14//7
Индивидуальная селективная сборка (в соответствии с вариационными рядами)	Нормальное	1//9	0//3	0//0
	Равномерное	25//7	20//5	2//0

Соединения, у которых не реализуется условие прочности (натяг в конкретном соединении меньше расчётного значения), можно упрочнить путём применения анаэробных материалов, которые наносятся на сопрягаемые поверхности при сборке [2]. При этом необходимо определить длину соединения  $l_i$ , где в зоне контакта должен находиться анаэробный материал (АМ), по формуле

$$l_i = \frac{l p_{\min} f (N_p - N_i)}{N_p \tau_m k},$$

где:  $l$  – посадочная длина соединения;  $p_{\min}$  – минимально допустимое контактное давление;  $f$  – коэффициент трения;  $\tau_m$  – сдвиговая прочность упрочняющего АМ;  $k = 0,5 - 0,7$  – коэффициент, учитывающий долю площади контакта деталей, где находится АМ.

Рекомендуется нанесение АМ на участок соединения со стороны действия эксплуатационной нагрузки.

По результатам моделирования (таблицы 1 и 2) можно сделать следующие выводы.

- 1 Подтверждён вывод, сделанный в [1], что при ИСС по сравнению с обычной сборкой существенно уменьшается диапазон рассеивания натягов (при нормальном распределении в 4,8//2,4 раза, при равномерном – в 4.15//3.3 раза).
- 2 Эффект уменьшения диапазона рассеивания натяга при ИСС существенно зависит от сдвига распределения размеров деталей в партии в пределах допуска. Например, во второй реализации при нормальном распределении размеры вала существенно сдвинуты к  $d_{\min}$ , а размеры отверстия – к  $D_{\max}$ .
- 3 При ИСС уменьшается количество соединений, у которых  $N_m < N_p$  или формально не обеспечивается условие прочности, например, при нормальном распределении в 8//1,33 раза. При первой реализации равномерного распределения размеров сформировался маловероятный вариант, когда при ИСС условие  $N_m < N_p$  встречалось чаще, чем при случайной сборке. Однако у подавляющего количества соединений (28 из 30) при ИСС превышение расчётного натяга было незначительным (менее 3 мкм), при случайной сборке – только у 16 соединений из 30 (таблица 2).

- 4 Если подходить к оценке прочности ССН неформально, то, с учётом погрешности традиционной методики расчёта ССН и наличия коэффициента запаса прочности (1,3 – 1.5), можно рекомендовать относить к недостаточно прочным соединения, у которых  $N_p - N_i \geq 3\text{мкм}$  или отличие составляет больше 10% от уровня расчётного натяга.
- 5 В посадке  $\varnothing 30 \text{ H8/s7}$  средний натяг  $N_m$  на 2 мкм превышает расчётное значение  $N_p$ . Такое превышение рекомендуется, так как при этом существенно уменьшается количество соединений, у которых не обеспечивается условие прочности, например, при ИСС условие  $N_p - N_i \geq 3\text{мкм}$  реализуется только у 2 соединений, требующих упрочнения.

\*\*\*

1. Воячек, И.И. Статистический анализ способов организации сборки партий соединений с натягом/ И.И. Воячек, А.С. Илюхин // Тенденции развития науки и образования. – 2022. – №92-9. – С. 30-32.
2. Воячек, И.И. Избирательное упрочнение соединений с натягом при сборке с анаэробными материалами / И.И. Воячек, Д.В. Кочетков, С.Г. Митясов // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. – 2015. – № 2 (34). – С. 192–204.

**Долгачев Ю.В., Пустовойт В.Н., Сопленко Д.В.**

**Изменение свойств сталей после закалки в постоянном магнитном поле**

*Донской государственный технический университет  
(Россия, Ростов-на-Дону)*

doi: 10.18411/trnio-04-2023-497

**Аннотация**

В статье рассматривается изменения свойств сталей под действием внешнего магнитного поля, а также влияние на физические и механические свойства.

**Ключевые слова:** магнитное поле, механические и физические свойства стали, диспергирование структуры, закалка, мартенситное превращение.

**Abstract**

The article considers changes in the properties of steels under the influence of an external magnetic field, as well as the effect on physical and mechanical properties.

**Keywords:** magnetic field, mechanical and physical properties of steel, structure dispersion, quenching, martensitic transformation.

На физические и механические свойства оказывают влияние структурные изменения, полученные вследствие изменения кинетики мартенситного превращения под действием внешнего магнитного поля.

Термическая обработка в магнитном поле (ТОМП) металлов и сплавов является комбинированным способом воздействия на свойства. Заключается этот метод в использовании энергии внешнего магнитного поля для того, чтобы воздействовать на термодинамику с целью получения свойств и структуры сталей и сплавов, необходимых в дальнейшей эксплуатации [4].

В связи с тем, что чуть ли не нулевые значения вязкости и пластичности не дают возможности зафиксировать большие значения характеристик прочности, которые, в свою очередь, при закалке на мартенсит служат следствием действия всех наблюдаемых результативных механизмов упрочнения в дислокационной теории.

Несмотря на это были выполнены статические испытания на растяжение полированных образцов сталей 30ХГСА и 45Х, для экспериментальной проверки предполагаемого повышения параметров пластичности при закалке в магнитном поле.

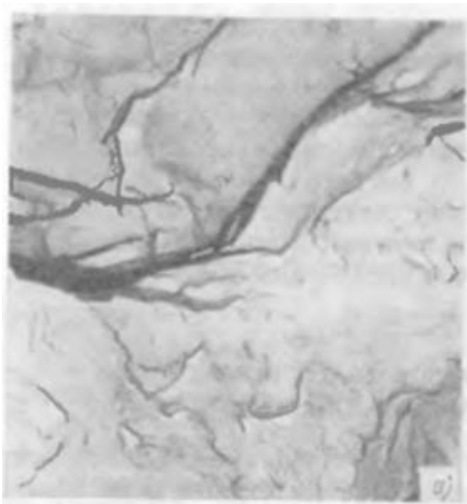
Таблица 1

## Механические свойства сталей.

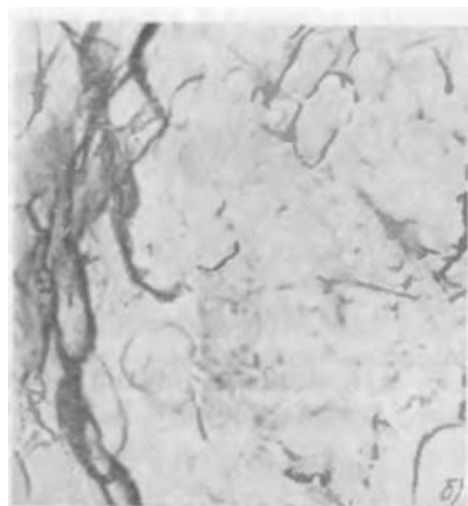
Марка стали	Температура нагрева, °С	Механические свойства <sup>1</sup>	
		$\sigma_B$	$\sigma_{0,2}$
МПа			
45X	850	856±56	-
		1363±68	1300±68
30XГСА	860	925±50	-
		1417±77	1348±79

<sup>1</sup>Числитель – без магнитного поля, знаменатель – в поле напряженностью 1,87 МА/м

Согласно полученным данным (см. табл. 1) при испытании на растяжение образцов в количестве 25 шт., на каждом из режимов и учетом доверительной вероятности 0,95, после закалки в магнитном поле механические свойства повышаются.



а



б

Рисунок 1. Фрактограммы стали 45X, x5000: а – закалка без поля; б – закалка в магнитном поле.

При анализе первичных диаграмм растяжения наблюдается разница зависимостей «нагрузка-удлинение». Так же согласно диаграмме растяжения, наблюдается участок, который соответствует равномерной деформации, что предоставляет возможность определить условный предел текучести [1].

Для образцов, закаленных вне поля это невозможно, в связи с тем, что они разрушаются без пластической деформации. На рисунке 1 показано, что

Наблюдение строения поверхностей излома (рис. 1) показывает, что в том и ином случаях происходит разрушение квазисколом.

Тем не менее, если при закалке без поля преобладает разрушение с образованием фасеток отрыва с ручейковым узором, то вид поверхности излома образцов после закалки в магнитном поле свидетельствует об увеличении степени участия пластической деформации в процессе разрушения.

В результате этого, вызванное комплексом структурных изменений, увеличение пластичности, позволяет осуществить высокую прочность мартенсита ТОМП. При этом

опытным путем прослеживается возникновение значительного равномерного сужения, а также повышение временного сопротивления (на 500 МПа).

В связи с этим можно сделать такие выводы как:

- 1) После закалки в магнитном поле комплекс структурных изменений гарантирует более значительный запас пластичности, что увеличивает реализуемую прочность в закаленном состоянии. И по всей видимости предоставляет возможность приобретение максимальной прочности при более низких температурах отпуска.
- 2) Следствием общего диспергирования структуры после закалки в магнитном поле наблюдается меньшая степень затрудненности в развитии пластической деформации.

\*\*\*

1. Пустовойт В.Н., Долгачев Ю.В. Особенности структуры мартенсита, полученного при закалке стали в магнитном поле в температурном интервале сверхпластичности аустенита // *Металловедение и термическая обработка металлов*, 2011. № 11 (677). С. 3-7.
2. Пустовойт В.Н., Долгачев Ю.В. Зарождение мартенсита в условиях сверхпластичности аустенита и воздействия внешнего магнитного поля // *Известия Волгоградского государственного технического университета*, 2016. № 2 (181). С. 114-120.
3. Бернштейн М.Л., Пустовойт В.Н. Термическая обработка стальных изделий в магнитном поле // М.: Машиностроение, 1987. – 256 с.
4. Счастливцев В.М., Калетина Ю.В., Фокина Е.А., Мирзаев Д.А. Влияние внешних воздействий и магнитного поля на мартенситное превращение в сталях и сплавах // *Металловедение и термическая обработка металлов*, 2016. № 5 (731). С. 3-9.

**Пустовойт В.Н., Долгачев Ю.В., Жеволуков В.Е.**  
**Влияние омагничивания на твердость быстрорежущих сталей**

*Донской государственный технический университет  
(Россия, Ростов-на-Дону)*

*doi: 10.18411/trnio-04-2023-498*

**Анотация**

Основным направлением в развитии металлообрабатывающей промышленности является повышение характеристик инструментов, изготавливаемых из быстрорежущих сталей. Один из путей повышения качества инструмента является применение комбинированного технологического процесса заключающегося в термической обработке с наложением внешнего магнитного поля. Свойства, получаемые при данном виде термической обработки, показывает повышенные показатели твердости и коррозионной стойкости. Что доказывает эффективность данного технологического процесса, но данный эффект является краткосрочным. В статье рассмотрены изменения твердости быстрорежущих сталей после обработки и как они изменяются с течением времени.

**Ключевые слова:** омагничивание, закалка в магнитном поле, быстрорежущие стали, релаксация.

**Abstract**

The main direction in the development of the metalworking industry is to improve the characteristics of tools made from high-speed steels. One of the ways to improve the quality of the tool is the use of a combined technological process consisting in heat treatment with the application of an external magnetic field. The properties obtained with this type of heat treatment show increased hardness and corrosion resistance. This proves the effectiveness of this technological process, but this effect is short-term. The article discusses the changes in the hardness of high-speed steels after processing and how they change over time.

**Keywords:** magnetization, hardening in a magnetic field, high-speed steels, relaxation.

Применение токарной обработки является одной из основных операций в машиностроении. Материалы для обрабатываемого инструмента должны обладать повышенным параметром износостойкости, таким образом они не должны терять своих механических свойств достаточно продолжительное время.

Термическая обработка данных инструментов является одним из важнейших этапов при придании требуемых свойств. Разработка передовых способов повышения эксплуатационных свойств путем исследований новых способов термической обработки. С течением времени были выявлены оптимальные режимы и процессы для обработки быстрорежущего инструмента, но поскольку модернизация процесса является востребованной, проводятся исследования для повышения механических и технологических свойств. Одним из таких исследований является термическая обработка в постоянном магнитном поле.

Первые опыты закалки в магнитном поле проводились в начале 20-х годов Е. Гербертом, им был выявлен эффект повышения твердости быстрорежущей стали при длительном старении в магнитном поле. А. В. Алексеев провел опыт омагничивания быстрорежущей стали после закалки и отпуска, одного и трехкратного, таким образом удалось выявить повышение твердости инструмента до показателей в 67 единиц по шкале Роквелла и повышение коррозионной стойкости [1].

Главной особенностью ферромагнитного состояния является получение доменной структуры.

Данная структура, в быстро режущем инструменте, повышает показатели износостойкости при длительном использовании. Поскольку поля малой напряженности не могут изменить структуру, то требуется поля напряженности от 1,6 МА/м.

Эксперименты, проводимые по методике Герберта [2], показали на стали Р6М5, после обработки в магнитном поле происходит повышение твердости на 1 единицу по шкале Роквелла. Но данный эффект является обратимым с течением времени, как показано на рисунке 1. Это связано с релаксацией в исходное состояние с течением времени.

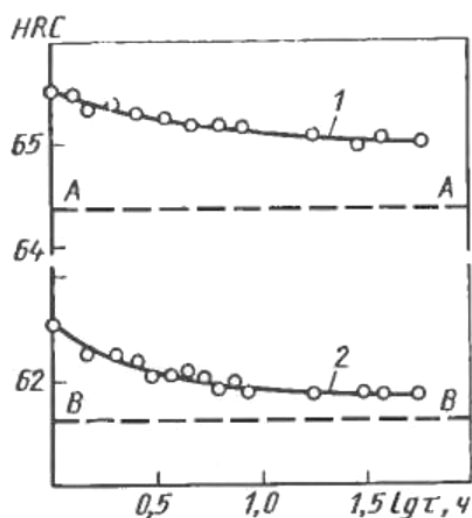


Рисунок 1. Изменение твердости стали Р6М5 с течением времени после омагничивания. 1- закалка от 1220°C; 2- закалка от 1220°C и трехкратного отпуска при 550°C.

Эффект повышения свойств связан с наклепом аустенита в результате анизотропной магнитострикционной деформации мартенситного монокристалла.

В течении первых 10 часов после проведения процесса, данный эффект полностью релаксирует через 24 часа. Следует отметить, что после релаксации эффекта омагничивания, твердость остается несколько выше, чем твердость после закалки и отпуска. Прямые АА и ВВ показывают значения твердости до омагничивания [3].

Исследование микротвердости на образцах: Р6М5, Р18, Р9К5, Р6М5К5, Р9Ф5, показало повышение микротвердости, по сравнению с мартенситом без проведения процесса закалки с наложением внешнего магнитного поля. Как показано в таблице 1 и таблице 2, на примере Р6М5, через 1 час микротвердость составила  $H_{100} = 8610$ , далее следует процесс релаксации и в следствии падении микротвердости в течении 24 часов, микротвердость через 24 часа составила  $H_{100} = 8400$ . Числитель первый способ омагничивания, знаменатель второй.

Таблица 1

Сталь	Среднее значение микротвердости после омагничивания $H_{100}$ в течении времени, ч				Исходная микротвердость $H_{100}$
	0-1	2-3	4-5	24-25	
Р6М5	$\frac{8610}{8720}$	$\frac{8480}{8640}$	$\frac{8470}{8610}$	$\frac{8440}{8610}$	$\frac{8400}{8550}$
Р18	$\frac{8450}{8500}$	$\frac{8400}{8470}$	$\frac{8390}{8460}$	$\frac{8390}{8460}$	$\frac{8360}{8420}$
Р9К5	$\frac{8850}{8700}$	$\frac{8760}{8620}$	$\frac{8700}{8590}$	$\frac{8680}{8580}$	$\frac{8620}{8500}$

Таблица 2

Сталь	Среднее значение микротвердости после омагничивания $H_{100}$ в течении времени, ч				Исходная микротвердость $H_{100}$
	0-1	2-3	4-5	24-25	
Р6М5К5	$\frac{8950}{8890}$	$\frac{8880}{8800}$	$\frac{8840}{8780}$	$\frac{8850}{8770}$	$\frac{8800}{8720}$
Р9Ф5	$\frac{8840}{8890}$	$\frac{8800}{8840}$	$\frac{8780}{8820}$	$\frac{8760}{8800}$	$\frac{8750}{8820}$

Из данных таблицы 1 и 2 наблюдается, что при закалке с применением внешнего магнитного поля имеется повышение значений микротвердости мартенсита, но через 24 часа микротвердость падает практически до исходных значений.

Таким образом можем сделать вывод, что процесс омагничивания не может быть использован для повышения твердости и износостойкости быстрорежущих сталей, поскольку данный процесс является обратимым с течением времени. Изменение микротвердости после процесса омагничивания выше только в первый час, далее происходит релаксация монокристалла мартенсита, что в следствии снижает твердость.

\*\*\*

1. М. Л. Бернштейн, В. Н. Пустовойт Термическая обработка стальных изделий в магнитном поле. М. 1987. С 94-110
2. В.Н. Пустовойт, С. А. Гришин, Е. В. Шалко, Ю. А. Корнилов опытная проверка существования эффекта Герберта при намагничивании термически обработанных сталей // Прогрессивные методы термического упрочнения в тракторном и сельскохозяйственном машиностроении. Ростов-на-Дону, 1981. С.3-8
3. Пустовойт, В. Н. Использование эффекта Герберта для повышения стойкости режущих инструментов / В. Н. Пустовойт, Ю. А. Корнилов // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2007. – № 3(27). – С. 47-52

## РАЗДЕЛ XXVIII. ПРИБОРОСТРОЕНИЕ

Шелехова А.И., Янченко В.А.

**Разработка наукоёмких производственных технологий для импортозамещения**

*Иркутский Национальный Исследовательский Технический Университет*

*(Россия, Иркутск)*

doi: 10.18411/trnio-04-2023-499

### Аннотация

В статье, на основании анализа импортных электроприборов, предназначенных для автономных систем отопления, предлагается наукоёмкая производственная технология, которая обладает высокой производительностью, надежностью и долговечностью. Также в статье рассматриваются системы интеллектуального управления микроклиматом в помещениях, показано, что новая технология открывает широкие перспективы по созданию автономных систем отопления. В статье представлены нагревательные приборы, которые изготавливаются в виде элементов интерьера, что улучшает дизайн помещений и экономит жизненное пространство.

**Ключевые слова:** интерьерные нагреватели, толстопленочная технология, карбоновая паста, микроклимат, энергосбережение, автономное отопление.

### Abstract

In the article, based on the analysis of imported electrical appliances intended for autonomous heating systems, a science-intensive production technology is proposed that has high performance, reliability and durability. The article also discusses systems for intelligent control of the microclimate in the premises, it is shown that the new technology opens up broad prospects for the creation of autonomous heating systems. The article presents heating devices that are made in the form of interior elements, which improves the design of the premises and saves living space.

**Keywords:** interior heaters, thick-film technology, carbon paste, microclimate, energy saving, independent heating.

Автономное электрическое отопление с каждым годом набирает популярность, так как современные технологии позволяют производить оборудование, удовлетворяющее всем санитарно-гигиеническим требованиям. Единственный недостаток для нашей страны этого оборудования в том, что оно производится за рубежом или с использованием зарубежных технологий. Развитие микропроцессорной техники ускорило внедрение электрических систем отопления. Современные интеллектуальные системы позволяют экономить энергию за счет автоматизации управления до 50% [1].

Предложение на рынке по созданию систем управления отоплением превышает спрос несмотря на то, что использование энергоэффективных методов в таких системах дает существенную экономию энергетических ресурсов. Основной преградой на пути широкого распространения данных технологий является большая стоимость как систем управления, так и самих отопительных приборов [2].

Появление программируемых контролеров отечественного и Китайского производства существенно снизило стоимость интеллектуальных технологий, при этом существенно расширило возможности по контролю различных технологических параметров [3] и открыло новые возможности по созданию интеллектуальных алгоритмов по управлению системами жизнеобеспечения жилых домов. Создание алгоритмов управления, непосредственно адаптированных к данному жилому дому, позволяет не только управлять отоплением, освещением, водоснабжением и вентиляцией, но управлять энергопотреблением здания, создавая самый оптимальный алгоритм в зависимости от показаний внутренних датчиков и

внешних баз данных. В зависимости от времени суток и количества людей в помещении осуществляется локализованная система управления как нагревом, так и движением воздушных потоков [4].

Чтобы соответствовать интеллектуальным системам управления, необходимо создавать отопительное оборудование на основе физико-математического модулирования, так как, кроме выделяемой мощности, можно было бы контролировать параметры конвекционной и радиационной составляющей нагрева и управлять параметрами воздушно-тепловых потоков [5]. Неплохо себя зарекомендовали в этой области системы, создаваемые на основе карбоновых нагревательных элементов. Нагревательные карбоновые элементы нашли широкое распространение в качестве элемента для системы Теплый пол, мировой производитель фирма «Калио» поставляет данные нагревательные элементы рулонами по всему миру. Для увеличения комфорта, данные нагревательные элементы стали устанавливать в стены, потолок и это показало эффективность данного применения. В публикациях, в электронных ресурсах можно найти много информации о положительном опыте их использования. Данные нагревательные элементы производятся с постоянной удельной мощностью по площади. Принципиально, отрезая от рулона конкретной ширины (от 30 см до 1,5 м) необходимой длины нагреватель с известной удельной мощностью (от 100 до 300 Вт/м<sup>2</sup>), можно сформировать отопительную систему, которая будет создавать в помещении оптимальные параметры микроклимата, при этом, будет комфортно, но не красиво. Необходимо будет осуществить коммутацию всех этих элементов, можно это попытаться встроить в интерьер, укрыть сверху обоями. Технология, которая используется для производства Ю. Корейских нагревательных элементов, называется флексография, с помощью данной технологии нельзя наносить карбоновый слой на различные поверхности, тем более невозможно изготовить нагревательный элемент с переменной удельной мощностью. Имеется альтернативная технология для производства аналогичных карбоновых элементов, которая называется офсетная печать (сетко-трафаретная печать). Используя данную технологию, производят постоянные и переменные резисторы, а также используют в области полиграфии для переноса рисунка практически на любую поверхность (тарелки, кружки, бутылки, банки...). По сравнению с флексографией, офсетная печать менее производительна, но более универсальна, используя данную технологию, можно нанести нагревательный слой из карбоновой пасты не только на широкий спектр поверхностей, но на широкий ассортимент материалов: металл, пластик, различные полимерные материалы, бумага, стекло, дерево, ... В данном технологическом процессе главное, чтобы в заданном температурном диапазоне пластические свойства карбоновой пасты соотносились с термическим коэффициентом расширения материала, на который эта паста наносится [6]. В нашем городе (г. Иркутск) по программе Старт-1 предприятие ООО «Промышленные Технологические Инновации» организовало производство карбоновой пасты. Используя карбоновую пасту Иркутского производства и технологию офсетной печати, были изготовлены первые экспериментальные образцы интерьерных нагревательных элементов, испытания которых показало, что, используя данную технологию, можно создавать локализовано требуемые параметры микроклимата как по всей площади помещения, так и в отдельных частях помещения, при этом снизив температуру в зонах, где отсутствуют люди. Комфортная среда для человека создается окружающими предметами и различными конструкциями, можно ощущать дискомфорт при температуре воздуха в 21°C, если окружающие предметы имеют низкую температуру и наоборот, чувствовать себя хорошо при температуре воздуха в 16°C сидя напротив камина. Общие теоретические расчеты показывают, что для обеспечения локализованного температурного комфорта необходима совсем небольшая мощность. Например, для обеспечения комфорта ногам в период зимней рыбалки при температуре - 25°C достаточно мощности нагревательных элементов всего от 2 до 5 Вт, а в офисном помещении, для обеспечения комфорта на рабочем месте, которое расположено у входной двери достаточно мощности от 50 до 300 Вт. С началом весны, в нашей стране начинается дачный сезон, множество наших граждан отправляются на дачные участки, где, в подавляющем большинстве случаев, их ждут неприятные ощущения в дачном домике с



холодным полом, встреча с сырым и холодным постельным бельём с запахом затхлости и плесени.

Интерьерные нагревательные элементы совместно с технологиями «Умный дом» [7] создадут серьезную конкуренцию импортному оборудованию, улучшат комфорт в жилых домах, помогут снизить энергетические затраты.

\*\*\*

1. Васин Л. А. Современная парадигма управления инженерными сетями: интеллектуальная система терморегуляции жилого дома. Региональная архитектура и строительство. 2019. № 4 (41). С. 169–176.
2. Шелехов И. Ю., Дорофеева Н. Л., Шелехов М. И. Применение энергоэффективных методов в системах отопления промышленных и общественных зданий. Сборник статей конференции: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 2018. (ICRE 2018). - Белгород, 2018, №17.- С.1-5.
3. Antonov M.A., Galstyan R.A. Intelligent control system parameters of the greenhouse. Enigma. 2021. № 33. С. 246–249.
4. Рябова Т. В. Математические модели и алгоритмы в системе отопления умного дома. В сборнике: Интеллектуальные энергосистемы. материалы V Международного молодежного форума. Национальный исследовательский Томский политехнический университет. 2017. С. 89–94.
5. Шелехов И. Ю., Смирнов Е. И., Иноземцев В. П. Конструкции отопительных приборов на основе физико-математического моделирования. Журнал «Научное обозрение» .- Изд-во: Издательский дом "Наука образования" (Москва), 2016.- №1.- С.42-48.
6. Шелехов И. Ю., Майзель Д. И., Афанасьева А. С., Тимофеева Е. Е. Перспективы использования композиционных нагревательных элементов в различных системах жизнеобеспечения. Журнал «Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость.» - Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2016. - № 3 (18). –с. 113–118.
7. Чирков А. В., Сай В. Х., Горбунов В. Л. Разработка системы отопления с применением технологии "умный дом". Актуальные вопросы науки. 2021. № 74. С. 42–48.

## РАЗДЕЛ XXIX. МЕХАНИКА

Невская С.Э.

Исследование терминологии в теории механизмов и машин

Дальневосточный государственный университет  
(Россия, Владивосток)

doi: 10.18411/trnio-04-2023-500

### Аннотация

Главным вопросом, поднимаемым в данной работе, является определение факторов, влияющих на процесс разработки механизмов и машин. Одним из предположений является то, что на процесс разработки влияет теоретическая база знаний о данном процессе. Статья посвящена исследованию технической литературы в разделе теории механизмов и машин, а именно рассмотрены основные термины «механизм» и «машина». На основании исследования был сделан вывод, что разные источники имеют между собой отличия. В результате были выявлены отличия в терминологии в рассматриваемых источниках и сделан вывод в целом об изученной литературе.

**Ключевые слова:** теория механизмов и машин, терминология, термины, механизм, машина.

### Abstract

The main issue raised in this paper is to determine the factors influencing the process of developing mechanisms and machines. One of the assumptions is that the development process is influenced by the theoretical knowledge base about this process. The article is devoted to the study of technical literature in the section of the theory of mechanisms and machines, namely, the main terms "mechanism" and "machine" are considered. Based on the study, it was concluded that different sources have differences among themselves. As a result, differences in terminology in the sources under consideration were revealed and a conclusion was made in general about the studied literature.

**Keywords:** theory of mechanisms and machines, terminology, terms, mechanism, machine.

### Введение

Процесс разработки любого механизма и любой машины начинается с изучения теоретической основы. Такой основой для машин и механизмов является теория о механизмах и машинах. Изучение данной теоретической основы даёт возможность создавать и развивать механизмы и машины, а также машиностроение в целом. Из этого можно сделать вывод, что теоретическая база имеет непосредственное влияние на процесс разработки механизмов и машин.

Начав изучение теории механизмов и машин, можно увидеть огромное множество существующей литературы по данной тематике. Множество авторов занимались и занимаются изучением теории механизмов и машин и создали то самое обилие литературы. Такое количество существующей литературы создаёт проблему различия между собой одних и тех же терминов из разных источников.

В данной работе предполагается изучение технической литературы в разделе теории механизмов и машин и сравнение различных источников между собой. Целью данного сравнения является поиск отличий в разных источниках. Предполагается, что техническая литература (в первую очередь учебная) играет важную и непосредственную роль в создании механизмов и машин и может являться важным фактором, влияющим на качество проектирования.

### **Основа раздела теории механизмов и машин**

Разные авторы в разделе теории механизмов и машин зачастую приходят к собственному описанию различных терминов. В данной работе рассматриваются такие термины, как механизм и машина. Эти термины являются одними из основополагающих терминов в разделе о механизмах и машинах. В любом техническом разделе, связанном с созданием каких-либо объектов, рано или поздно приходится разобраться с тем, что из себя представляет механизм и/или машина. Поэтому важно чётко представлять, что из себя представляет объект и иметь чёткие определения. Но из-за каких-то факторов данные термины имеют различное описание у авторов.

В своей работе [5] Крюков В.А. рассмотрел поднятый выше вопрос. Автор рассказывает о важности терминологии и терминосистеме. Данный вопрос для себя автор поднял из-за большого прироста информации, которая нуждается в некоторой систематизации и упорядочении.

Существуют различные факторы, влияющие на терминологию. Одним из факторов является не следование автора какому-то единому источнику (словарь, справочник). Каждый автор для своей публикации выбирает подходящее, по его мнению, определение термина. Определение может меняться в зависимости от рода деятельности автора или от того, на что/кого автор опирается при описании термина. Из-за этого возникает большое количество вариантов трактовки термина. Изучая различную литературу можно столкнуться с тем, что разная литература (разные авторы) даёт разный смысл одного и того же термина.

Ещё одним фактором может являться расхождение в существующих справочных материалах. К примеру, сравнив в источниках [12] и [15] термин «механизм», можно заметить разную формулировку определения. Даже при одинаковой или похожей смысловой нагрузке, имеющаяся разница может в дальнейшем повлиять на других авторов, и, как следствие, привести к некорректному конечному варианту новых определений и их пониманию.

Помимо новых авторов, изучением справочных материалов занимаются люди, несведущие в тематике. В силу своей неопытности в вопросе такой человек может неверно трактовать изученное, или же совсем не суметь разобраться в новом материале.

На терминологию также влияет время и развитие. Это тоже может являться фактором, влияющим на терминологию. Раздел теории механизмов и машин не стоит на месте и в течение своего существования имеет некоторое развитие, связанное с развитием техники. При изучении литературы необходимо обращать внимание на даты публикации. Вследствие этой проблемы некоторые авторы периодически переиздают с некоторыми поправками свои работы с более свежей и актуальной информацией. Устаревшая информация о чем-либо затормаживает процесс развития науки и техники.

### **Термин «механизм»**

Один из основных терминов в теории механизмов и машин – «механизм». Далее приведены определения данного термина из разных источников (от разных авторов). Как правило, каждый автор прилагает собственное определение термина. В большинстве случаев авторы чем-то подкрепляют свое определение. Рассмотрим определения разных авторов.

В работе И.И. Артоболевского приводится следующая формулировка термина «механизм»: «Система тел, предназначенная для преобразования движения одного или нескольких тел в требуемое движение других тел, называется механизмом» [1, стр. 15].

О.В. Бурлаченко и Н.В. Филатов считают, что «Механизмом называется система материальных тел, предназначенных для преобразования движения одного или нескольких тел в требуемые движения остальных» [2, стр. 7].

В работе И.И. Вульфсона и его соавторов говорится, что «Механизмом называется система подвижно связанных между собой путем соприкосновения твёрдых тел, которое предназначено для получения требуемых движений одного или нескольких из этих тел» [4, стр. 7].

Авторы Ю.Ф. Лачуга, А.Н. Воскресенский и М.Ю. Чернов приводят данное определение: «Механизмом называется механическая система, предназначенная для

преобразования движения одного или нескольких тел в требуемые движения других тел» [6, стр. 7].

Н.И. Левитский в своей работе говорит, что «Механизм есть система тел, предназначенная для преобразования движения одного или нескольких твёрдых тел в требуемое движения других твёрдых тел» [7, стр. 19].

В работе И.В. Леонова и Д.И. Леонова приводится данное определение: «Механизм – это часть машины, в которой рабочий процесс реализуется путем выполнения механических движений звеньев» [8, стр. 16]

В.В. Лоцманенко и Б.Е. Кочегаров приводят данное определение термина: «Механизмом называется совокупность подвижно соединенных звеньев, совершающий под действием приложенных сил определенные целесообразные движения» [9, стр. 6].

Ю.А. Матвеев и А.Л. Матвеева приводят следующее определение: «Механизмом называется искусственное сочетание материальных тел, обладающее определенностью движения» [10, стр. 6].

В работе М.М. Машнева, Е.Я. Красковского и П.А. Лебедева приводится следующее определение: «Механизм представляет собой совокупность связанных звеньев, предназначенную для передачи и преобразования движения одного или нескольких звеньев (входных, ведущих) в определенные движения остальных звеньев (выходных, ведомых)» [11, стр. 12].

В словаре под редакцией А.Ю. Ишлинского приводится данное определение термина: «Механизм – система тел, предназначенная для преобразования движения одних твёрдых тел (звеньев) в требуемые движения других твёрдых тел» [12, стр. 297].

А.И. Смелягин в своей работе приводит данное определение: «Механизм – система определенным образом взаимосвязанных твёрдых тел (звеньев), предназначенная для преобразования заданных движений одного или нескольких тел в требуемое движение других тел. Механизм не совершает полезной работы» [15, стр. 3]

В словаре под редакцией К.В. Фролова приводится данное определение термина: «Механизм – система тел, предназначенная для преобразования движения одного или нескольких твёрдых тел и (или) сил, действующих на них, в требуемые движения других тел и (или) сил» [20]

Г.А. Тимофеев в своей работе говорит, что «Механизмом называется система твёрдых тел, объединенных геометрическими или динамическими связями, и предназначенных для преобразования движения входного звена в требуемое движение выходных звеньев» [21, стр. 22].

В работе М.И. Фролова приводится следующее определение термина: «Механизмом называют совокупность взаимосвязанных звеньев, допускающую их относительное движение и предназначенную для преобразования движения одного или нескольких звеньев в требуемое движение остальных звеньев» [22, стр. 7].

В работе В.А. Юдина и Л.В. Петрокаса говорится, что «Механизмом называют механическую систему, предназначенную для получения требуемого движения одного или нескольких тел» [24, стр. 15]

Изучив все приложенные определения, попробуем выделить похожие и различные в них детали.

Большинство авторов сходятся в том, что механизм есть система элементов или совокупность элементов. Встречаются расхождения, когда авторы начинают пояснять, какие именно элементы могут быть в механизме. Часть авторов [4, 15, 21] считает, что механизмом называется исключительно система твёрдых тел. Вульфсон И. И. [4] делает поправку на то, что в его книге не рассматриваются механизмы с использованием газообразных и жидких тел. Левитский Н. И. [7] говорит, что «Одним твёрдым телом в механизме считается также любая совокупность деталей, не имеющих между собой относительного движения...».

В словаре [12] говорится: «Твёрдое тело – агрегатное состояние в-ва, отличающееся стабильностью формы и характером теплового движения атомов, к-рые совершают малые колебания вокруг фиксир. положения равновесия».

Вульфсон И. И. и Левитский Н. И. [4, 7] поясняют, что механизмы с участием жидких и газообразных тел называют соответственно гидравлическими и пневматическими.

Согласно Машневу М. М. [11], в теории механизмов и машин вместо термина «тело» принят термин «звено». Звенья могут быть твёрдые, гибкие, жидкие, газообразные. [11, 15]

В новом политехническом словаре под редакцией А.Ю. Ишлинского приводится определение термина: «Звено механизма – совокупность деталей (твёрдых тел), неподвижно скрепл. между собой, входящих в состав механизма и не совершающих относительных движений.» [12, стр. 171].

Так как в современном мире активно используются не только привычные твёрдые тела в механизмах, но также жидкие и газообразные, можно считать определения термина «механизм» части авторов [4, 15, 21] не совсем актуальными.

Большая часть авторов склоняются к единому мнению и утверждают, что механизмом называется система тел, предназначенная для преобразования движения одних тел в движения других тел.

Изучив все приведённые определения, считаем необходимым в какой-то степени обновить классические определения термина.

Однозначно можно сказать, что механизм есть система тел, так как механизм не может быть составлен из одного тела. Здесь более важен вопрос, что из себя представляет тело. Большинство авторов говорит о том, что тело (в механизме) является исключительно твёрдым. Это значит, что для современной формулировки этот вариант не совсем подходит. Взамен использования слова «тело» в определении предлагается использовать более нейтральное слово «элемент», так как элемент может быть в любом агрегатном состоянии. Вторым вариантом предлагается, согласно Машневу М.М., использовать слово «звено», так как звенья могут быть аналогично в любом агрегатном состоянии.

Далее рассмотрим часть, связанную с преобразованием движения. Формулировка «...преобразование...» имеет корректную смысловую нагрузку, так как выражает физическую суть механизма. Далее аналогично вышесказанному заменяем термин «тело» на «элемент». Уточним, что мы ждем от механизма не случайных движений посредством формулировки «в требуемые движения других элементов»

Изучив различные мнения по поводу определения термина «механизм», предлагается следующее определение: Механизм – система элементов, предназначенная для преобразования под действием приложенной силы одних движений элементов в требуемые движения других элементов.

Обновлённое определение рассматриваемого термина представляет собой «размытие границ» классического понимания, чем является механизм. Классическое определение появилось несколько десятков лет назад, и за это время представления о механизмах изменились в связи с развитием техники. Поэтому определение термина нуждается в современном обновлении. Определение должно описывать все возможные варианты механизмов на сегодняшний день.

### **Термин «машина»**

Аналогично разбору термина «механизм», разберём термин «машина». В этом случае, как и в случае с предыдущим термином, данный термин так же имеет некоторые различия в разных источниках. Разберём имеющиеся определения термина «машина».

В работе И.И. Артоболевского приводится следующая формулировка машины: «... машина есть устройство, выполняющее механические движения для преобразования энергии, материалов и информации в целях замены или облегчения физического и умственного труда человека» [1, стр. 11].

О.В. Бурлаченко и Н.В. Филатов считают, что «... машина – это устройство, создаваемое человеком для использования законов природы с целью облегчения физического и умственного труда» [2, стр. 6].

В работе И.И. Вульфсона и его соавторов приводится следующая формулировка: «Машинами называются системы, предназначенные для осуществления механических движений и силовых воздействий, необходимых для выполнения рабочих процессов» [4, стр. 5].

Н.И. Левитский приводит данное определение термина: «Машина есть устройство, выполняющее механические движения для преобразования энергии, материалов и информации с целью замены или облегчения физического и умственного труда человека» [7, стр. 18].

В работе И.В. Леонова и Д.И. Леонова приводится данное определение: «... понятие «машина» как устройство, служащее для преобразования энергии, материалов и информации» [8, стр. 15].

Ю.А. Матвеев и А.Л. Матвеева приводят следующее определение: «Машиной называется искусственное сочетание материальных тел, обладающее определенностью движения и предназначенное для выполнения полезной механической работы» [10, стр. 6].

В работе М.М. Машнева, Е.Я. Красковского и П.А. Лебедева приводится следующее определение термина: «Машиной называется совокупность согласованно (циклически) движущихся звеньев, предназначенное для преобразования одного вида энергии в другой или преобразования параметров движения с целью производительности труда и замены ручного труда машинным» [11, стр. 10].

В словаре под редакцией А.Ю. Ишлинского приводится данное определение термина, полностью совпадающее с определением из другого словаря под редакцией К.В. Фролова «Машина – устройство, выполняющее механические движения для преобразования энергии, материалов и информации» [12, стр. 289].

А.И. Смелягин в своей работе приводит данное определение: «Машина – устройство, выполняющее преобразование энергии, движения и информации из одной формы в другую и предназначенное для замены или облегчения физического или умственного труда» [15, стр. 3].

Г.А. Тимофеев в своей работе говорит, что «... машиной называется техническое устройство, осуществляющее механические движения, связанные с преобразованием энергии, свойств, размеров, формы или положения материалов (или объектов труда) и информации с целью облегчения его качества и производительности» [21, стр. 20].

В работе М.И. Фролова приводится следующее определение термина «Машиной называют устройство, выполняющее механические движения для преобразования энергии, материалов, движение или для накопления или переработки информации с целью повышения производительности, замены или облегчения физического и умственного труда человека» [22, стр. 6].

Изучив все приложенные определения термина «машина», можно заметить, что часть авторов [1, 4, 7, 21, 22], в том числе авторы словарей [12, 20] считают, что главным отличительным признаком машины является механическое движение. Левитский Н. И. [7] говорит, что «...основным признаком, отличающим машину от других устройств, является выполнение механических движений ... Если отказаться от этого признака, то не только теряется связь с происхождением термина, но и под определение машины попадают устройства, которые никогда машинами не назывались ...».

Также Левитский Н. И. [7] поясняет, что «из всех устройств, имеющих движущиеся части, только те могут быть названы машинами, в которых механические движения предназначены для преобразования энергии, материалов и информации»

Авторы [8, 11, 15] не застревают на принципе механического движения и опираются лишь на то, что машина должна преобразовывать энергию, материалы и информацию.

Хоть большинство авторов используют в своих терминах «преобразование информации», Левитский Н. И., а также в новом политехническом словаре [7, 12] говорят о том, что ЭВМ получила статус машины исключительно из-за исторической преемственности от названия простых счетных машин.

Большинство авторов склоняется к общему итогу, что машиной называется устройство, предназначенное для преобразования энергии, материалов и информации с целью замены или облегчения физического и умственного труда человека.

После всего изученного предположим такой вывод, что в современном мире устройство, преобразовывающее информацию, обязательно считается машиной, потому что информационный поток является важной частью в любой сфере деятельности. Машины, обрабатывающие информацию, используются повсеместно. К тому же, к основным критериям машины такое устройство также можно отнести. Ко всему прочему, современный мир стремится к автоматизации, а автоматизация не может существовать без информации и обработки информации. Любая автоматическая машина так или иначе настроена на преобразование информации для выполнения своих целей.

Исходя из важности информационных машин, предлагается не игнорировать факт их существования, и, что главное, не пренебрегать ими как машинами. Информационная машина является такой же машиной по своей сути, как любая другая, работающая исключительно с энергией и материалами.

Как итог, примем то определение термина «машина», которое чаще встречается в литературе, а именно, что машиной называется устройство, предназначенное для преобразования энергии, материалов и информации с целью замены или облегчения физического и умственного труда человека.

К тому же, данное определение имеет достаточно подходящую формулировку. Формулировка делает акцент на том, что машина может работать как с материалами и энергией, так и с информацией. Также данное определение отказывается от такого условия для машины, как «механическое движение».

Отказ от формулировки «механическое движение» обусловлен отсутствием подробного объяснения ее в литературе. Изучив все вышеприведенные источники, не было найдено ни одного четкого определения данной формулировки. Из этого можно сделать вывод, что понимание фразы будет зависеть от множества факторов и не будет иметь однозначного определения.

### **Вывод**

Изучив и сравнив некоторое количество различной литературы из раздела теории механизмов и машин можно прийти к некоторым выводам.

Одна из проблем такова, что многие источники очень похожи друг на друга с минимальными отличиями (как правило, не влияющими на результат). Скорее всего, данную проблему можно наблюдать из-за одних и тех же перво-начальных источников. Есть предположение, что вся эта литература основывается на одном едином источнике и нет какого-то альтернативного мнения.

В то же время можно заметить минимальные, но частые отличия между определениями одного термина от разных авторов. Такие отличия могут также ставить в тупик и мешать пониманию сути.

Еще одной проблемой является новейшая литература по изучаемому разделу. Из всей изученной литературы ее большая часть не потерпела каких-либо изменений. Течение времени не повлияло на развитие теории механизмов и машин (хотя очевидно, что сами по себе механизмы и машины не остались на том же уровне с момента создания теории о механизмах и машинах). Такой вывод сделан исходя из сравнений основных терминов из более старых и новых источников. Большинство определений имеют одну общую основу. Это касается как термина «механизм», так и термина «машина».

Еще одна проблема заключается в не подробном описании терминов. Каждый термин состоит из набора других терминов, которые не всегда четко описаны или же не описаны вовсе. Следовательно, понимание термина затрудняется.

## Заключение

С течением времени и развитием техники приходится пересматривать устоявшиеся понятия, теории, так как они могут устаревать, терять свою актуальность или же вследствие только лишь течения времени информация может искажаться.

Во время изучения всего вышенаписанного можно сделать вывод, что некоторые термины не имеют «официального» определения. Многие слова различные авторы используют повсеместно, но при более глубоком разборе этих слов в контексте можно столкнуться с проблемой отсутствия этих слов в словаре и других источниках. Такие термины, как «элемент», «тело», «механическое движение» часто встречаются в разделе теории механизмов и машин, но имеют мало уточнений по поводу того, чем они являются. Эти термины по большей части являются чем-то вроде устойчивых выражений в технической литературе. Из-за этого может искажаться смысловая нагрузка.

\*\*\*

1. Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин: Учеб. Пособие для вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. / И.И. Артоболевский // – М.: Наука. Гл. ред. Физ.-мат. Лит., 1988. – 640 с.
2. Бурлаченко О.В. Теория механизмов и машин [Электронный ре-курс]: учебно-методическое пособие / О. В. Бурлаченко, Н. В. Филатов // М-во образования и науки Рос. Федерации ; Волгогр. гос. архит.-строит. ун-т. – Волгоград : ВолгГАСУ, 2013. – 43 с.
3. Бушуев В.В. Практика конструирования машин: справочник / В.В. Бушуев // М.: Машиностроение, 2006. – 448 с.: ил. (Б-ка конструктора.)
4. Вульфсон И.И. Механика машин: Учеб. пособие для вузов / И.И. Вульфсон, М.Л. Ерихов, М.З. Коловский и др. // Под ред. Г.А. Смирнова – М.: Высш. Шк., 1996. – 511 с. ил.
5. Крюков В.А. О содержании, объеме и использовании понятия «звено механизма». Часть 1. / А.В. Крюков // Теория механизмов и машин. – 2019. – Т.17. №4. – С. 158–168.
6. Лачуга Ю.Ф. Теория механизмов и машин. Кинематика, динамика и расчет. / Ю.Ф. Лачуга, А.Н. Воскресенский, М.Ю. Чернов // – М.: КолосС, 2007. – 304 с.: ил.
7. Левитский Н.И. Теория механизмов и машин: Учеб. Пособие для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. / Н.И. Левитский // – М.: Наука. Гл. ред. Физ.-мат. Лит., 1990. – 592 с.
8. Леонов И.В. Теория машин и механизмов (основы проектирования по динамическим критериям и показателям экономичности): учеб. пособие. / И.В. Леонов, Д.И. Леонов // М.: Высшее образование, 2008. – 500 с.
9. Лоцманенко В.В. Проектирование механизмов и машин: Учеб. По-собие. / В.В. Лоцманенко, Б.Е. Кочегаров // Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2002. – 188 с.
10. Матвеев Ю.А. Теория механизмов и машин: Учебное пособие. / Ю.А. Матвеев, Л.В. Матвеева // М.: Альфа-М: ИНФРА-М, 2009. – 320 с., ил.
11. Машнев М.М. Теория механизмов и машин и детали машин: Учеб. пособие для студентов немашиностроительных специальностей вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. / М.М. Машнев, Е.Я. Красковский, П.А. Лебедев // Л.: Машиностроение, Ленингрю отд-ние, 1980. – 512 с., ил.
12. Новый политехнический словарь / Гл. ред. А.Ю. Ишлинский. – М.: Большая Российская энциклопедия, 2000. – 671 с
13. Орлов П.И. Основы конструирования. Справочно-методическое пособие в 3-х книгах. Кн. 1. Изд. 2-е, перераб. и доп. / П.И. Орлов // М.: Машиностроение, 1997. – 623 с. с ил.
14. Пейсах Э.Е. О группах Ассура, фермах Баранова, цепях Грюблера, плоских шарнирных механизмах и об их структурном синтезе / Э. Е. Пейсах // Наука и образование: научное издание МГТУ им. Н.Э. Баумана. – 2007. – № 4. – С. 2.
15. Смелягин А.И. Структура, структурный анализ и синтез механизмов: Учеб. Пособие. / А.И. Смелягин // Новосибирск: Изд-во НГТУ, 1997. – 106 с.
16. Степанов А.В. Пакет компьютерных программ для автоматизи-рованного синтеза структур плоских шарнирных систем / А. В. Степанов // Вест-ник Кузбасского государственного технического университета. – 2008. – № 2(66). – С. 68-75.
17. Степанов А. В. Анализ имеющихся теоретических оснований к ре-шению задач компьютерного синтеза структур механизмов / А. В. Степанов // МашиноСтроение. – 2009. – № 19. – С. 19-25.
18. Степанов А. В. Основы компьютерного синтеза структур плоских шарнирных механизмов / А. В. Степанов // Известия Томского политехнического университета. – 2009. – Т. 314. – № 2. – С. 40-43.
19. Степанов А. В. Особенности компьютерного конструирования структурных схем механизмов с использованием универсальной структурной системы / А. В. Степанов, И. Ю. Степанов // Автоматизация, мехатроника, ин-формационные технологии : Материалы VI международной научно-технической интернет-конференции молодых ученых, Омск, 17 мая 2016 года. – Омск: Омский государственный технический университет, 2016. – С. 227-231.
20. Теория механизмов и машин. Терминология / Н.И. Левитский, Ю.Я. Гуревич, В.Д. Плахтин и др. // под ред. К.В. Фролова. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. – 80 с.



21. Тимофеев Г.А. Теория механизмов и машин: учебник и практикум для прикладного бакалавриата / Г. А. Тимофеев // – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Издательство Юрайт, 2019. — 368 с.
22. Фролов М.И. Техническая механика: Детали машин: Учеб. для машиностр. Спец. Тахникумов. / М.И. Фролов // 2-е изд., доп. – М.: Высш. Шк., 1990. – 352 с.: ил.
23. Шелофаст В. В. Основы проектирования машин. / В.В. Шелофаст // М.: изд-во АПМ. 2005. – 472 с.
24. Юдин В.А. Теория механизмов и машин. Учеб. пособие для втузов. / В.А. Юдин, Л.В. Петрокас // Изд. 2-е, перераб. и доп. М.: «Высш. Школа», 1997. – 527 с., с ил.

**Pozharskaya E.D.**

### **Periodic system of rigid inclusions in a spatial elastic wedge**

*Don State Technical University  
(Russia, Rostov-on-Don)*

doi: 10.18411/trnio-04-2023-501

#### **Abstract**

A periodic contact problem (tangential contact) on a chain of thin rigid inclusions located along the edge of a three-dimensional elastic wedge of a dihedral angle in its middle half-plane (rigid sealing of the wedge faces, the axis of the chain of inclusions is parallel to the edge of the wedge) is considered. To derive the integral equation, the previously obtained fundamental solution of the problem of the action of a concentrated force inside a three-dimensional elastic wedge is used. The nucleus has latent symmetry, then it is reduced to a form with explicit symmetry. To solve the integral equation, a regular asymptotic method is used, which is effective for relatively sparse and far from the edge chains of inclusions in a three-dimensional elastic wedge. Contact characteristics are calculated for different values of dimensionless geometric parameters. Previously, similar problems were considered about one inclusion (stringer) in a strip [1] and a three-dimensional wedge [2], as well as in an unbounded elastic body [1].

**Keywords:** contact mechanics, periodic contact problem, three-dimensional elastic wedge.

#### **Abstract**

Рассматривается периодическая контактная задача (тангенциальный контакт) о цепочке тонких жестких включений, расположенной вдоль ребра пространственного упругого клина двугранного угла в его срединной полуплоскости (жесткая заделка граней клина, ось цепочки включений параллельна ребру клина). Для вывода интегрального уравнения используется полученное ранее фундаментальное решение задачи о действии сосредоточенной силы внутри пространственного упругого клина. Ядро обладает скрытой симметрией, затем приводится к форме с явной симметрией. Для решения интегрального уравнения применяется регулярный асимптотический метод эффективный для относительно разреженных и удаленных от ребра цепочек включений в трехмерном упругом клине. Рассчитаны характеристики контакта при разных значениях безразмерных геометрических параметров. Ранее рассматривались аналогичные задачи об одном включении (стрингере) в полосе [1] и пространственном клине [2], а также в неограниченном упругом теле [1].

**Ключевые слова:** контактная механика, периодическая контактная задача, трехмерный упругий клин.

#### **1 Problem statement and integral equation**

Using cylindrical coordinates, consider an elastic dihedral wedge  $2\alpha$  ( $0 \leq r < \infty$ ,  $-\alpha \leq \varphi \leq \alpha$ ,  $-\infty < z < \infty$ ) with elastic parameters  $G$  (the shear modulus) and  $\nu$  (Poisson's ratio). The  $z$  axis is directed along an edge of the wedge. Let the faces  $\varphi = \pm\alpha$  be rigidly embedded, and let the half-plane  $\varphi = 0$  be in contact along the region  $\Omega$  with periodic system of thin rigid inclusions located along the  $z$  axis. The

period of the system of inclusion is  $2l$ . The contact is tangential, the inclusions are fully linked to the elastic medium and are shifted by  $\delta$  along the  $r$  axis under the action of applied forces  $T$ . We assume that the problem is symmetric in  $\varphi$  and  $z$ , so only half of the wedge  $-\alpha \leq \varphi \leq 0$  can be considered [2]. Let the inclusions have an elliptical shape with the ellipse  $\Omega_0 = (r - a)^2/c^2 + z^2/b^2 \leq 1$ ,  $a > c$ , closest to the origin of coordinates, where  $l > b \geq c$ . For the given values of  $\alpha$ ,  $G$ ,  $\nu$ ,  $\delta$ ,  $l$ ,  $a$ ,  $b$  and  $c$  it is required to find the contact stresses  $\tau_{\varphi}$ , then the force  $T$  can be determined. Note that, for simplicity, we neglect the effect of stress  $\tau_{\varphi z}$  on the radial displacements in the contact zone, which, as shown in the work [2], has a higher order of smallness in the regular asymptotic expansion ( $\tau_{\varphi z} = O(\lambda^{-2})$ ,  $\lambda \rightarrow \infty$  [2]).

Taking into account the above and symmetry in  $\varphi$  the boundary conditions in the region  $-\alpha \leq \varphi \leq 0$  for differential equations of elastic equilibrium have the form (compare with formulas (2.1) [2])

$$\varphi = 0: u_r = \delta, u_{\varphi} = \tau_{\varphi z} = 0 \quad (r, z \in \Omega); u_{\varphi} = \tau_{r\varphi} = \tau_{\varphi z} = 0 \quad (r, z \notin \Omega); (1)$$

$$\varphi = -\alpha: u_r = u_{\varphi} = u_z = 0. (2)$$

The fundamental solution to the problem of the action of a concentrated force inside a three-dimensional wedge with fixed faces is known and found using the Fourier and Kontorovich-Lebedev integral transforms [2,3]. Integrating this solution over the region  $\Omega$ , satisfying the boundary conditions (1) with  $\delta$  and taking into account the periodicity, we arrive at the integral equation ( $\tau(r, z) = t_{r\varphi}(r, z)/2$ )

$$\iint_{\Omega_0} \tau(x, y) K(x, y, r, z) dx dy = 2\pi G \delta, \quad (r, z) \in \Omega_0. (3)$$

Here, by virtue of the Betti theorem, the kernel must be symmetric in  $x, r$ . Initially, the kernel in (3) has a "hidden" symmetry [3], being symmetric at  $\alpha \leq \pi/2$ . At  $\alpha > \pi/2$ , the symmetry is broken, and the condition of limited radial displacement on the edge of the wedge may also be violated [3]. Using the well-known technique [3], the kernel is reduced to a form with explicit symmetry

$$K(x, y, r, z) = \frac{4}{\pi^2} \int_0^{\infty} \int_0^{\infty} \sinh(\pi u) W(u) K_{iu}(\beta x) K_{iu}(\beta r) \sum_{k=-\infty}^{\infty} \cos(\beta(z - y + 2kl)) d\beta du, (4)$$

$$W(u) = \frac{1}{v_1} \left[ S_1(u) - S_2(u) \left( x \frac{\partial}{\partial x} + r \frac{\partial}{\partial r} \right) - S_3(u) x r \frac{\partial^2}{\partial x \partial r} \right], \quad v_1 = \kappa + 1, \quad \kappa = 3 - 4\nu,$$

$$S_1(u) = \frac{\kappa \sinh(2\alpha u) + u \sin(2\alpha)}{g_+(u)} - \frac{4\kappa^2 \sinh^2(\alpha u) \sin^2 \alpha}{g_+(u) g(u)},$$

$$S_2(u) = \frac{\sinh(2\alpha u)}{g_+(u)} - \frac{4\kappa \sinh^2(\alpha u) \sin^2 \alpha}{g_+(u) g(u)}, \quad S_3(u) = \frac{4 \sinh^2(\alpha u) \sin^2 \alpha}{g_+(u) g(u)}$$

$$g_+(u) = \cosh(2\alpha u) + \cos(2\alpha), \quad g(u) = \kappa \sinh(2\alpha u) - u \sin(2\alpha).$$

The kernel (4) formally coincides with the kernel (1.2) [4] of the periodic normal contact problem, only it contains a more complex differential function-symbol  $W(u)$ . Therefore, to isolate the main terms of the kernel (4), we apply the technique developed in [4]. As a result, we represent kernel (4) in the form ( $C$  is Euler's constant)

$$K(x, y, r, z) = \frac{1}{R} - \frac{(z - y)^2}{v_1 R^3} + \frac{\kappa_*}{l} \ln \frac{|r - x|}{4l |\ln(r/x)|} + \frac{\kappa_* C}{l} - \frac{1}{v_1 l} +$$

$$\begin{aligned}
 & + \frac{\kappa_*}{l} \int_0^\infty \left\{ [W_0(u) - 1] \cos\left(u \ln \frac{r}{x}\right) + \exp(-u) \right\} \frac{du}{u} + \kappa_* \sum_{k=1}^\infty \left[ \frac{1}{R_k^+} + \frac{1}{R_k^-} - \frac{1}{kl} \right] + \\
 & + \frac{(r-x)^2}{v_1} \sum_{k=1}^\infty \left[ \frac{1}{(R_k^+)^3} + \frac{1}{(R_k^-)^3} \right] + \frac{4}{\pi l} \int_0^\infty \sinh(\pi u) W_*(u) \Sigma(u) du, \quad (5)
 \end{aligned}$$

$$R = \sqrt{(r-x)^2 + (z-y)^2}, \quad R_k^\pm = \sqrt{(r-x)^2 + (z-y \pm 2kl)^2}, \quad \kappa_* = \frac{\kappa}{v_1},$$

$$W_0(u) = \frac{2\kappa \sinh^2(\alpha u) - 2\kappa^{-1} u^2 \sin^2 \alpha}{\kappa \sinh(2\alpha u) - u \sin(2\alpha)},$$

$$W_*(u) = \frac{1}{v_1} \left[ S_1(u) - \kappa \coth(\pi u) - [S_2(u) - \coth(\pi u)] \left( x \frac{\partial}{\partial x} + r \frac{\partial}{\partial r} \right) - S_3(u) x r \frac{\partial^2}{\partial x \partial r} \right],$$

$$\Sigma(u) = \sum_{k=1}^\infty K_{iu} \left( \frac{\pi k}{l} x \right) K_{iu} \left( \frac{\pi k}{l} r \right) \cos \left( \frac{\pi k}{l} (z-y) \right).$$

**2 Regular asymptotic solution**

To solve the integral equation (3), (7), we use the regular asymptotic method [1,3]. The problem under consideration contains two independent dimensionless geometric parameters

$$\lambda = \frac{a}{b}, \quad \mu = \frac{l}{b} > 1. \quad (6)$$

The parameter  $\lambda$  characterizes the relative distance of the inclusions from the edge of the wedge, the parameter  $\mu$  — the relative distance of the inclusions from each other. Further, we assume that both parameters are sufficiently large, have the same order, and are related to each other by the relation

$$\mu = \gamma \lambda, \quad \gamma = \text{const} = \frac{l}{a}. \quad (7)$$

We introduce dimensionless notation (we omit the primes below)

$$r' = \frac{r-a}{b}, \quad x' = \frac{x-a}{b}, \quad z' = \frac{z}{b}, \quad y' = \frac{y}{b}, \quad K'(x', y', r', z') = bK(x, y, r, z), \quad (8)$$

$$\tau'(r', z') = \frac{\tau(r, z)}{G}, \quad \varepsilon = \frac{c}{b}, \quad \delta' = \frac{\delta}{b}, \quad T' = \frac{T}{Gb^2}, \quad \Omega' \leftrightarrow \Omega.$$

In notation (8), equation (3) takes the form

$$\iint_{\Omega} \tau(x, y) K(x, y, r, z) dx dy = 2\pi\delta, \quad (r, z) \in \Omega. \quad (9)$$

Let us expand the kernel in (9) into a series in powers of  $1/\lambda$ . As a result, we get

$$K(x, y, r, z) = \frac{1}{R} - \frac{(z-y)^2}{v_1 R^3} + \frac{a_0}{\lambda} + O\left(\frac{1}{\lambda^2}\right) \quad (\lambda \rightarrow \infty), \quad (10)$$

$$\begin{aligned}
 a_0 = & \frac{\kappa_*}{\gamma} \ln \frac{1}{4\gamma} + \frac{\kappa_* C}{\gamma} - \frac{1}{v_1 \gamma} + \frac{\kappa_*}{\gamma} \int_0^\infty \{W_0(u) - 1 + \exp(-u)\} \frac{du}{u} - \\
 & - \frac{2}{\pi v_1 \gamma} \int_0^\infty \int_0^\infty \int_0^\infty \sinh(\pi u) \cos(ut) \cos(us) \{[S_1(u) - \kappa \coth(\pi u)] \times
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \times \frac{\exp(-\pi(\cosh t + \cosh s)/\gamma) - 1}{\cosh(\pi(\cosh t + \cosh s)/\gamma) - 1} - \frac{\pi}{\gamma} [S_2(u) - \coth(\pi u)] \times \\ & \times \frac{\cosh t + \cosh s}{\cosh(\pi(\cosh t + \cosh s)/\gamma) - 1} + \\ & + \frac{\pi^2}{\gamma^2} S_3(u) \frac{\sinh(\pi(\cosh t + \cosh s)/\gamma) \cosh t \cosh s}{[\cosh(\pi(\cosh t + \cosh s)/\gamma) - 1]^2} \Big\} dt ds du. \end{aligned}$$

We obtain a regular asymptotic solution of the integral equation (9) with kernel (10) in the form ( $\lambda \rightarrow \infty$ )

$$\tau(r, z) = \frac{\delta}{cD_0 L(r, z)} \left[ 1 - \frac{a_0}{\lambda D_0} + O\left(\frac{1}{\lambda^2}\right) \right], \quad L(r, z) = \sqrt{1 - \frac{r^2}{c^2} - z^2}, \quad (11)$$

$$D_0 = S_{00} - \frac{S_{10}}{\nu_1}, \quad S_{00} = K, \quad S_{10} = \frac{K - E}{e^2},$$

$$S_{km} = \int_0^{\pi/2} \frac{\cos^{2k} t \sin^{2m} t}{(1 - e^2 \sin^2 t)^{k+m+1/2}} dt, \quad e^2 = 1 - c^2,$$

where  $K=K(e)$  and  $E=E(e)$  are complete elliptic integrals.

Based on formulas (11), we find the integral characteristic (force applied to the inclusions)

$$T = 2 \iint_{\Omega_0} \tau(x, y) dx dy = \frac{4\pi\delta}{D_0} T_*, \quad T_* = 1 - \frac{a_0}{\lambda D_0} + O\left(\frac{1}{\lambda^2}\right) \quad (\lambda \rightarrow \infty).$$

The resulting solution is effective for large values of  $\lambda$ .

As the calculations show, with a decrease in the wedge angle  $2\alpha$ , a greater force is required to shift the inclusions, which is explained by the approach of the embedded faces to the contact zone. More round inclusions are more difficult to move than those extended along the rib. As  $\lambda$  increases at a fixed  $\gamma$ , the interaction between the inclusions weakens and, as a rule, a smaller force is required for shear. For an incompressible elastic wedge material ( $\nu = 0.5$ ), inclusions are more difficult to move than for a compressible material ( $\nu = 0.3$ ).

An important conclusion is that fixing the faces of an elastic wedge with a rigid embedment makes it possible to obtain a correct integral equation for a linear-periodic contact problem on a system of inclusions.

This study was supported by the Russian Science Foundation (project code 22-21-00013).

\*\*\*

1. Aleksandrov V.M., Smetanin B.I., Sobol B.V. Thin Concentrators of Stresses in Elastic Solids. M: Nauka, 1993. 224 p. (in Russian).
2. Aleksandrov V.M., Pozharskii D.A. The problem of an inclusion in a three-dimensional elastic wedge // J. Appl. Math. Mech. 2002. Vol. 66. No. 4. P. 617–628.
3. Pozharskii D.A. Fundamental solutions of the elastic wedge statics and applications. Rostov-on-Don: DGTU-Print, 2019. 312 p. (in Russian).
4. Pozharskii D.A. Periodic contact problem for an elastic wedge // J. Appl. Math. Mech. 2015. Vol. 79. No. 6. P. 604–610. DOI: 10.1016/j.jappmathmech.2016.04.007

## РАЗДЕЛ XXX. МЕТАЛЛУРГИЯ

Толоконникова Н.Д.  
Азотирование сплава 40ХНЮ

Самарский государственный технический университет  
(Россия, Самара)

doi: 10.18411/trnio-04-2023-502

**Аннотация**

Сплав 40ХНЮ является никелево-хромовым сплавом, который применяется в производстве различных деталей и конструкций, работающих в агрессивных средах при повышенных температурах. Азотирование – это процесс поверхностной обработки металлов, направленный на улучшение их механических свойств и снижение износа. В данной статье будет рассмотрено исследование структурно-фазового состояния и микротвердости сплава 40ХНЮ после азотирования.

**Ключевые слова:** азотирование, материал, сплав 40ХНЮ, микроструктура, микротвёрдость, структурно-фазовое состояние.

**Abstract**

Alloy 40XN is a nickel-chromium alloy, which is used in the production of various parts and structures operating in aggressive environments at elevated temperatures. Nitriding is a process of surface treatment of metals aimed at improving their mechanical properties and reducing wear. In this article, the study of the structural-phase state and microhardness of the 40XNU alloy after nitriding will be considered.

**Keywords:** nitriding, material, alloy 40XN, microstructure, microhardness, structural-phase state.

Сплав 40ХНЮ – это никелевый хромомарганцевый легированный стальной сплав с высокой прочностью и устойчивостью к коррозии. Азотирование – это процесс поверхностного упрочнения металла, при котором азот взаимодействует с поверхностью металла и создает твердый, азотсодержащий слой на поверхности материала

Конечный продукт в металлургической промышленности должен соответствовать высоким требованиям прочности, устойчивости к коррозии и долговечности. Эти требования могут быть достигнуты с помощью использования правильно подобранного сплава. Один из таких сплавов - 40ХНЮ.

40ХНЮ - это легированный стальной сплав, содержащий хром, марганец, никель и молибден. Он относится к группе никелево-хромовых сплавов и широко применяется в машиностроении, авиации, судостроении, нефтегазовой отрасли и других областях промышленности.

Исследование проводилось на образцах сплава 40ХНЮ, обработанных азотированием при температуре 550 °С в течение 4 часов. Для анализа структурно-фазового состояния использовалась оптическая микроскопия и рентгеноструктурный анализ. Для измерения микротвердости использовался твердомер.

Азотирование - это насыщение поверхности металлических деталей азотом для повышения твердости, износостойкости, предела усталости и коррозионной стойкости. Сталь, титан, некоторые сплавы, наиболее распространенными являются легированные стали, особенно хромоалюминиевые, и стали, содержащие ванадий и молибден.

Азотирование стали происходит в среде аммиака при  $t=500-650^{\circ}\text{C}$ . При температуре выше  $400^{\circ}\text{C}$  начинается диссоциация аммиака с помощью реакции  $\text{NH}_3 \rightarrow 3\text{H} + \text{N}$ . Образующийся атомарный азот диффундирует в металл, образуя азотную фазу. При температуре ниже  $591^{\circ}\text{C}$

нитридный слой состоит из трех фаз (рисунок.):  $\epsilon$ -нитрид  $\text{Fe}_2\text{N}$ ,  $\gamma'$ -нитрид  $\text{Fe}_4\text{N}$ ,  $\alpha$ -нитрид феррита, содержащий около 0,01% азота при комнатной температуре. В А. При температуре 600-650°C также возможно образование  $\gamma$ -фазы. Из-за медленного охлаждения  $\gamma$ -фаза распадается до эвтектоида  $\alpha+\gamma_1$  при 591°C. Твердость нитридного слоя увеличивается до  $\text{HV}=1200$  (что эквивалентно  $12\text{Гн/м}^2$ ) и сохраняется при повторном нагреве до 500-600°C, что обеспечивает высокую износостойкость деталей при высоких температурах. Нитридная сталь значительно превосходит твердосплавную и закаленную сталь по износостойкости. А.- Длительный процесс, требуется 20-50 часов для получения слоя толщиной 0,2-0,4 мм. Повышение температуры ускоряет процесс, но снижает твердость слоя. Лужение (для конструкционной стали) и никелирование (для нержавеющей стали и жаропрочной стали) используются для защиты мест от коррозии. Чтобы уменьшить хрупкость слоя  $\alpha$ , жаропрочную сталь иногда изготавливают в смеси аммиака и азота.

Как всем известно, одним из технических процессов модификации поверхности металлических изделий, получившим широкое применение в различных отраслях промышленности, является электролитно-плазменное азотирование [1, с. 6]. Этот процесс сопровождается насыщением поверхности обрабатываемой детали азотом, а затем изменяется фазовый состав и структура материала [2]. Этот процесс является одним из современных методов, позволяющих значительно сократить общее время обработки и значительно повысить микротвердость стали и сплавов.

В сочетании с вышесказанным целью данной работы является изучение структурно-фазового состояния и изменений микротвердости поверхностного слоя диффузно упрочненного аустенитного сплава 40хпн при электролитно-плазменном азотировании.

Электролитно-плазменное азотирование образца проводилось на опытной установке. Процесс обработки проводят в электролите из водного раствора, содержащего 30% мочевины и 15% карбоната натрия, следующим образом: температура азотирования образца составляет 700°C, а приложенное напряжение между анодом и образцом составляет 320В при нагревании до температуры азотирования.

Фазовый состав и кристаллическая структура образцов сплава 40хпн были изучены методом рентгеноструктурного анализа на дифрактометре X'pert Pro в излучении  $\text{CuK}\alpha$ . Морфологию поверхности сплава 40хпн изучали с помощью оптического микроскопа Axiovert200M MAT и сканирующего электронного микроскопа XL30ESEM-FEG/FEI, оснащенного устройством энергодисперсионного анализа. Микротвердость поверхностного слоя образца до и после обработки измеряется путем вдавливания алмазного индентора под нагрузкой 50g на оборудовании РМТ-3m и выдержки под нагрузкой 10 секунд.

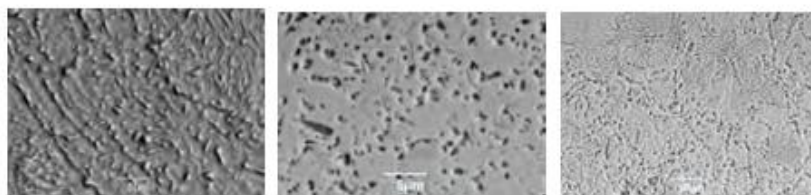


Рисунок 1. Микроструктура поверхности сплава 40ХНЮ: а – после закалки 12000С (10 мин) и после азотирования при температуре 7000С: б – 5 мин, в – 7 мин.

Анализ изображений, полученных методом сканирующей электронной микроскопии, позволяет сделать вывод, что сплав 40х находится в своем исходном состоянии (после закалки при  $t=12000\text{с}$  (10 мин)) и имеет неоднородную гетероструктуру аустенита (рис. 1, а). После азотирования морфология поверхности сплава 40хпн меняется, и граница зерен становится богатой нитридом никеля (рисунок 1, б, в). Известно, что образование нитридов вдоль границы аустенитных зерен оказывает непосредственное влияние на механические свойства сплава.

Согласно рентгенофазовому анализу, фазы  $\gamma\text{-Ni}$  и  $\alpha\text{-Cr}$  были обнаружены на поверхности образца сплава 40хпн, закаленного при 12000с (10 минут). После азотирования в плазме электролита при 7000с (5 и 7 минут) фазы  $\gamma\text{-Ni}$ ,  $\alpha\text{-Cr}$  и  $\gamma'$  (что означает, что это упорядоченная структура типа  $\text{Li}_2$ , химический состав  $\text{Ni}_3\text{Al}$ ), отражается фаза  $\text{Ni}_3\text{N}$  (параметр

батареи  $a=0,46329\text{нм}$ ,  $c=0,43171\text{нм}$ ). Из-за образования этих частиц после азотирования сплава изменяется структурно-фазовое состояние модифицированной поверхности.

На рисунке 2 показана зависимость между микротвердостью сплава 40XN при температуре  $700^\circ\text{C}$  и продолжительностью азотирования. Видно, что микротвердость увеличилась до 6435 МПа, а время обработки составляет 5 минут. Предполагается, что это связано с образованием тонкодисперсных нитридов после азотирования.

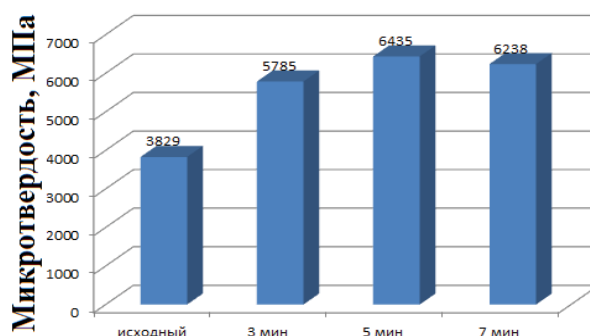


Рисунок 2. Зависимость микротвердости сплава 40хп от продолжительности азотирования при  $T=7000\text{C}$ .

### Вывод

Анализируя результаты, полученные в ходе работы, мы можем сделать следующие выводы:

1. Установлено, что структура поверхностного слоя образца сплава 40хпн после азотирования в плазме электролита при  $T=7000\text{c}$  (5 и 7 мин) вместе с основными  $\gamma$ - и  $\alpha$ -фазами состоит из частиц  $\gamma'$  ( $\text{Ni}_3\text{Al}$ ) и нитрида никеля- $\text{Ni}_3\text{N}$ ;
2. Электролитно-плазменное азотирование сплава 40хпн позволяет почти в два раза повысить твердость по сравнению с исходным состоянием.

\*\*\*

1. Строганов В. Ф. Биоповреждение древесных материалов и конструкций / В. Ф. Строганов, В. А. Бойчук, Е. В. Сагадеев / Известия Казанского государственного архитектурно - строительного университета. – 2014, № 2 (28). С. 185–193.
2. Асеева Р. М. Влияние естественного старения на физико - химические и пожароопасные свойства древесины / Р. М. Асеева, Б. Б. Серков, А. Б. Сивенков/ Известия Южного федерального университета. – 2014, С. 206 - 217.
3. Структура и износостойкость азотированных конструкционных сталей и сплавов / С. А. Герасимов, Л. И. Куксенова, В. Г. Лаптева. — М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2012. — 518, [2] с. : ил.
4. Скаков М.К., Веригин А.А., Сапатаев Е.Е. и др. Установка электролитно-плазменной обработки. // Патент на полезную модель РК №878. Оpubл. Бюл. №11 от 15.11.2012.

**Толоконникова Н.Д.**

**Плазменная химико-термическая обработка сплава 40XНЮ**

*Самарский государственный технический университет  
(Россия, Самара)*

doi: 10.18411/trnio-04-2023-503

### Аннотация

Плазменно-химико-термическая обработка (ПХТО) – это метод поверхностной обработки материалов, который включает в себя воздействие плазмы и химических реагентов на поверхность материала при высоких температурах. ПХТО применяется для улучшения механических свойств металлических сплавов путем изменения их микроструктуры. В данной статье рассмотрим влияние плазменно-химико-термической обработки на микроструктуру и механические свойства сплава 40XНЮ.

**Ключевые слова:** плазменно-химико-термическая обработка, материал, сплав 40ХНЮ, микроструктура, свойства.

### Abstract

Plasma-chemical-thermal treatment (PCT) is a method of surface treatment of materials, which includes the effect of plasma and chemical reagents on the surface of the material at high temperatures. CTO is used to improve the mechanical properties of metal alloys by changing their microstructure. In this article, we will consider the effect of plasma-chemical-thermal treatment on the microstructure and mechanical properties of the 40XNU alloy.

**Keywords:** plasma-chemical-heat treatment, material, alloy 40XN, microstructure, properties.

Плазменная химико-термическая обработка (ПХТО) - это один из современных методов повышения качества металлических изделий, включая сплав 40ХНЮ. Этот метод сочетает в себе использование плазмы высокой температуры и химических реакций, которые происходят на поверхности материала. Результатом ПХТО является изменение структуры и свойств поверхностного слоя металла, что улучшает его механические и коррозионные свойства

Для изготовления различных деталей и конструкций широко применяются различные металлические сплавы. Одним из наиболее популярных сплавов является 40ХНЮ, который обладает высокой прочностью и стойкостью к износу. Однако, для улучшения механических свойств данного сплава, часто используют различные методы обработки, включая плазменно-химико-термическую обработку.

Микроструктура сплава 40ХНЮ до ПХТО

Сплав 40ХНЮ – это сталь с высоким содержанием хрома, марганца, никеля и углерода. Его микроструктура состоит из мартенсита и байнита. Мартенсит – это твердый, хрупкий материал, получаемый при быстром охлаждении стали от высоких температур. Байнит – это мягкий и деформируемый материал, получаемый при медленном охлаждении.

Механические свойства сплава 40ХНЮ до ПХТО

Сплав 40ХНЮ обладает высокой прочностью и стойкостью к износу благодаря своей микроструктуре. Однако, его механические свойства можно улучшить с помощью плазменно-химико-термической обработки.

В настоящее время с целью увеличения срока службы машин, оборудования и приспособлений для снижения их металлоемкости большое внимание уделяется решению трибологических задач, основанных на методах химико-термической обработки и различных способах обработки поверхности модифицированных изделий [1]. Среди них только традиционный процесс насыщения получил широкое применение в промышленности: азотирование, цементирование и азотирование без примесей.

В сочетании с вышеизложенным содержанием целью данной работы является изучение изменений микроструктуры поверхности, микротвердости и износостойкости сплава 40хп в электролите при различных режимах обработки цементацией, азотированием и азотирование2.

В качестве объекта исследования был выбран диффузионно упрочненный аустенитный сплав 40хпн. Для этого исследования образец пластины размером 20х20х5 мм3 был изготовлен из стержней из сплава 40Х40. При напряжении 320 В и токе 15-40А разработанное устройство [2] подвергается плазмохимико-термической обработке при перепадах температур и непрерывном 12-14С.

Морфологию структуры поверхности изучали с помощью сканирующего электронного микроскопа JSM-6390lv и оптического микроскопа ММ-7, оснащенного принадлежностями для энергодисперсионного анализа. Используйте просвечивающий оптический микроскоп JEM-2100/HP для изучения микроструктуры.

Нагрузка по Виккерсу на прижимную головку измерителя микротвердости РМТ-3М составляет -100g в соответствии с ГОСТ9450-76. Исследование износостойкости проводят на устройстве, используемом для проверки износа абразивных частиц при трении образца о нежесткие неподвижные абразивные частицы. Результаты металлографических исследований показывают, что в исходном состоянии сплав 40х находится в исходном состоянии (после закалки при  $t=12000c$  (10 минут), и он имеет неоднородную гетероструктуру аустенита (рисунок1 а). На рисунках 1 и в показаны изменения микроструктуры поверхностного слоя



сплава после цементации. Наблюдался рост карбидов, и никелевый аустенит был истощен легирующими элементами и обогащен углеродом. В результате дисперсные частицы карбида на основе легирующего состава выделяются из твердого раствора, и происходит дисперсионное отверждение. После азотирования граница зерен обогащается нитридом никеля (рисунок 1, в, г), и в результате нитрификации образуется

Изменения на поверхности сплава (рисунок 1, г).

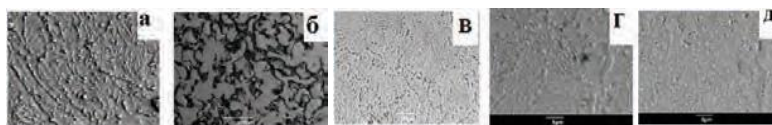


Рисунок 1. Микроструктура поверхности сплава 40XNU: а-12000с (10 минут) после закалки; б-после цементирования при температуре 9000с (3 минуты), в-после азотирования при температуре 7000с (7 минут) и г-после азотирования при температуре 7500с (5 минут); д-после азотирования при температуре 7000с (7 минут).

Таблица 2

Зависимость микротвердости поверхности от параметров процесса.

Электролит	Tн, 0C	τ, мин	Микротвердость поверхности	Примечание
10 %-СЗН8О3, 10 %-Na2CO3	900	3	4591	Закалка в электролите
	950	5	4685	Закалка в электролите
	1000	5	5017	Закалка в электролите
15%- Na2CO3, 30%- (NH2)2CO	700	5	6435	Закалка в электролите
	700	7	6238	Закалка в электролите
	750	5	6249	Закалка в электролите
	750	7	6828	Охлаждение в воздухе
10%- СЗН8О3, 20%- (NH2)2CO, 10%- Na2CO3	700	5	6575	Закалка в электролите
		7	5541	Закалка в электролите

Таблица 3

Среднее арифметическое потери массы сплава на 40хп после плазмохимической термообработки.

Состояние	Потеря массы, г	Время износа, мин
Исходное (после закалки 12000С, 10 мин)	0,0051	5
После цементации 9000С, 3 мин	0,0039	5
После цементации 9500С, 5 мин	0,0033	5
После цементации 10000С, 5 мин	0,0025	5
После азотирования 7000С, 5 мин	0,0024	5
После азотирования 7000С, 7 мин	0,0031	5
После азотирования 7500С, 5 мин	0,0030	5
После азотирования 7500С, 7 мин	0,0015	5
После нитроцементации 7000С, 5 мин	0,0045	4
После нитроцементации 7000С, 7 мин	0,0044	4

В таблице 3 показано среднее арифметическое потери качества образцов сплава, исследованных до и после обработки. После цементирования при  $t=10000\text{C}$ , через 5 мин и 7 мин после азотирования при  $t=7500\text{c}$  износостойкость образца сплава намного выше, чем в исходном состоянии.

**Вывод:**

Таким образом, было обнаружено, что после цементирования, азотирования и оксидирования на поверхности сплава 40хпн образуется модифицированная структура и изменяется внешний вид упрочненной фазы - карбидов  $\text{Cr}_2\text{3C}_6$ ,  $\text{Cr}_7\text{C}_3$  и нитридных частиц  $\text{Ni}_3\text{N}$ ,  $\text{CrN}$ ,  $\text{Cr}_2\text{N}$ .

Было обнаружено, что после 5 минут азотирования при  $t=10000\text{C}$  микротвердость увеличилась почти в 1,5 раза, после 7 минут азотирования при  $t=7500\text{c}$  и после 5 минут азотирования при  $t=7000\text{c}$  микротвердость увеличилась почти в 2 раза. При тех же условиях обработки износостойкость увеличилась почти в 2 раза. из образцов сплава 40хпн лучше, чем исходное состояние (после закалки при  $t=12000\text{c}$  (10 минут).

\*\*\*

1. Строганов В. Ф. Биоповреждение древесных материалов и конструкций/ В. Ф. Строганов, В. А. Бойчук, Е. В. Сагадеев / Известия Казанского государственного архитектурно - строительного университета. – 2014, № 2 (28). С. 185–193.
2. Асеева Р. М. Влияние естественного старения на физико - химические и пожароопасные свойства древесины / Р. М. Асеева, Б. Б. Серков, А. Б. Сивенков/ Известия Южного федерального университета. – 2014, С. 206 - 217.
3. Суминов И.В., Белкин П.Н. и др. Мир материалов и технологий. Плазменно- электролитическое модифицирование поверхности металлов и сплавов. Т.1. М.: Техносфера, 2011, - С. 464.
4. Скаков М.К. Разработка и исследование технологии электролитно-плазменного упрочнения материала бурового инструмента // Материалы 14-й международной научно- практической конференции «Технология упрочнения и нанесения покрытий и ремонта: теория и практика».17-20 апреля 2012 г. СПб.: Изд-во Политехн. Ун.та, 2012. - С. 288-293.

## РАЗДЕЛ XXXI. ФИЗИКА

Бердибеков А.Т.<sup>1</sup>, Юров В.М.<sup>2</sup>, Доля А.В.<sup>1</sup>, Грузин В.В.<sup>1</sup>

Адгезионная прочность высокоэнтропийного покрытия на стали

<sup>1</sup>Национальный университет обороны имени Первого Президента Республики Казахстан – Елбасы  
(Казахстан, Астана)<sup>2</sup>Карагандинский технический университет имени А. Сагинова  
(Казахстан, Караганда)

doi: 10.18411/trnio-04-2023-504

**Аннотация**

Целью настоящей статьи является обоснование нового подхода к адгезии покрытий на металлы, связанный с наноструктурой поверхностного слоя и первичными трещинами, возникающими от внутренних напряжений в переходном слое из-за эффекта релаксации поверхности. Первичные нанотрещины в стали 20X13 возникают из-за напряженно-деформированного состояния, связанного с релаксацией его поверхности. Размер этих нанотрещин равен 1.21 нм. Через 100 наносекунд и более они превращаются в мезотрещины размером 121 нм. При осаждении ВЭС покрытия ионно-плазменным методом, его ионы диффундируют в сталь и образуют межфазовый (переходной) слой размером около 120 нм. В статье предложена модель первичных трещин, по которой можно сделать теоретическую оценку адгезионной прочности.

**Ключевые слова:** толщина поверхностного слоя, первичные нанотрещины, высокоэнтропийный сплав, адгезионная прочность.

**Abstract**

The purpose of this article is to substantiate a new approach to the adhesion of coatings to metal associated with the nanostructure of the surface layer and primary cracks arising from internal stresses in the transition layer due to the effect of surface relaxation. Primary nanocracks in steel 20Kh13 arise due to the stress-strain state associated with the relaxation of its surface. The size of these nanocracks is 1.21 nm. After 100 nanoseconds or more, they turn into mesocracks 121 nm in size. When the HEA coating is deposited by the ion-plasma method, its ions diffuse into the steel and form an interfacial (transitional) layer about 120 nm in size. The article proposes a model of primary cracks, which can be used to make a theoretical assessment of the adhesion strength.

**Keywords:** surface layer thickness, primary nanocracks, high-entropy alloy, adhesive strength.

**Введение**

На сегодняшний день существуют несколько теорий адгезии, включающие механическую, диффузионную, электронную, адсорбционную, релаксационную и слабого слоя на границе [1-3]. Механическая теория адгезии была предложена Мак-Беном, согласно которой она осуществляется путем затекания адгезива в трещины на поверхности субстрата с последующим его затвердеванием (рис. 1а). В нашем случае, как мы увидим ниже, адгезивом служит покрытие, которое осаждается с помощью плазмы и затекает в трещины, остывая в субстрате. Значит, мы имеем механический вариант теории адгезии. Диффузионная теория адгезии, впервые предложенная Воюцкимом, рассматривает диффузию адгезива в структуру субстрата (рис. 1б). В нашем случае, происходит диффузия ионов осаждаемого металла внутрь стали. Значит, мы также имеем диффузионный вариант адгезии.

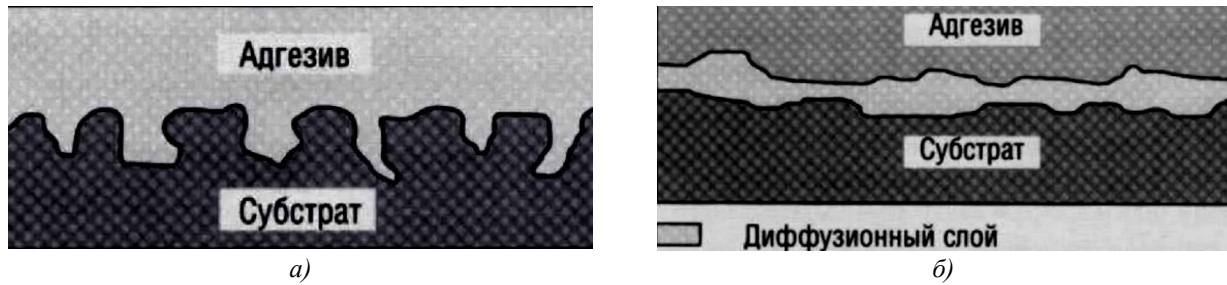


Рисунок 1. Механическая (а) и диффузионная (б) теории адгезии [2].

Электронная теория адгезии была создана Дерягиным и Кротовой. В ее основе лежит электрический конденсатор, обкладки которого представляют адгезив и субстрат (рис. 2а). В нашем случае, мы имеем ВЭС покрытие, нанесенное на сталь 20Х13, которые также можно рассматривать как конденсатор с различными обкладками, внутри которого находится поверхностный слой. Затронем также релаксационную теорию адгезии, которая рассматривает процессы деформации, обусловленными внутренними напряжениями (рис. 2б). Как мы увидим ниже, релаксационная теория адгезии занимает в нашем рассмотрении ведущую роль.

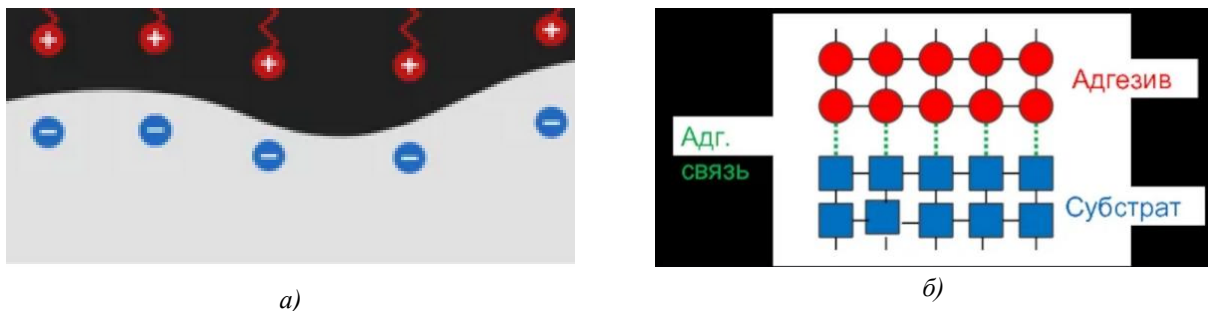


Рисунок 2. Электронная (а) и релаксационная (б) теории адгезии [2].

Целью настоящей статьи является обоснование нового подхода к адгезии покрытий на металл, связанный с наноструктурой поверхностного слоя и первичными трещинами, возникающими от внутренних напряжений в переходном слое из-за эффекта релаксации поверхности.

**Объекты и методика эксперимента и расчета.**

В качестве субстрата у нас будет выступать лопатка паровой турбины Т - 100/120-130-2 ТМЗ из стали 20Х13, химический состав которой показан в табл. 1.

Таблица 1

Химический состав стали 20Х13.

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Fe
0,25	до 0,6	до 0,6	до 0,6	до 0,025	до 0,03	12-14	~ 84

Турбинная лопатка из стали 20Х13 имеет поверхность и поверхностный слой R(I), свойства которого могут быть отличны от остального объема [4]. Размер слоя R(I) определен недавно и не превышает 1-6 нм, т.е. представляет собой наноструктуру [5]. Экспериментально размер R(I) определить очень трудно в сверхвысоком вакууме – для кремния R(I) = 3.1 нм, для золота R(I) = 1.2 нм [6]. Теоретически размер R(I) определен в работе [5]:

$$L_{nm} = R(I) = 0.17 \cdot 10^{-9} \nu. \tag{1}$$

Здесь молярный объем элемента:  $\nu = M/\rho$  (M – молярная масса,  $\rho$  – ее плотность. Значение  $L_{nm}$  представляет длину первичной нанотрещины [7]. Нанотрещина в слое R(I) живет чуть более 100 наносекунд, затем превращается в мезотрещину, обнаруженной в металлах в [8]. Нанотрещина в твердых телах была обнаружена недавно [9]. Для твердых растворов примем:

$$T_m = \sum_{i=1}^n c_i (T_m)_i, \quad M = \sum_{i=1}^n c_i (M)_i, \quad \rho = \sum_{i=1}^n c_i (\rho)_i. \quad (2)$$

В работе [10] показано, что поверхностная энергия объемного металла  $\gamma$  с точностью до 3% равна:

$$\gamma = 7.8 \cdot 10^{-4} \cdot T_m, \quad (3)$$

где  $T_m$  - температура плавления металла (К).

В слое R(I) нужно учесть размерный эффект и энергия слоя R(I) становится равной  $\gamma_1$  [11]:

$$\gamma_1 = \gamma(1 - R(I)/R(I) + h) \approx 0.3\gamma, \quad (4)$$

Из (4) следует, что энергия слоя R(I) в три раза меньше энергии металла. Используя (1)–(4) приведем параметры стали 20X13 в табл. 2.

Таблица 2

Физические параметры стали 20X13.

Сталь	$L_{nm} = R(I)$ , нм	$T_m$ , К	$\gamma$ , Дж/м <sup>2</sup>	$\gamma_1$ , Дж/м <sup>2</sup>
20X13	1.21	1820	1.420	0.473

В качестве адгезива нами использовался высокоэнтропийный сплав (ВЭС) CrNiTiZrCu и изготовленная из него мишень (рис. 3а) использовалась для дальнейшего магнетронного нанесения покрытий на установке ННВ 6И1.

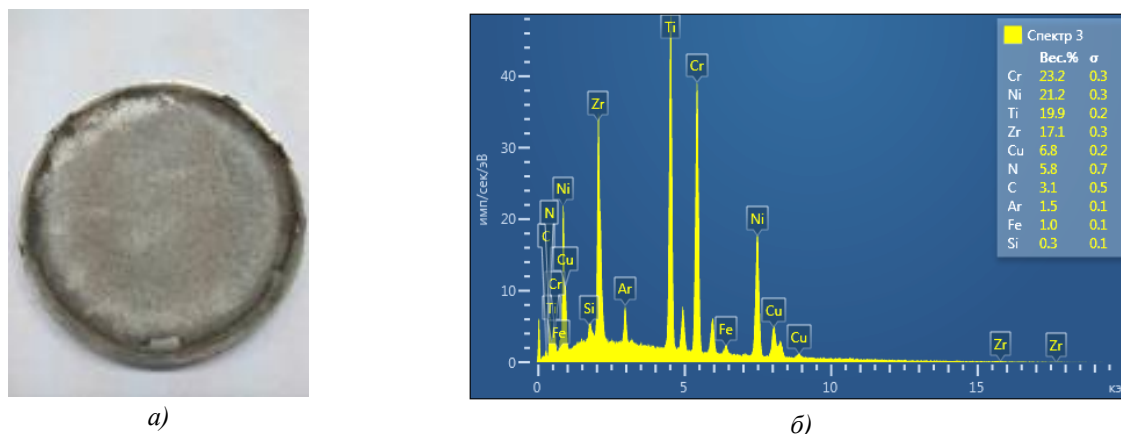


Рисунок 3. Мишень ВЭС (а); РФЭС спектр ВЭС (б).

На рис. 3б показан РФЭС спектр сплава CrNiTiZrCu, измеренный на электронном микроскопе JEOL JSM-5910, а в табл.3 его химический состав.

Таблица 3

Количественный химический состав CrNiTiZrCu, ат. %.

Элемент	Cr	Ni	Ti	Zr	Cu
Номинальный	20	20	20	20	20
в аргоне	23,2	21,2	19,9	17,1	6,8
в азоте	22,8	20,8	19,7	16,9	7,0

Результаты и их обсуждение.

Покрyтия ВЭС CrNiTiZrCu на лопатки паровой турбины Т - 100/120-130-2 ТМЗ наносились ионно-плазменным методом на установке ННВ-6.6И1 (рис. 4а). На рис. 4б показан промежуточный слой между сталью и ВЭС, измеренном на сколе турбинной лопатки на электронном микроскопе MIRA 3 фирмы TESCAN. Толщина промежуточного слоя оказалось равной около 0.12 мкм.

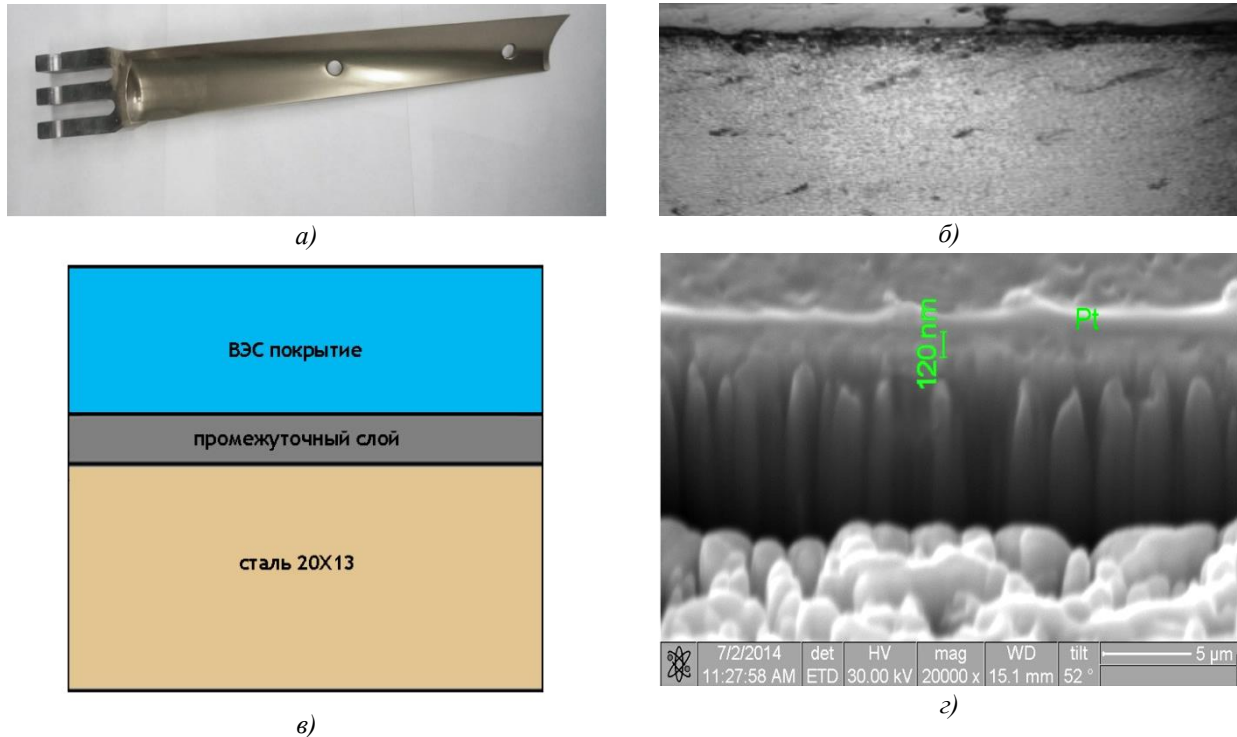


Рисунок 4. Турбинные лопатки с ВЭС покрытием (а); промежуточный слой (б); схема ВЭС покрытия (в); толщина промежуточного слоя (z).

На рис. 4в изображена схема осаждения ВЭС покрытия на турбинную лопатку. Там же показан промежуточный слой в формировании которого участвуют ионы ВЭС покрытия на глубину  $L_{\mu\text{m}} = 102$   $L_{\text{nm}} = 121$  нм. Именно на эту глубину, равную 100 нанотрещин стали 20X13 (табл. 2) диффундируют осаждаемые ионы покрытия и никак иначе. На рис. 4г показана толщина переходного слоя покрытия, полученного используя систему Quanta 200 3D, которая совмещает в себе сканирующий электронный микроскоп с термоэмиссионным катодом, сфокусированный ионный пучок, позволяющий прецизионно наносить и удалять материалы. Промежуточный слой отделялся от CrNiTiZrCu и стали 20X13 слоем из платины Pt.

Чтобы отделить покрытие CrNiTiZrCu от стали, нужно затратить работу, которая называется работой адгезии и дается выражением типа Дюпре [1]:

$$W_a = \gamma_1 + \gamma_2 - \gamma_{12} \approx 2/3(\gamma_1 + \gamma_2), (5)$$

где  $\gamma_1 = 1.513$  Дж/м<sup>2</sup> – поверхностная энергия CrNiTiZrCu,  $\gamma_2 = 1.420$  Дж/м<sup>2</sup> – поверхностная энергия стали 20X13,  $\gamma_{12} \approx 1/3\gamma_1 + 1/3\gamma_2$  - поверхностная энергия переходного слоя.

Энергия адгезии равна:  $W_a = 1.955$  Дж/м<sup>2</sup>. Напряжения в переходном слое равно  $\sigma_a$  [1]:

$$\sigma_a = \sqrt{W_a \cdot E / L_{\mu\text{m}}}, (6)$$

где  $E = 236$  ГПа – модуль Юнга переходного слоя.

В результате мы получили:  $\sigma_a = 1950$  МПа. Полученную нами величину  $\sigma_a = H \approx 2000$  МПа = 2 ГПа следует назвать адгезионной прочностью ВЭС CrNiTiZrCu покрытия на турбинную лопатку из стали 20X13. Для определения нанотвердости полученных покрытий нами использовалась зондовая лаборатория Ntegra с индентором Берковича. Для покрытия CrNiTiZrCu эта величина оказалось равной НВЭС  $\approx 17000$  МПа, что в 8.5 раз больше  $H$  переходного слоя. У стали 20X13 в виде закаленного прутка предел прочности  $\sigma_B = 830$  МПа [12], что в 2.5 раз меньше  $H$  переходного слоя, значит у стали 20X13 идет упрочнение.

Адгезионная прочность покрытий бронз, полученных на стали 45 методом деформационного плакирования составила в среднем 15 МПа [13].

#### **Заключение.**

В настоящей статье, впервые предложена структура поверхностного слоя обусловленная первичными трещинами, через которые и происходит диффузия осаждаемых компонент. Первичные нанотрещины металла отображают его атомную структуру и через 100 наносекунд они превращаются в мезотрещины, формируя переходной слой. Чтобы разрушить этот слой необходимо совершить работу адгезии. Окончательно, адгезионную прочность покрытия можно определить теоретически, используя предложенные в статье формулы и экспериментально определяемые свойства покрытий и основы, на которую осаждаются покрытия.

#### **Благодарность.**

Данная научная статья опубликована в рамках выполнения научной программы программно-целевого финансирования на 2021-2023 годы ИРН № BR1090150221 «Разработка технологии защитных покрытий поверхностей вооружения и военной техники для защиты от агрессивных факторов окружающей среды и условий эксплуатации» (исследование финансируется Комитетом науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан).

\*\*\*

1. Зимон А.Д. Адгезия пленок и покрытий. - М.: Химия, 1977. - 352 с.
2. Богданова Ю.Г. Адгезия и ее роль в обеспечении прочности полимерных композитов. – М.: МГУ, 2010. – 68 с.
3. Мьо Чжо Хлаинг. Повышение адгезии покрытий при металлизации керамических подложек. - Автореф. кандидата тех. наук, Москва, 2018. - 18 с.
4. Панин В.Е., Сергеев В.П., Панин А.В. Наноструктурирование поверхностных слоев конструкционных материалов и нанесение наноструктурных покрытий. - Томск: Изд-во ТПУ, 2010. - 254 с.
5. Юров В.М. Толщина поверхностного слоя атомарно-гладких кристаллов // Физико-химические аспекты изучения кластеров, наноструктур и наноматериалов, 2019, вып. 11. С. 389-397.
6. Оура К., Лифшиц В.Г., Саранин А.А., Зотов А.В., Катаяма М. Введение в физику поверхности. - М.: Наука, 2006. - 490 с.
7. Юров В.М., Гончаренко В.И., Олешко В.С. Исследование первичных нанотрещин атомарно-гладких металлов // Письма в ЖТФ, 2023, том 49, вып. 8. С. 35-38.
8. Бетехтин В.И., Кадомцев А.Г. Эволюция микроскопических трещин и пор в нагруженных твердых телах // ФТТ. 2005. том 47. вып. 5. С. 801-807.
9. Веттегрень В.И., Пономарев А.В., Мамалимов Р.И., Щербаков И.П. Нанотрещины при разрушении олигоклаза // Физика земли, 2021, № 6. С. 87-92.
10. Рехвиашвили С.Ш., Киштикova Е.В., Кармокова Р.Ю. К расчету постоянной Толмена // Письма в ЖТФ, 2007, Т. 33, Вып. 2. - С. 1–7.
11. Yurov V.M., Goncharenko V.I., Oleshko V.S., Sha Mingun. Anisotropy of the surface of carbon materials // Eurasian Physical Technical Journal, 2021, Vol. 18, No. 3(37). – P. 15-24.
12. Коробов Ю.С. Анализ свойств газотермических покрытий. Ч. 2. Оценка параметров покрытий. - Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2016. - 92 с.
13. Леванцевич М.А., Максимченко Н.Н., Белый А.Н., Дема Р.Р., Кадошников В.И., Нефедьев С.П., Харчесьш М.В. Адгезионная прочность покрытий, сформированных деформационным плакированием гибким инструментом // Упрочняющие технологии и покрытия, 2016, №6. – С. 12-18.



Рецензируемый научный журнал

**ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ  
№96, Апрель 2023**

Часть 9

Подписано в печать 24.04.2023. Тираж 400 экз.  
Формат.60x841/16. Объем уч.-изд. л.11,05  
Отпечатано в типографии Научный центр «LJournal»  
Главный редактор: Иванов Владислав Вячеславович