

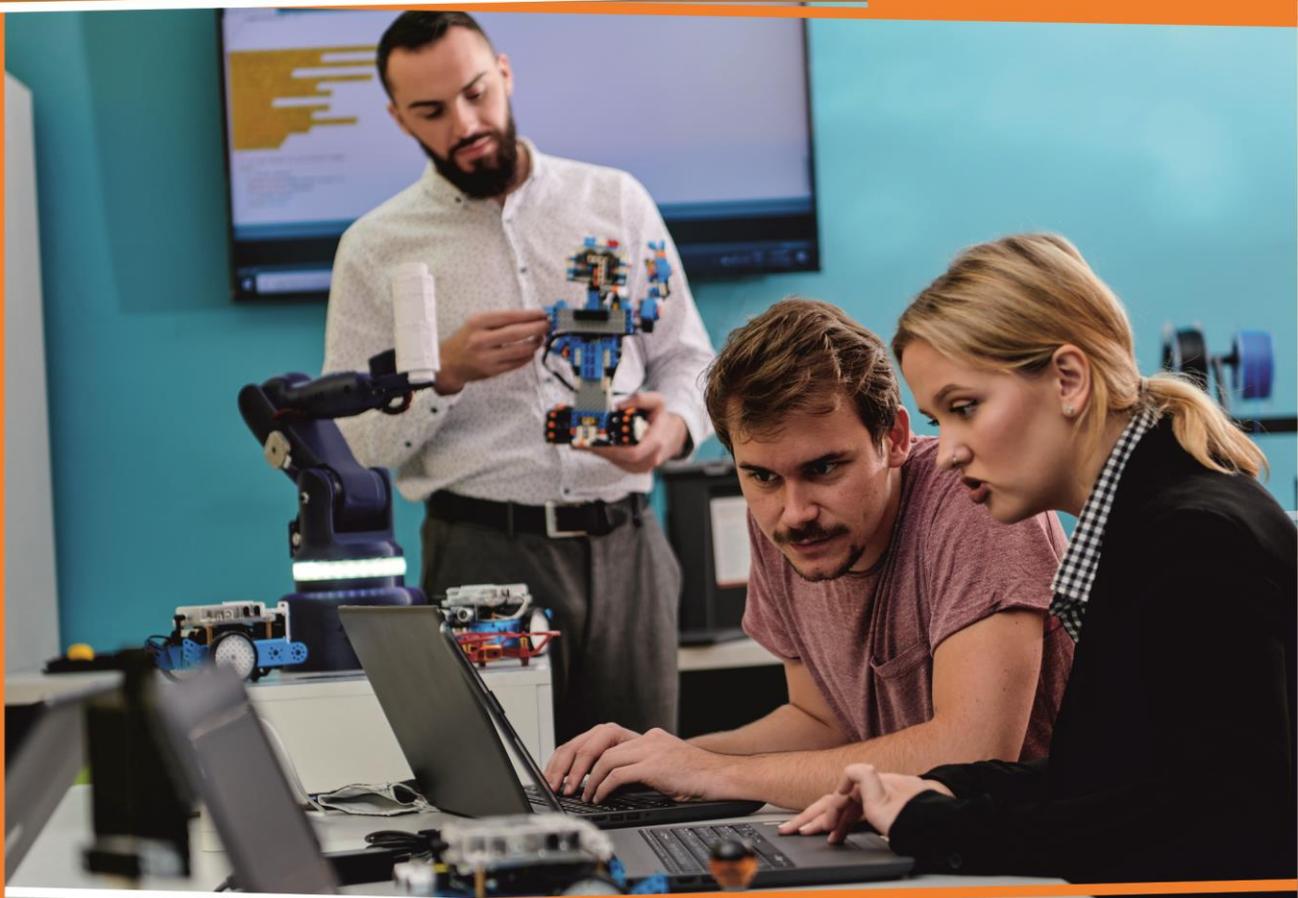


СибАК
www.sibac.info

ISSN 2310-4066

**СХЛ СТУДЕНЧЕСКАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ**

№8(138)



**НАУЧНОЕ СООБЩЕСТВО
СТУДЕНТОВ XXI СТОЛЕТИЯ.
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**

г. НОВОСИБИРСК, 2024



НАУЧНОЕ СООБЩЕСТВО СТУДЕНТОВ XXI СТОЛЕТИЯ. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

*Электронный сборник статей по материалам CXL студенческой
международной научно-практической конференции*

№ 8 (138)
Август 2024 г.

Издается с Октября 2012 года

Новосибирск
2024

УДК 62
ББК 30
Н34

Председатель редколлегии:

Дмитриева Наталья Витальевна – д-р психол. наук, канд. мед. наук, проф., академик Международной академии наук педагогического образования, врач-психотерапевт, член профессиональной психотерапевтической лиги.

Редакционная коллегия:

Ахмеднабиев Расул Магомедович – канд. техн. наук, доц. Полтавского национального технического университета им. Ю. Кондратюка;

Ахметов Сайранбек Махсумович – д-р техн. наук, проф., академик Национальной инженерной академии РК и РАЕН, профессор кафедры «Механика» Евразийского национального университета им. Л.Н. Гумилева, руководитель Казахского отделения (г. Астана) международной научной школы устойчивого развития им. ак. П.Г. Кузнецова;

Елисеев Дмитрий Викторович – канд. техн. наук, доцент, бизнес-консультант Академии менеджмента и рынка, ведущий консультант по стратегии и бизнес-процессам, «Консалтинговая фирма «Партнеры и Боровков».

Н34 «Научное сообщество студентов XXI столетия. Технические науки»:
Электронный сборник статей по материалам СХЛ студенческой международной научно-практической конференции. – Новосибирск: Изд. ООО «СибАК». – 2024. – № 8 (138) / [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: [https://sibac.info/archive/technic/8\(138\).pdf](https://sibac.info/archive/technic/8(138).pdf)

Электронный сборник статей по материалам СХЛ студенческой международной научно-практической конференции «Научное сообщество студентов XXI столетия. Технические науки» отражает результаты научных исследований, проведенных представителями различных школ и направлений современной науки.

Данное издание будет полезно магистрам, студентам, исследователям и всем интересующимся актуальным состоянием и тенденциями развития современной науки.

Статьи сборника «Научное сообщество студентов. Технические науки» размещаются на сайте научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU.

ББК 30

ISSN 2310-4066

© ООО «СибАК», 2024 г.

Оглавление

Секция «Архитектура, строительство»	4
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ	4
Копылов Матвей Алексеевич Степанов Сергей Викторович Петропавловских Ольга Константиновна	
Секция «Информационные технологии»	12
РАЗВИТИЕ МОБИЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ: ОТ МОБИЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ ДО МОБИЛЬНОЙ КОММЕРЦИИ	12
Дембровский Николай Юрьевич	
СОЗДАНИЕ МУЗЫКИ НА ЯЗЫКЕ ПРОГРАММИРОВАНИЯ R	15
Журавлева Кристина Владимировна	
ПРОЦЕССНЫЙ ПОДХОД. ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ ВНЕДРЕНИЯ ПРОЦЕССНОГО ПОДХОДА В УПРАВЛЕНИИ	20
Кравченко Вениамин Витальевич	
Секция «Машиностроение»	24
СЛОЖНОСТИ ЛЕТНЕГО СОДЕРЖАНИЯ ГОРОДА В СТЕСНЕННЫХ УСЛОВИЯХ ТРОТУАРОВ И ДВОРОВ	24
Вякин Данила Сергеевич Тезякова Маргарита Андреевна Тагиева Наталья Константиновна	
Секция «Ресурсосбережение»	31
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В ПРИГОТОВЛЕНИИ ГОРЯЧЕЙ ВОДЫ	31
Углов Олег Анатольевич Хартлинг Анна Валерьевна	
Секция «Энергетика»	43
РАЗВИТИЕ ГИДРОЭНЕРГЕТИКИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ	43
Иванчук Максим Олегович Акудович Михаил Сергеевич Кропочева Людмила Владимировна	
СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГАЗОПОРШНЕВЫХ И ГАЗОТУРБИНЫХ УСТАНОВОК В КАЧЕСТВЕ ОБЪЕКТОВ МАЛОЙ РАСПРЕДЕЛЁННОЙ ЭНЕРГЕТИКИ	49
Поляков Евгений Владиславович	

СЕКЦИЯ
«АРХИТЕКТУРА, СТРОИТЕЛЬСТВО»

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА
В СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

Копылов Матвей Алексеевич
студент,
кафедра автомобильных дорог, мостов и тоннелей,
Казанский государственный архитектурно-строительный университет,
РФ, г. Казань
E-mail: matvei.kopylov.01@gmail.com

Степанов Сергей Викторович
научный руководитель,
канд. техн. наук, доц., директор института строительства,
Казанский государственный архитектурно-строительный университет,
РФ, г. Казань

Петропавловских Ольга Константиновна
научный руководитель,
ст. преподаватель кафедры автомобильные дороги, мосты и тоннели,
Казанский государственный архитектурно-строительный университет,
РФ, г. Казань

THE USE OF INDUSTRIAL WASTE IN CONSTRUCTION

Matvei Kopylov
student,
Department of Highways, Bridges and Tunnels,
Kazan State University of Architecture and Civil Engineering,
Russia, Kazan

Sergey Stepanov
scientific supervisor, Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor, Director of the Institute of Construction,
Kazan State University of Architecture and Civil Engineering,
Russia, Kazan

Olga Petropavlovsk
scientific supervisor,
Senior Lecturer of the Department of Highways, Bridges and Tunnels,
Kazan State University of Architecture and Civil Engineering,
Russia, Kazan

АННОТАЦИЯ

В России вопрос утилизации промышленных отходов стоит особенно остро. Анализ, представленный в статье, показывает, что ежегодно объемы таких отходов увеличиваются на 10-20%. Одним из эффективных способов их утилизации является использование отходов в производстве строительных материалов, что зачастую не требует специальной подготовки отходов для применения в качестве сырьевого компонента. В статье представлены результаты исследования влияния пыли газоочистки дуговой электросталеплавильной печи металлургических предприятий на свойства цементных систем, а также оценивается возможность использования данного вида промышленного отхода в качестве компонента комплексного модификатора бетонов. Испытание технологических свойств цементного теста, прочностных показателей цементного камня и мелкозернистого бетона проводится по стандартным методикам.

ABSTRACT

In Russia, the issue of industrial waste disposal is particularly acute. The analysis presented in the article shows that the volume of such waste increases by 10-20% annually. One of the most effective ways of their disposal is the use of waste in the production of building materials, which often does not require special preparation of waste for use as a raw material component. The article presents the results of a study of the effect of gas purification dust from an electric arc furnace of metallurgical enterprises on the properties of cement systems, and also assesses the possibility of using this type of industrial waste as a component of a complex concrete modifier. The testing of the technological properties of cement paste, strength parameters of cement stone and fine-grained concrete is carried out according to standard methods.

Ключевые слова: бетон; прочность; цемент; промышленные отходы; утилизация; химические добавки.

Keywords: concrete; strength; cement; industrial waste; recycling; chemical additives.

1. Введение

В последние годы в Российской Федерации происходит значительное увеличение количества образуемых промышленных отходов [1-4]. Согласно исследованиям, российские предприятия в 2022 году сгенерировали рекордные 9,02 млрд. тонн отходов, что на 6,3% превышает показатель 2021 года и на 22,8% показатели 2020 года.

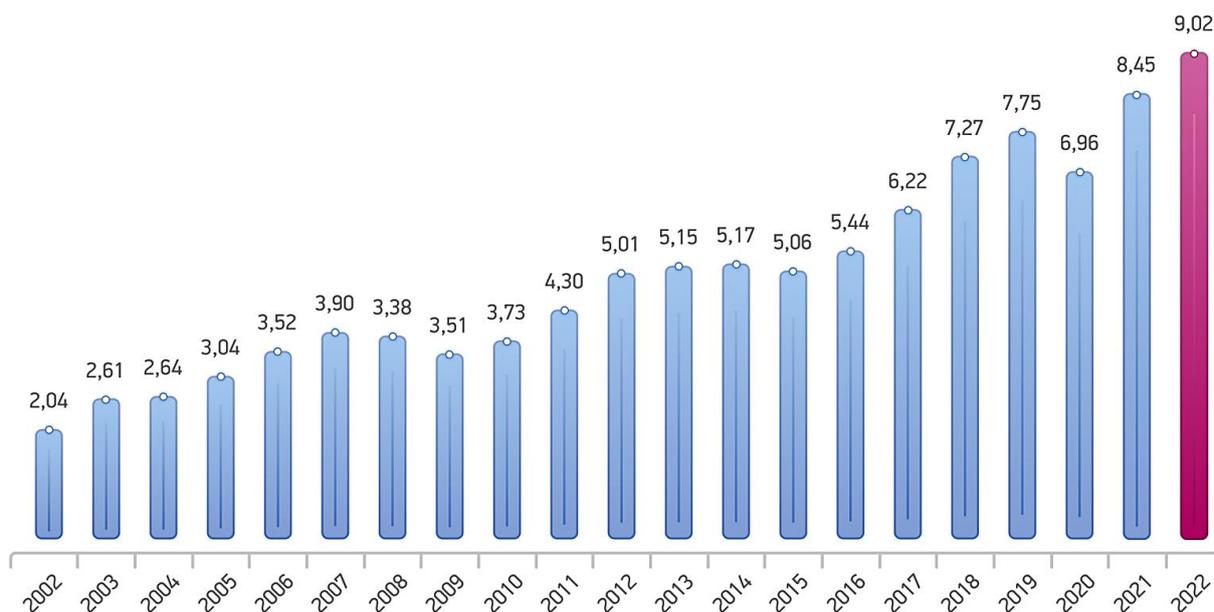


Рисунок 1. Образование отходов предприятий по годам, 2002 - 2022 гг., млрд. т

В настоящее время утилизируется очень мало отходов. Перерабатывается всего 5-7 % отходов, остальное либо захоранивается, либо находится в отвалах. Национальный проект «Экология» предусматривает, что в 2024 году должно перерабатываться 36 % отходов [5-8].

Существуют способы извлечения ценных металлов и веществ из промышленных отходов и их использования в народном хозяйстве.

Одним из наиболее перспективных способов утилизации промышленных отходов является их применение в качестве сырьевых компонентов при производстве строительных материалов, в частности в цементных системах [9]. Бетон является самым распространенным видом строительного материала.

Общий объем производства бетона и железобетона составляет по разным источникам от 3 до 10 млрд. м³ в год.

Целью настоящего исследования является рассмотрение возможности применения пыли газоочистки металлургических предприятий в качестве компонента замедлителя твердения цементных бетонов.

2. Материалы и методы

Пыль газоочистки дуговой электросталеплавильной печи, представляет собой высокодисперсный сухой порошкообразный материал (рис. 2).



Рисунок 2. Внешний вид пыли газоочистки дуговой электросталеплавильной печи

Истинную плотность бетона $\rho_{и}$ г/см³, вычисляют по формуле:

$$\rho_{и} = \frac{m - m_1}{V} \quad (1)$$

где m – масса высушенной навески, г; m_1 – масса остатка навески, г;

V – объем воды, вытесненной навеской, равный 20 см³

Расхождение между результатами двух испытаний не должно быть более 0,02 г/см³.

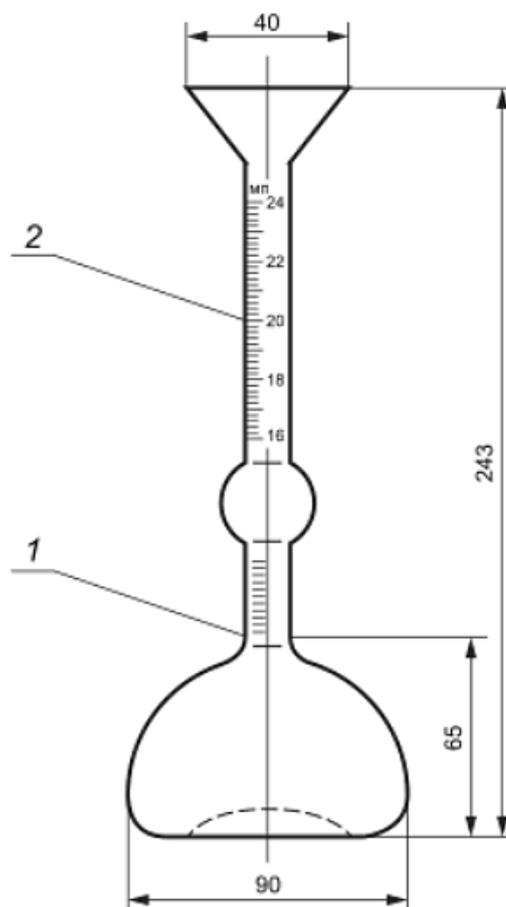
В случае больших расхождений проводят третье испытание и принимают для расчета два ближайших результата.

За конечный результат ускоренного определения истинной плотности принимают среднеарифметическое значение двух параллельных испытаний.

Так как материал получился плотный, следующая проверка была на наличие металлических частиц. Определяли наличие металлических частиц с помощью магнита в лабораторных условиях.

Проводились испытания на определение нормальной густоты и сроков схватывания цементного теста.

Проверялось влияние пыли газоочистки на прочность цементного камня по ГОСТ 310.4-81 «Цементы. Методы определения прочности при изгибе и сжатии».



1 - нижняя метка; 2 - верхняя метка

Рисунок 3. Прибор Ле-Шателье

3. Результаты и обсуждение

Истинная плотность пыли газоочистки составляет 4,19 г/см³, при этом содержание металлических частиц достигает 40%. Пыль представляет собой высокодисперсный сухой порошок, что исключает необходимость её предварительной подготовки перед использованием.

Пыль газоочистки вводилась в цементную смесь в дозировках 1%, 3% и 5% от массы цемента. После этого проводились измерения основных технологических и физико-механических свойств смеси и камня.

Таблица 3.

Нормальная густота и сроки схватывания цементного теста

Состав	Нормальная густота, (%)	Начало схватывания, час: минуты	Конец схватывания, час: минуты
Ц	29	1:50	2:40
Ц+Пг (1%)	30	2:30	3:40
Ц+Пг (3%)	31	4:45	7:05
Ц+Пг (5%)	32	5:30	7:30

Из таблицы видно, что добавление пыли увеличивает водопотребность цементного теста. При введении 5% пыли нормальная густота цементного теста увеличивается на 10%, что может негативно сказаться на прочностных характеристиках цементного камня и бетона. Поэтому целесообразно использовать пыль газоочистки вместе с суперпластификаторами, чтобы компенсировать этот эффект. Введение пыли также значительно увеличивает сроки схватывания цементного теста: при дозировке 5% начало схватывания увеличивается до 5 часов 30 минут, а конец схватывания до 7 часов 30 минут. Это положительно влияет на сохраняемость подвижности бетонной смеси и позволяет увеличить радиус доставки бетона до строительного объекта.

Следующим этапом исследования было изучение влияния пыли на прочность цементного камня.

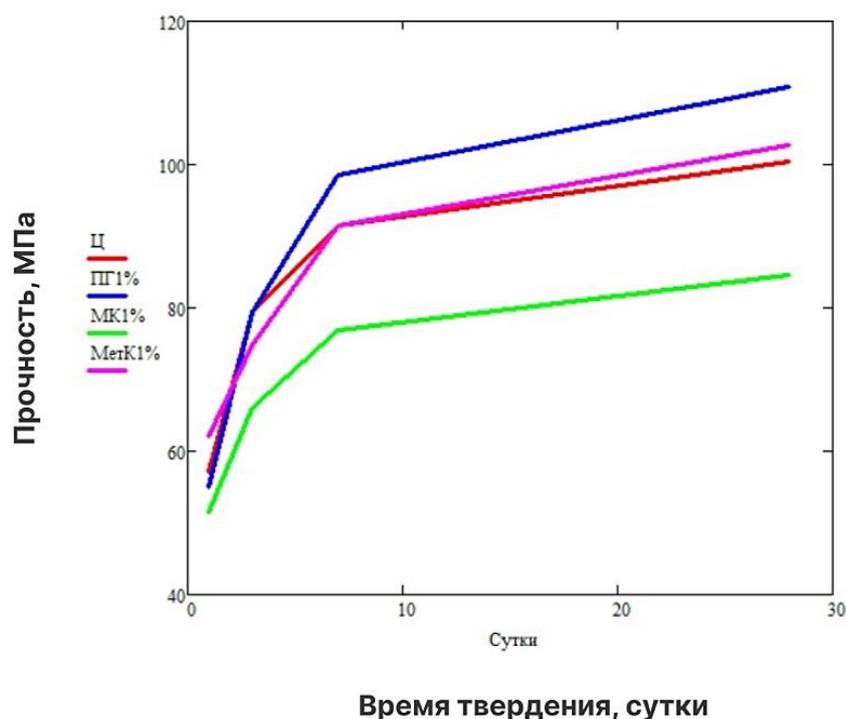


Рисунок 4. Прочность цементного камня

Из рис. 4 видно, что введение пыли газоочистки увеличивает прочность цементного камня на всех сроках твердения. Было проведено сравнение различных добавок в составе цементного камня, таких как цемент, цемент с пылью газоочистки, цемент с микро кремнеземом, и цемент с метаксаолином.

4. Заключение

1. Установлена эффективность использования пыли газоочистки дуговой электросталеплавильной печи в качестве замедлителя твердения цементных бетонов.

2. Введение 5% пыли от массы цемента увеличивает сроки схватывания: начало до 5 часов 30 минут, конец до 7 часов 30 минут.

3. Введение 1% пыли от массы цемента позволяет увеличить прочность цементного камня в марочном возрасте на 10% по сравнению с составом без пыли.

4. Благодаря значительному замедлению твердения цементного бетона в присутствии пыли газоочистки уменьшается экзотермический эффект, что позволяет исключить появление «холодных» швов в процессе бетонирования и обеспечить полную монолитность конструкции.

Список литературы:

1. Алеева Э.Р., Агадуллина А.Х. Промышленные отходы электростанции // Обращение с отходами: современное состояние и перспективы: сб. тр. конф.. Уфа – 2018. – С. 114-117.
2. Федотова В.П., Гришкевич М.С. Промышленные отходы – перспективные способы использования // Новые идеи в науках о земле: сб. тр. конф.. – М, 2019. – С. 395-396.
3. Золотарев В.А., Козлов И.П. (2021). Экологические аспекты применения металлургических отходов в строительстве. *ЭкоТех*, 7(2), 78-85.
4. Воздействие строительно-монтажных работ при возведении автодорожных мостов на состояние водных биологических ресурсов / О.К. Петропавловских, Л.Р. Абдуллина // *Техника и технология транспорта*. – 2022. – № 2(25). – EDNFUWQXQ.
5. Федотов Н.И., Павлов Д.Е. (2020). Влияние отходов металлургической промышленности на свойства цементных композитов. *Материалы и конструкции*, 5(1), 22-29.
6. Чинцов А.В., Смирнов М.В. (2019). Использование промышленных отходов в строительных материалах. *Журнал строительных наук*, 12(4), 45-53.
7. Петров С.Г., Анисимов К.М. (2022). Использование отходов металлургии в бетонных конструкциях. *Научно-технический вестник*, 9(3), 105-112.
8. Кривошеев В.П., Беляев Ю.Н. (2023). Переработка и утилизация промышленных отходов: современный подход. *Химия и химическая технология*, 10(4), 133-140.
9. Управление проектами при строительстве искусственных сооружений / О.К. Петропавловских, О.А. Логинова, Д.Р. Апакова [и др.] // *Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета*. – 2019. – № 2(48). – С. 290-299. – EDNYEYUJG.
10. Национальный проект «Экология». (2018). План мероприятий по переработке промышленных отходов. Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации.
11. Сидоров А.Л., Васильев П.И. (2023). Модификация цементных систем промышленными отходами. *Журнал инновационных технологий*, 15(2), 91-98.
12. Смирнова Е.Н., Захаров П.В. (2022). Применение отходов металлургического производства в строительстве автомобильных дорог. *Дороги и мосты*, 6(1), 49-56.

СЕКЦИЯ
«ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»

**РАЗВИТИЕ МОБИЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ:
ОТ МОБИЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ ДО МОБИЛЬНОЙ КОММЕРЦИИ**

Дембровский Николай Юрьевич
студент,
кафедра математики и моделирования,
Владивостокский государственный университет,
РФ, г. Владивосток
E-mail: keysurr2605@gmail.com

**DEVELOPMENT OF MOBILE TECHNOLOGY:
FROM MOBILE APPLICATIONS TO MOBILE COMMERCE**

Nikolay Dembrowsky
student,
Department of Mathematics and Modeling,
Vladivostok State University,
Russia, Vladivostok

АННОТАЦИЯ

Роль мобильных технологий в развитии информационных технологий. Пояснение термина мобильные приложения и построение структуры работы приложения и объяснение основных его частей. Значимость мобильной коммерции для развития бизнеса компаний и использование мобильных приложений обычными пользователями.

ABSTRACT

The role of mobile technologies in the development of information technologies. Explanation of the term mobile applications and construction of the structure of the application and explanation of its main parts. The importance of mobile commerce for business development of companies and the use of mobile applications by ordinary users.

Ключевые слова: мобильные технологии; мобильные приложения; мобильная коммерция; информационные технологии.

Keywords: mobile technologies; mobile applications; mobile commerce; information technology.

В мире информационных технологий мобильные устройства стали неотъемлемой частью в повседневной жизни людей. Приложения, интернет и сервисы стали безграничны в своих возможностях. Мобильные технологии используются практически во всех сферах в нашей жизни – от развлечений и общения до управления финансами и организации работы.

В современном мире компании и предприниматели начинают все более серьезно подходить к развитию мобильных технологий, так как это один из лучших способов создавать удобные и новейшие решения для своих клиентов, также возможность быстро расширять свой бизнес. Поэтому изучение и развитие мобильных технологий играет важную роль для современного общества.

Одним из популярных мобильных технологий является мобильное приложение – это специально разработанное под функциональные возможности гаджетов программное обеспечение [1]. Оно может быть самым разнообразным: сервисы, магазины, развлечения и другое. Все эти приложения каждый пользователь может получить достаточно просто, скачивая их на специальных сервисах, которые, в свою очередь, являются такими же мобильными приложениями.

Мобильное приложение также имеет свою структуру, которая состоит из двух важных частей: front-end и back-end. Данная структура представлена на рисунке 1.



Рисунок 1. Структура мобильного приложения

Front-end часть, как и в структуре сайта, всегда взаимодействует с пользователем. В этот блок входят компоненты и опции самой программы. Все что видит пользователь и с чем он может взаимодействовать, открывая мобильное приложение, является front-end. Например, панель настроек, кнопки, опции и так далее. С этими компонентами взаимодействует разработчик, который работает с блоком back-end. Другими словами, мобильное приложение напоминает систему, стороны которой являются front-end и back-end [2].

Также мобильные приложения играют важную роль в бизнесе. Мобильная коммерция - это процесс, в ходе которого вы продаете или покупаете товары и услуги с экрана беспроводных мобильных устройств, таких как смартфоны и планшеты [3]. С помощью мобильных устройств каждый человек обладает возможностями в построении собственного бизнеса, продавая товары или предоставляя разные услуги другим людям. Также мобильная коммерция помогает уже существующим компаниям эффективно взаимодействовать с клиентами, возможность общаться, заключать контракты, получать обратную связь и многое другое.

Развитие информационных технологий как мобильные приложения являются одной из самых важных частей современности, так как компании и обычные люди все чаще начинают использовать мобильные устройства для решения любых задач, от покупки товара до продажи его с собственного магазина.

Список литературы:

1. Мобильное приложение [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.calltouch.ru/blog/glossary/mobilnoe-prilozhenie/> (дата обращения: 22.07.24).
2. Front-end vs. Back-end И что такое Full-stack? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pasv.us/ru/blog/frontend-vs-backend> (дата обращения: 22.07.24).
3. Что такое мобильная коммерция, и как с ее помощью можно добиться роста продаж? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://express.dhl.ru/business/export-online-stores/sovety-v-oblasti-elektronnoy-torgovli/chto-takoe-mobilnaya-kommertsiya-i-kak-s-ee-pomoshchyu-mozhno-dobitsya-rosta-prodazh/> (дата обращения: 22.07.24).

СОЗДАНИЕ МУЗЫКИ НА ЯЗЫКЕ ПРОГРАММИРОВАНИЯ R

Журавлева Кристина Владимировна

студент,

*кафедра естественнонаучных дисциплин,
факультет бизнес-коммуникаций и информатики,
Иркутский государственный университет,*

РФ, г. Иркутск

E-mail: kristinazhuravleva22@gmail.com

MUSIC CREATING IN THE PROGRAMMING LANGUAGE R

Kristina Zhuravleva

student,

*Department of Natural Sciences,
Faculty of Business Communications and Informatics,
Irkutsk State University,*

Russia, Irkutsk

АННОТАЦИЯ

В статье представлен обзор возможностей использования языка программирования R для создания музыки, дано описание различных пакетов. Также описана методология, выделены преимущества и недостатки языка в этой сфере. Статья завершается обсуждением потенциала использования R для создания разнообразной музыки от простых мелодий до сложных оркестровых аранжировок.

ABSTRACT

The article provides an overview of the possibilities of using the programming language R to create music, provides a description of various packages. The methodology is also described, the advantages and disadvantages of the language in this sphere are highlighted. The article concludes with a discussion of the potential of using R to create diverse music, from simple melodies to complex orchestral arrangements.

Ключевые слова: создание музыки, язык программирования R, библиотеки R, пакеты R, `tabr`, `gm`, `chorrrds`, `music21`, `chordgen`, синтез звука, музыкальные паттерны, гармонии, последовательности, аранжировка, обработка данных.

Keywords: creation of music, programming language R, libraries R, packages R, `tabr`, `gm`, `chorrds`, `music21`, `chordgen`, synthesis of sound, musical patterns, harmonies, sequences, arrangement, data processing.

Введение

Создание музыки — увлекательное и многогранное занятие, которое традиционно ассоциируется с использованием специализированных программ и инструментов. Однако в последние годы язык программирования R набирает популярность в этой области благодаря своим мощным возможностям обработки данных. В этой статье мы рассмотрим набор пакетов, преимущества и недостатки языка, а также методологию создания музыки в R.

Обзор библиотек и пакетов R

Существует множество библиотек и пакетов R, которые предоставляют функции для создания музыки. Среди них:

1. `{tabr}`

Данный пакет предоставляет синтаксис нотной записи и набор функций музыкального программирования для генерации, обработки, организации и анализа музыкальной информации в R.

Структура нотной записи облегчает создание и анализ музыкальных данных в форме нот. Помимо множества других функций, `{tabr}` имеет функцию визуализации аккордовых схем, которая может быть особенно интересна пользователям пакета `{chorrds}`.

2. `{gm}`

Название этого пакета можно интерпретировать в двух вариантах: грамматика музыки или генерация музыки. Это соответствует двум функциональным возможностям пакета: язык для представления музыки, а также генерация музыкальных партитур и аудиофайлов.

Пакет предоставляет интуитивно понятный язык, с помощью которого можно легко создавать музыку в R. Он генерирует и встраивает музыкальные партитуры и аудиофайлы в документы R-Studio.

3. {chorrds}

Данный пакет нужен для извлечения и анализа музыкальных аккордов. Он сканирует веб-сайт для загрузки музыкальных аккордов Cifra Club.

Его можно считать пакетом для MIR (Music Information Retrieval). MIR — это широкая область вычислительной музыки, которая извлекает и обрабатывает музыкальные данные, от неструктурированных, таких как звуковые волны, до структурированных, таких как ноты или аккорды.

В настоящее время основными функциями пакета являются: извлечение названий песен определённого исполнителя и извлечение аккордов песни. Также есть некоторые вспомогательные объекты - кадры данных, содержащие все основные гаммы и мажоры, а также расстояние от ноты С в квинтовом круге по полутонам.

Удобство использования этого пакета может быть значительно увеличено в сочетании с другими инструментами MIR, такими как пакет {tabr}, который предлагает конвертер синтаксиса нотной записи.

4. {music21}

Основан на библиотеке music21 из языка программирования Python, используется для запуска любых функций внутри него, показывает хоралы Баха и генерирует случайные аккорды с помощью внутреннего пакета {chordgen}.

5. {chordgen}

Сделан поверх пакета {music21}, генерирует случайные аккорды и может добавлять тексты песен.

Методология

Методология создания музыки в R включает в себя следующие этапы:

1. Генерация звуков.

Использование функций синтеза для создания основных единиц звука (например, волн, шумов).

2. Формирование музыкальных паттернов.

Объединение звуков в более сложные структуры (например, риффы, мелодии).

3. Создание гармоний.

Добавление дополнительных нот или аккордов для обогащения музыкального звучания.

4. Последовательность и аранжировка.

Организация музыкальных паттернов и гармоний в связную композицию.

Результаты

Благодаря использованию пакетов R и описанной методологии можно создавать разнообразную музыку от простых мелодий до сложных оркестровых аранжировок. Качество музыки зависит от выбранных алгоритмов, параметров и мастерства композитора.

Преимущества и недостатки

Создание музыки в R имеет ряд преимуществ:

1. Доступность.

R является бесплатным и общедоступным языком программирования.

2. Мощь обработки данных.

R предоставляет мощные инструменты для анализа и обработки музыкальных данных.

Однако есть и некоторые недостатки:

1. Сложность обучения.

R может быть сложным в освоении для начинающих.

2. Ограниченная звуковая библиотека.

R имеет ограниченную встроенную библиотеку звуков.

3. Отсутствие графического интерфейса.

R в основном основан на тексте, что может быть непривычно для некоторых композиторов.

Заключение

Создание музыки в R — это захватывающий и инновационный подход, который открывает новые возможности для композиторов и исследователей. Хотя R может быть сложным для новичков, его мощь и гибкость делают его

ценным инструментом для тех, кто стремится создавать музыку с помощью программирования. По мере дальнейшего развития языка и экосистемы пакетов R, мы можем ожидать еще большего прогресса в этой увлекательной области.

Список литературы:

1. Chordgen [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://github.com/r-music/chordgen> (дата обращения: 19.07.2024).
2. Chorrds [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://github.com/r-music/chorrds> (дата обращения: 17.07.2024).
3. Complete Guide to gm [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cran.r-project.org/web/packages/gm/vignettes/gm.html> (дата обращения: 20.07.2024).
4. Complete Guide to gm [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://flujoo.github.io/gm/articles/gm.html> (дата обращения: 20.07.2024).
5. Introduction to the chorrds package [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://r-music.rbind.io/posts/2018-08-19-chords-analysis-with-the-chorrds-package/> (дата обращения: 19.07.2024).
6. Introduction to the gm package [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://r-music.rbind.io/posts/2021-04-03-gm/> (дата обращения: 19.07.2024).
7. Music notation syntax converters [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://leonawicz.github.io/tabr/reference/to_tabr.html (дата обращения: 18.07.2024).
8. Music21 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://github.com/r-music/music21> (дата обращения: 17.07.2024).
9. Music21 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://r-music.rbind.io/posts/2018-10-06-music21/> (дата обращения: 18.07.2024).
10. Render chord charts [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://leonawicz.github.io/tabr/articles/tabr-chordchart.html> (дата обращения: 20.07.2024).
11. Tabr [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://leonawicz.github.io/tabr/> (дата обращения: 17.07.2024).

ПРОЦЕССНЫЙ ПОДХОД. ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ ВНЕДРЕНИЯ ПРОЦЕССНОГО ПОДХОДА В УПРАВЛЕНИИ

Кравченко Вениамин Витальевич

студент,

Владивостокский государственный университет,

РФ, г. Владивосток

E-mail: venya.cfru@mail.ru

В современных условиях быстро меняющихся рынков и растущей конкуренции предприятия сталкиваются с необходимостью повышения своей эффективности и гибкости.

Для достижения высокой эффективности компании применяют процессный подход в управлении бизнесом. Процессный подход достаточно сложен во внедрении и требует больших усилий руководства, в особенности если компания является крупной [1].

Процессный подход в управлении — это подход, при котором организация рассматривается как совокупность взаимосвязанных процессов. Каждый процесс представляет собой последовательность шагов или действий, направленных на достижение конкретных результатов.

Согласно ISO 9000:2000 такой подход позволяет эффективно управлять процессами, протекающими внутри организации, улучшать качество продукции или услуг.

В рамках управления бизнес-процессам следует выделить следующие аспекты:

- описание бизнес-процесса. Выделяются сотрудники, которые занимаются определенным бизнес-процессом и время или событие, при котором начинается выполнение процесса;
- измерение метрик. Измеряются основные метрики, которые показывают, насколько эффективно выполняется процесс;
- непрерывное улучшение. Бизнес-процесс должен постоянно улучшаться путем оптимизации и внедрения новых технологий.

Важным инструментом процессного подхода является использование различных методологий и нотаций для моделирования и оптимизации бизнес-процессов. Одной из наиболее популярных и широко применяемых методологий является BPMN (Business Process Model and Notation), которая предоставляет стандартные нотации для графического представления бизнес-процессов. Это позволяет не только визуализировать процессы, но и выявлять узкие места, дублирование функций и возможности для улучшения.

Внедрение процессного подхода в организации разбивают на несколько этапов: прежде всего, выявляется сеть бизнес-процессов компании, затем процессы ранжируются по значимости и строится «AS IS» модель. Затем проводится анализ построенных моделей и выявление «узких мест» процессов. На следующей стадии внедрения процессного подхода на основании полученных результатов строится модель «TO BE».

Выделяются следующие преимущества процессного подхода:

- повышение прозрачности. Четко описанные процессы более понятны и легче поддаются контролю;
- улучшение качества. Регулярный мониторинг и анализ помогают выявлять и устранять проблемы, что приводит к повышению качества продукции или услуг;
- снижение затрат. Оптимизация процессов позволяет сократить издержки и использовать ресурсы с большей эффективностью;
- повышение гибкости. Благодаря данному подходу происходит быстрая адаптация процессов к непрерывным изменениям внешней среды и требованиям рынка;
- повышение удовлетворенности клиентов. Постоянное улучшение качества продукции и услуг ведет к росту удовлетворенности клиентов;
- снижение рисков: постоянный мониторинг и анализ процессов позволяют своевременно выявлять и устранять потенциальные риски, что снижает вероятность ошибок и сбоев.

Несмотря на многочисленные преимущества процессного подхода в управлении, существуют и определённые недостатки, которые могут ограничивать

его применение или требовать дополнительных усилий для их преодоления.

Можно выделить следующие минусы:

- сложность внедрения и адаптации. Внедрение процессного подхода требует значительных усилий по изменению организационной структуры и корпоративной культуры. Это может быть особенно сложным для крупных и иерархически организованных компаний, где сотрудники и руководители привыкли работать в рамках функциональных подразделений. Процессная перестройка требует времени, обучения и адаптации персонала.

- высокие затраты на разработку и поддержку. Разработка и поддержка процессных моделей требуют значительных ресурсов. Это включает в себя затраты на обучение сотрудников, приобретение и внедрение специализированного программного обеспечения, а также на постоянное обновление и оптимизацию процессов. Малые и средние предприятия могут столкнуться с финансовыми ограничениями при внедрении процессного управления.

- сопротивление изменениям. Внедрение процессного подхода может встретить сопротивление со стороны сотрудников, особенно тех, кто привык работать в рамках существующих функциональных структур. Сопротивление изменениям может быть вызвано страхом перед потерей работы, изменением привычных обязанностей и ответственности, а также недостаточным пониманием преимуществ процессного управления.

- перегрузка сотрудников информацией. При внедрении процессного подхода сотрудники могут столкнуться с увеличением объема информации, которую необходимо обрабатывать и анализировать. Это может привести к перегрузке и снижению производительности, особенно на начальном этапе внедрения.

- риск излишней бюрократизации. Если процессный подход внедряется неправильно, существует риск чрезмерной бюрократизации и формализации процессов. Это может привести к снижению гибкости и замедлению реакции на изменения в бизнес-среде. Важно найти баланс между формализацией процессов и необходимостью оперативного принятия решений.

- необходимость постоянного мониторинга и обновления: Процессный подход требует постоянного мониторинга и обновления бизнес-процессов в соответствии с изменяющимися условиями и потребностями рынка. Это требует дополнительных ресурсов и усилий по поддержанию актуальности процессных моделей и их оптимизации.

- возможные ошибки в моделировании процессов. Некорректное или неполное моделирование бизнес-процессов может привести к ошибкам в управлении и негативным последствиям для предприятия. Важно обеспечивать высокое качество анализа и моделирования процессов, что требует квалифицированных специалистов и тщательного подхода.

Таким образом, для эффективного руководства предприятием, необходимо управлять процессами, так как данный подход является одним из основных элементов улучшения качества [2].

Список литературы:

- 1 Амиров А.А. Процессный подход в системе управления компанией / А.А. Амиров // *Via Scientiarum - Дорога знаний*. – 2021. – № 2. – С. 14-18. – EDN UDUWOU.
- 2 Милославская Р.А. Бизнес-процесс: сущность, классификация, моделирование / Р.А. Милославская, Д.Б. Шатько, Д.Б. Шатько // *Россия молодая : Сборник материалов XIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Кемерово, 20–23 апреля 2021 года / Редколлегия: К.С. Костиков (отв. ред.) [и др.]*. – Кемерово: Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, 2021. – С. 42205.1-42205.4. – EDN TFZMVO.

СЕКЦИЯ
«МАШИНОСТРОЕНИЕ»

**СЛОЖНОСТИ ЛЕТНЕГО СОДЕРЖАНИЯ ГОРОДА
В СТЕСНЕННЫХ УСЛОВИЯХ ТРОТУАРОВ И ДВОРОВ**

Вякин Данила Сергеевич

*студент,
кафедра дорожно-строительные машины,
Московский автомобильно-дорожный технический университет»,
РФ, г. Москва
E-mail: danila-vyakin@mail.ru*

Тезякова Маргарита Андреевна

*студент,
кафедра дорожно-строительные машины,
Московский автомобильно-дорожный технический университет»,
РФ, г. Москва
E-mail: margo_tez01@mail.ru*

Тагиева Наталья Константиновна

*научный руководитель, канд. техн. наук, доц.,
Московский автомобильно-дорожный технический университет,
РФ, г. Москва*

**THE DIFFICULTIES OF SUMMER MAINTENANCE OF THE CITY
IN CRAMPED CONDITIONS OF SIDEWALKS AND COURTYARDS**

Danila Vyakin

*student,
Department of Road Construction Machinery,
Moscow Automobile and Road Technical University,
Russia, Moscow*

Margarita Tezyakova

*student,
Department of Road Construction Machinery,
Moscow Automobile and Road Technical University,
Russia, Moscow*

Natalia Tagieva

*scientific supervisor,
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Moscow Automobile and Road Technical University,
Russia, Moscow*

АННОТАЦИЯ

Летнее содержание городских территорий в условиях плотной застройки и ограниченного пространства тротуаров и дворов представляет собой сложную задачу, требующую комплексного подхода. Основными проблемами, с которыми сталкиваются муниципальные службы, являются поддержание чистоты и порядка, обеспечение безопасности пешеходов и эффективное использование доступных ресурсов. В условиях узких тротуаров и дворов особенно остро встают вопросы организации уборки, предотвращения скопления мусора, а также своевременного и качественного ремонта дорожного покрытия.

ABSTRACT

Summer maintenance of urban areas in conditions of dense buildings and limited space of sidewalks and courtyards is a difficult task that requires an integrated approach. The main problems faced by municipal services are maintaining cleanliness and order, ensuring pedestrian safety and the efficient use of available resources. In conditions of narrow sidewalks and courtyards, the issues of organizing cleaning, preventing the accumulation of garbage, as well as timely and high-quality repair of the road surface are especially acute.

Ключевые слова: узкие тротуары, летнее содержание города, ограничения инфраструктуры, чистота в городе, муниципальные службы, виды покрытия, благоустройство города.

Keywords: narrow sidewalks, summer maintenance of the city, infrastructure restrictions, cleanliness in the city, municipal services, types of coverage, urban improvement.

Введение. Одним из факторов, влияющий на содержание дорог и тротуаров, является плотная застройка ограничивает возможности для размещения инфраструктуры, необходимой для эффективного содержания территории, такой как урны, контейнеры для раздельного сбора мусора и системы полива. Кроме того, летом значительное внимание уделяется обеспечению комфортного

микроклимата для жителей. Это включает в себя управление озеленением, которое помогает снижать температуру и улучшать качество воздуха, но также требует регулярного ухода за растениями и контроля над вредителями. Безопасность пешеходов в условиях узких тротуаров требует особого внимания. Повышенная активность горожан и туристов в летний период увеличивает нагрузку на тротуары, что требует принятия мер по предотвращению аварий и обеспечения свободного прохода для всех категорий граждан, включая людей с ограниченными возможностями.

Общее описание малогабаритной тротуароуборочной машины

Механизированная уборка городских территорий является одной из важных и сложных задач жилищно-коммунальных организаций городов. Качество работ по уборке территорий зависит от рациональной организации работ и выполнения технологических режимов. [2] Летом проводят работы, обеспечивающие максимальную чистоту городских дорог и приземных слоев воздуха. Механизированную уборку территории выполняют коммунальные предприятия (спецавтохозяйства, дорожно-эксплуатационные управления и т.п.). Для организации работ по механизированной уборке территорию города разбивают на участки, которые обслуживают механизированные колонны, обеспечивающие выполнение всех видов работ по установленной технологии. Организация механизированной уборки требует проведения подготовительных мероприятий, своевременного ремонта усовершенствованных покрытий улиц, проездов, площадей, неровностей, выбоин, выступающих крышек и колодцев подземной городской сети.

Для каждой машины, выполняющей работы по содержанию города, составляется маршрутная карта, т.е. графическое выражение пути следования, последовательность и периодичность выполнения той или иной технологической операции [3].

В летнюю уборку входят удаление с проезжей части и лотков улиц грязи в дождливые периоды года; очистка отстойных колодцев дождевой канализации; уборка опавших листьев; снижение запыленности воздуха и улучшение микроклимата в жаркие дни. Основным фактором, влияющим на засорение улиц,

является интенсивность движения городского транспорта. На накопление смета и засорение улиц существенно влияют также благоустройство прилегающих улиц, тротуаров, мест выезда городского транспорта и состояние покрытий прилегающих дворовых территорий.

Виды навесного оборудования, которые могут использоваться в таких машинах: щетки, ротационные щетки, боковые щетки, системы полива, распылители и насадки для полива, вакуумные системы, вакуумные насадки, системы сбора мусора, системы очистки с использованием химических растворов, баки для моющих средств, датчики и системы навигации.

Каждая малогабаритная поливомоечная машина может иметь уникальный набор навесного оборудования, а комбинация различных типов оборудования позволяет машине эффективно очищать тротуары разного типа и формы.

Виды покрытий тротуаров

Конструкции дорожных покрытий внутриквартальных проездов, тротуаров, площадок по капитальности и санитарно-гигиеническим показателям принимают в соответствии с назначением каждого проезда. Поэтому правильно намеченное разделение проездов при проектировании, определяющее род их покрытия и профиль, может дать необходимый экономический эффект.

Экономичность проектного решения определяется из отношения площади всех проездов к жилой площади всего микрорайона. Как показывает практика строительства, средним показателем является 0,4-0,5 м² площади дорожных покрытий на 1 м² жилой площади. Чем выше плотность жилого фонда в микрорайоне, тем экономичнее окажется система внутриквартальных дорог [4].

В микрорайонах используются следующие конструкции дорожных одежд для проезжей части: асфальтовые, сборные из бетонных плит, щебеночные и гравийные с вяжущими материалами. Так, транзитная дорожка круглогодичного пользования и прогулочная дорожка шириной 2,25 м могут иметь покрытие из песчаного асфальта и плитки. Прогулочная дорожка шириной 1,5 м выполняется из литого асфальта и плитки. Для велосипедных дорожек используется покрытие

из литого асфальта. Пешеходные дорожки шириной 1 м и тропинки имеют покрытие из плитки.

В центральной части города используется плитка разного размера и формы, во многих частях города сохранена брусчатка.

Различные виды покрытия тротуара требуют разного подхода к очистке малогабаритной поливомоечной машиной.



Рисунок 1. Пример загрязненности на автобусной остановке.



Рисунок 2. Загрязненность вокруг клумб на примере улиц Москвы

Чтобы эффективно очистить тротуар, даже с учетом этих препятствий, малогабаритная машина должна быть компактной и гибкой, чтобы легко маневрировать в узких местах. Также важно учитывать время работы, чтобы

минимизировать влияние на пешеходный или транспортный поток. Некоторые машины могут иметь различные насадки или регулируемые элементы для обхода этих препятствий, обеспечивая более эффективную и безопасную очистку [5].

Перспективы решения данной проблемы

Оптимизация процесса очистки тротуаров, учитывая различные конструкции и препятствия, может быть осуществлена через исследования и инновации в области технологий малогабаритных моечных машин. Вот несколько возможных исследовательских направлений: сенсоры и системы навигации, разработка и внедрение более точных систем датчиков и сенсоров для автоматического определения препятствий на тротуаре, таких как столбы, скамейки или клумбы, использование технологий компьютерного зрения и искусственного интеллекта для обнаружения и обхода препятствий на тротуаре, многофункциональные насадки и настраиваемое оборудование, разработка насадок и оснастки, способных автоматически регулировать свою форму и размеры для адаптации к различным препятствиям. Создание систем, которые могут временно изменять свою конфигурацию для очистки узких мест вокруг конструкций, управление маневренностью, усовершенствование систем управления для обеспечения более точного маневрирования в ограниченных пространствах, таких как остановки общественного транспорта.

Разработка специальных режимов работы для работы вблизи препятствий, чтобы минимизировать риск повреждения. Робототехника и автономность.

Исследование возможности создания автономных или полуавтономных систем очистки, способных самостоятельно обнаруживать, обходить и очищать тротуары, минимизируя человеческое вмешательство [1] Использование робототехники для создания специализированных устройств, способных проникать в узкие пространства для очистки вокруг препятствий.

Такие исследования могут привести к разработке более умных и эффективных машин для очистки тротуаров, способных преодолевать разнообразные препятствия, минимизировать риск повреждений и улучшать процесс ухода за городской инфраструктурой.

Список литературы:

1. Зайцев Д.Д. Инновационные технологии и решения (2022). Применение современных технологий в благоустройстве и обслуживании узких городских территорий. Технологии и инновации в городской среде, 7(2), 55-63.
2. Иванов И.И., & Петров П.П. Исследования в области городской среды и благоустройства (2020). Проблемы и перспективы благоустройства городских дворов. Журнал архитектуры и строительства, 12(3), 45-52.
3. Козлов В.В. Правовое регулирование и стандарты (2020). Нормативно-правовые аспекты содержания и благоустройства тротуаров и дворов в условиях плотной застройки. Городское управление и право, 11(3), 24-31.
4. Николаева Л.Л. Социальные и экономические аспекты содержания городских территорий (2021). Влияние сезонных факторов на содержание городских дворов: социально-экономический анализ. Социология города, 9(4), 102-110.
5. Сидоров А.А. Транспортная инфраструктура и пешеходные зоны (2019). Организация движения на узких тротуарах: опыт европейских городов. Городская инфраструктура и транспорт, 8(2), 88-94.

СЕКЦИЯ «РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В ПРИГОТОВЛЕНИИ ГОРЯЧЕЙ ВОДЫ

Углов Олег Анатольевич
студент 9В-212,
Академия управления городской средой, градостроительства и печати,
РФ, г. Санкт-Петербург
E-mail: hartlinganna@gmail.com

Хартлинг Анна Валерьевна
научный руководитель, преподаватель 1й категории,
Академия управления городской средой, градостроительства и печати,
РФ, г. Санкт-Петербург

Введение

Энергосбережение – одна из приоритетных задач, обусловленных дефицитом основных энергоресурсов, возрастающей стоимостью их добычи, а также с глобальными экологическими проблемами. Экономия энергии – это эффективное использование энергоресурсов за счет применения инновационных решений, которые осуществимы технически, обоснованы экономически, приемлемы с экологической и социальной точек зрения, не изменяют привычного образа жизни. Такое определение было сформулировано на Международной энергетической конференции (МИРЭК) ООН.

К ВИЭ, которые можно использовать для теплоснабжения жилых и общественных зданий относятся следующие:

- низкопотенциальная теплота грунта;
- низкопотенциальная теплота атмосферного воздуха;
- солнечная энергия;
- низкопотенциальная теплота водоемов;
- кинетическая энергия ветра

- теплота сгорания различных видов биотоплива, включая отходы деревообрабатывающей промышленности и сельского хозяйства

При проектировании, строительстве и капитальном ремонте жилых и общественных зданий, в которых предусматривается использование ВИЭ и ВЭР, необходимо стремиться к созданию энергетически эффективного здания, теплопотери и энергетические затраты которого сведены к минимуму.

Солнечное теплоснабжение

Солнечное теплоснабжение зданий основано на применении двух принципиальных схем — пассивного и активного использования энергии солнца.

Здание с пассивным использованием энергии солнца можно определить, как климатически сбалансированное здание, в котором максимально используется теплота солнечной радиации для обогрева помещений без применения специальных технических устройств. Задача проектирования здания с пассивным использованием энергии солнца состоит в применении научно обоснованных взаимоувязанных архитектурно-конструктивных и объемно-планировочных мероприятий, способствующих утилизации теплоты солнечной радиации в тепловом балансе помещения в холодный период года и не приводящих к перегреву помещения в теплый период года. Наибольший эффект экономии энергии достигается в здании с одновременным сбалансированным использованием активных и пассивных систем утилизации энергии солнца.

Задача проектирования зданий с пассивными приемами по использованию теплоты солнечной радиации для снижения расхода энергии на обогрев помещений должна решаться при научно обоснованном выборе

- ориентации здания
- степени остекления наружных ограждений;
- местоположения светового проема в наружном ограждении и соотношения длины и высоты проема
- способа регулирования тепло- и солнцезащиты заполнения светового проема;

- теплотехнических показателей материалов внутренних поверхностей помещения

Рациональной можно считать такую ориентацию здания, которая обеспечивает максимальные теплопоступления от солнечной радиации в холодный период года, а планировочное решение — максимальные теплопоступления в жилые помещения.

Активное использование солнечной энергии в отличие от пассивного основывается на применении гелиоустановок, преобразующих солнечную энергию в тепловую, используемую для теплоснабжения зданий. В простейшем случае гелиоустановка состоит из солнечного коллектора, утилизирующего солнечную энергию, и теплового аккумулятора. Теплоноситель (вода или воздух) нагревается, протекая через коллектор, и затем поступает в систему теплоснабжения здания и в тепловой аккумулятор, где отдает теплоту теплоаккумулирующему веществу. Тепловой аккумулятор выполняет функцию теплоисточника в периоды отсутствия солнечной радиации.

Воздух является широко распространенным незамерзающим во всем диапазоне рабочих параметров теплоносителем. При применении его в качестве теплоносителя возможно совмещение систем отопления с системой вентиляции. Однако воздух — малотеплоемкий теплоноситель, что ведет к увеличению расхода металла на устройство систем воздушного отопления по сравнению с водяными системами. Вода является теплоемким и широкодоступным теплоносителем. Однако при температурах ниже 0°C в нее необходимо добавлять незамерзающие жидкости. Кроме того, нужно учитывать, что вода, насыщенная кислородом, вызывает коррозию трубопроводов и аппаратов. Но расход металла в водяных гелиосистемах значительно ниже, что в большой степени способствует более широкому их применению. Сезонные гелиосистемы горячего водоснабжения обычно одноконтурные и функционируют в летние и переходные месяцы, в периоды с положительной температурой наружного воздуха. Они могут иметь дополнительный источник теплоты или обходиться без него в зависимости от назначения обслуживаемого объекта и условий эксплуатации.

Солнечная водонагревательная установка (рисунок 3) состоит из солнечного коллектора и теплообменника-аккумулятора. Через солнечный коллектор циркулирует теплоноситель (антифриз). Теплоноситель нагревается в солнечном коллекторе энергией Солнца и отдает затем тепловую энергию воде через теплообменник, вмонтированный в бак-аккумулятор. В баке-аккумуляторе хранится горячая вода до момента ее использования, поэтому он должен иметь хорошую теплоизоляцию. В первом контуре, где расположен солнечный коллектор, может использоваться естественная или принудительная циркуляция теплоносителя. В бак-аккумулятор может устанавливаться электрический или какой-либо другой автоматический нагреватель-дублер. В случае понижения температуры в баке-аккумуляторе ниже установленной (продолжительная пасмурная погода или малое количество часов солнечного сияния зимой) нагреватель-дублер автоматически включается и догревает воду до заданной температуры.

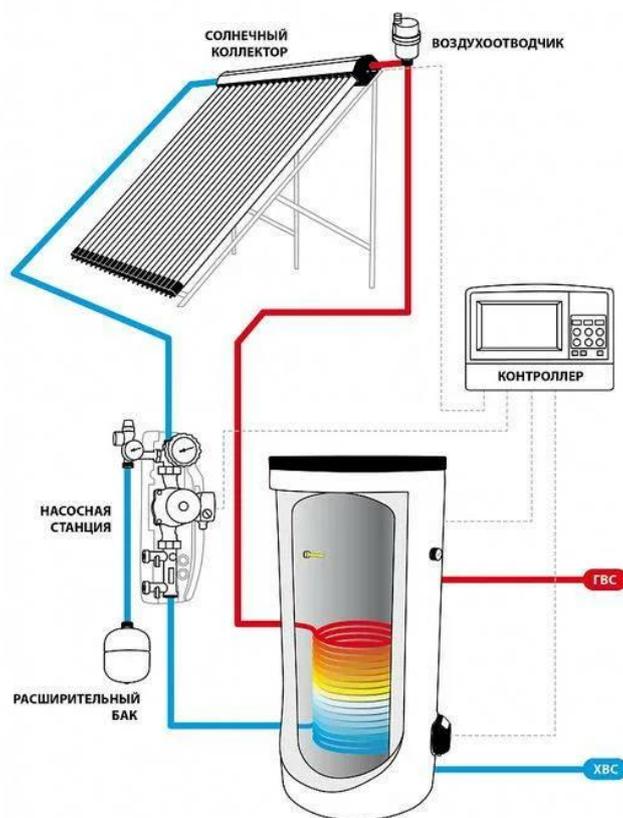


Рисунок 1. Тепловые насосы для теплоснабжения

Вторичные энергетические ресурсы и возобновляемые источники тепловой энергии (за исключением солнечной радиации) имеют низкий температурный потенциал, что, как правило, не позволяет напрямую использовать эти источники энергии в теплоснабжении зданий – требуется преобразование этой энергии с повышением ее температурного уровня. Наиболее эффективным способом использования низкопотенциального тепла (включая грунт, водоемы, воздух) является использование тепловых насосов (ТН).

Тепловой насос – это установка для переноса теплоты от более холодного теплоносителя к более горячему за счет подвода внешней энергии или затраты работы. ТН используются для выработки теплоты в системах централизованного и индивидуального отопления и горячего водоснабжения. Они более экономичны и безопасны, чем котлы на ископаемом топливе и поэтому являются хорошей альтернативой для систем теплоснабжения и горячего водоснабжения как многоквартирных, так и индивидуальных жилых домов.

Принцип действия и конструкция ТН идентичны холодильной машине и установке для кондиционирования воздуха (кондиционеру), в этих устройствах различна лишь задача: холодильники и кондиционеры используются для охлаждения, а ТН – для нагрева. Из-за одинаковой конструкции бытовые кондиционеры часто могут выполнять и функции теплового насоса, в так называемом режиме обогрева.

Принцип действия ТН основан на отдаче и поглощении теплоты рабочего агента «хладагента» в цикле при периодическом переходе его из одного состояния в другое.

ТН по виду рабочего агента разделяются на три типа: парокompрессионные, абсорбционные и термоэлектрические.

Парокompрессионные ТН. В парокompрессионных ТН (рис. 1) используется теплота испарения и конденсации хладагента, которым обычно являются фреоны.

При более высоком давлении температура конденсации (кипения) повышается, поэтому хладагент конденсируется при более высокой температуре, чем испаряется. Поэтому ТН позволяет передавать теплоту от холодного

теплоносителя к горячему. При этом он потребляет энергию $E_{сж}$, необходимую для сжатия хладагента, но эта энергия должна быть меньше, чем количество теплоты $Q_и$, получаемое горячим теплоносителем. Эффективность теплового насоса тем выше, чем больше величина $Q_и$ превышает работу $E_{сж}$. Отношение 6 теплоты, переданной горячему теплоносителю, к работе, затрачиваемой на сжатие, называется коэффициентом преобразования теплоты (КПТ)

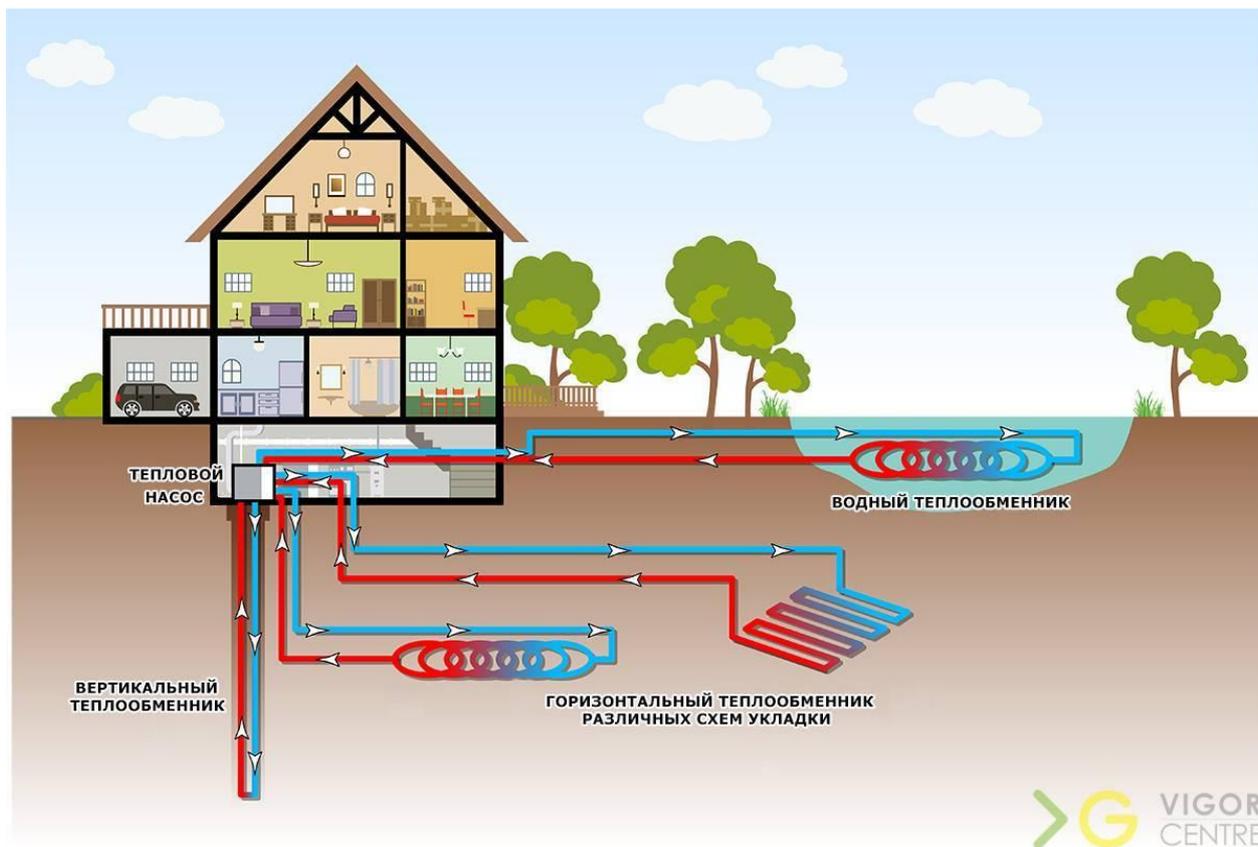


Рисунок 2. Современное отопление частного дома

Значение КПТ должно быть больше 1, чем оно выше, тем работа теплового насоса эффективней. При $КПТ = 1$ работа теплового насоса теряет смысл, так как электроэнергию, затрачиваемую на сжатие, можно использовать для получения теплоты с помощью намного более дешевых, чем тепловые насосы, электронагревателей. КПТ зависит от соотношения температур источника теплоты и температуры теплоприемника, а также от условий теплообмена. КПТ современных тепловых насосов может достигать до 5 и даже немного выше.

Компрессионные тепловые насосы являются самыми распространенными

Абсорбционные ТН. В абсорбционном ТН в качестве рабочего тела используется смесь хладагента с его раствором в жидкости, имеющей более высокую температуру кипения. В отличие от чистых веществ растворы обладают способностью абсорбировать пар раствора одного состава жидким раствором другого состава даже в том случае, когда температура жидкости выше температуры пара. Схема абсорбционной установки аналогична схеме идеальной парокомпрессионной установке, только компрессор заменен абсорбционным узлом.

Преимущество этого способа сжатия хладагента заключается в том, что для повышения давления используется насос, а не компрессор. Затрата работы на привод насоса пренебрежимо мала по сравнению с затратой работы в компрессоре. Выигрыш в работе, затрачиваемой на привод компрессора, компенсируется затратой теплоты в генераторе пара. Эта теплота отводится затем холодным теплоносителем в абсорбере.

К недостаткам абсорбционных насосов можно отнести наличие двух теплообменников (абсорбера и генератора), к которым соответственно необходимо подводить холодный и горячий теплоноситель.

Абсорбционные холодильные установки целесообразно применять в том случае, когда может быть использован отработавший пар или другие теплоносители низкого температурного потенциала.

С развитием компрессоростроения абсорбционные холодильные установки были вытеснены парокомпрессионными установками

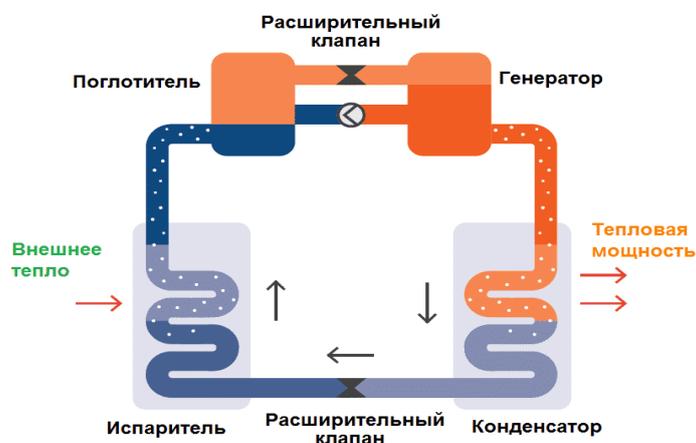


Рисунок 3. Принцип действия абсорбционного теплового насоса.

Термоэлектрические ТН. Термоэлектрические ТН используют эффект возникновения электрического тока при нагреве спаев разнородных металлов и обратный эффект – охлаждение спаев при пропускании через них электрического тока. Для целей теплоснабжения жилых домов термоэлектрические тепловые насосы не используются.

Кинетическая энергия ветра



Рисунок 4. Ветрогенератор

Ветроэнергетика – отрасль энергетики, специализирующаяся на преобразовании кинетической энергии воздушных масс в атмосфере в электрическую, механическую, тепловую или в любую другую форму энергии, удобную для использования человеком. Это одна из самых традиционных и быстро развивающихся отраслей возобновляемой энергетики. Так, в 2020 году в мире было установлено 93 ГВт новых мощностей, что на 53 % больше по сравнению с аналогичным периодом предыдущего года [8]. В 2020 году рекордный рост был обусловлен всплеском установок в Китае и США — двух крупнейших мировых рынках ветроэнергетики — которые вместе установили почти 75 % новых установок в 2020 году, что составляет более половины всей мировой ветроэнергетики.

Крупные ветроэнергетические установки (ВЭУ) включаются в общую сеть электроснабжения, более мелкие, автономные ветрогенераторы используются для снабжения электрической и тепловой энергией удалённых районов.

Автономные ВЭУ могут функционировать самостоятельно или использоваться как дублер любого другого генератора или применяться в сочетании с другими энергетическими установками в качестве 15 компонента комбинированной системы энергоснабжения. Такие системы используются, например, для подъема воды, тепло- и электроснабжения [8].

Применение ВЭУ для теплоснабжения потребителей подразумевает подключение этих агрегатов в существующую систему теплоснабжения небольших городов и поселков, расположенных в ветреных районах страны и испытывающих трудности в обеспечении работающих котельных топливом по разным причинам: трудности транспортировки, постоянный рост цен на традиционные энергоносители и т. п. [10].

При использовании ВЭУ для нужд теплоснабжения появляется возможность успешно бороться с основным недостатком ветровой энергии – непостоянством во времени. Кратковременные (секундные и минутные) изменения мощности ВЭУ могут сглаживаться за счет аккумулирующей способности системы теплоснабжения. Более продолжительные колебания (от нескольких минут до нескольких часов) могут выравняться за счет аккумулирующей способности самих отапливаемых зданий. Во время более длительных перерывов (затиший) в работу можно включать специальные аккумулирующие устройства или источники тепла на органическом топливе, выполняющие роль вспомогательного резервного оборудования.

Биоэнергетика

Фотосинтез зеленых растений позволяет аккумулировать энергию, получаемую от солнечных лучей, в органическом веществе, которое синтезируется из углекислого газа, воды и некоторых «биогенных» элементов почвы. Ежегодно на Земле фотосинтез образует около 120 млрд т сухого органического вещества, что энергетически эквивалентно 40 млрд т нефти (более чем в 10 раз превышает

мировой уровень ее потребления). Химическая энергия, запасенная растениями, может использоваться энергетикой. В целом биомасса дает седьмую часть потребляемого в мире топлива. Энергия, получаемая из биомассы, в 4 раза превосходит суммарную энергию АЭС мира.

В странах Европейского Союза доля энергии биомассы от общего производства нетрадиционными и возобновляемыми источниками энергии составляет 55%. Наиболее эффективно энергия биомассы используется в Португалии, Испании, Франции, Германии, Дании, Италии. Общие ресурсы биомассы в Западной Европе (в млн т сухой массы за год) составляют: древесина и древесные отходы – 150, сельскохозяйственные отходы – 250, бытовые отходы и городской мусор – 75, биомасса, выращиваемая специально на энергетических плантациях – 250 млн т. [9].

Достоверная статистика по использованию биоэнергетических ресурсов для теплоснабжения в Российской Федерации отсутствует. Не разработаны меры государственного стимулирования использования биоресурсов. В нашей стране в наибольших объёмах для теплоснабжения используется древесина и отходы её переработки. За 2019 год было заготовлено и использовано 14 млн м³ дров разных пород [10], что, по осреднённой оценке, составило 9 млн тонн, а в тепловом эквиваленте 25 тыс. ГВт*ч/год при КПД котлов около 60%. Помимо дров в теплоснабжении применяются также топливная щепа, топливные брикеты и пеллеты (топливные гранулы).

Древесина

Наиболее традиционным видом твердого биотоплива являются дрова. Дрова обычно заготавливают путем целенаправленной вырубki деревьев в лесном массиве. При этом, значительная часть древесной массы, образующейся при заготовке дров, в виде веток, сучьев, опилок не используется и остается или сжигается на месте вырубki. Аналогичная ситуация с отходами имеет место и при заготовке древесины для деревообрабатывающей промышленности.

Помимо дров в качестве топлива часто используются и отходы деревообрабатывающей промышленности в виде щепы, обрезков и т.п.

Щепа используются и как сырье для целлюлозно-бумажной промышленности. Вместе с тем, опилки, мелкие обрезки часто не находят использования и свозятся на полигоны вместе с другими видами отходов производства.

Сжигание отходов лесозаготовок и целлюлозно-бумажной промышленности в Финляндии, Канаде составляет существенную долю топливно-энергетического баланса. К сожалению, в РФ 75% этих отходов не используется.

В ряде стран быстрорастущие виды деревьев специально выращиваются как топливо на энергетических плантациях. В Японии и Италии для этой цели выбраны эвкалипты, в Канаде выведена разновидность тополя, которая наращивает биомассу вчетверо быстрее обычной породы. Для России эти направления менее актуальны, для нас важнее совершенствовать транспортную инфраструктуру, включая в оборот труднодоступные лесные массивы.

Важная задача лесопромышленного комплекса – использование древесных отходов, включая зеленую массу лесозаготовок, и отходов лесоперерабатывающего производства (горбыль, опилки, кора, стружка, и т.д.), применение теплогенераторов на древесных отходах и переработку отходов в жидкое и газообразное топливо.

Вывод

Учитывая, что Россия является страной с холодным климатом (более половины территории лежит в зоне вечной мерзлоты) теплоснабжение в стране является ключевым направлением в ее энергетике. Это доказывает тот факт, что многие тепловые комбинированные электростанции спроектированы исходя из тепловой, а не из электрической нагрузки. Несмотря на то, что основное публичное внимание приковано к возобновляемой электроэнергетике доля возобновляемого тепла в общем объеме его производства более значительна.

Россия обладает значительным потенциалом по производству «зеленого» тепла. Этот потенциал в основном лежит в области переработки органических и древесных отходов (в лесной промышленности, переработке твердых коммунальных отходов) и в использовании солнечной и термальной энергии.

Ужесточение экологического законодательства в стране приведет к появлению новых проектов теплоснабжения на базе ВИЭ.

Список литературы:

1. Бертокс П., Радц Д. Стратегия защиты окружающей среды от загрязнения. Пер. с англ./Под ред. Я.Б. Черткова — М.: Мир, 1980.
2. Павлов Ю.В. Опреснение воды «Просвещение», М. 1972. G.Havens, Pasific Factoru, 106 № 5, 1964. Смагин.В.И. Обработка воды методом электродиализа. Москва, 1986 г.
3. Маммедалыев В.Г. Использование солнечной энергии для опреснения коллекторно-дренажных вод / В.Г. Маммедалыев, Д.М. Курбанова.
4. Тарнижевский Б.В. Оценка эффективности применения солнечного теплоснабжения в России // Теплоэнергетика. 1996. — № 5
5. Магомадова Х.А. Методологические подходы формирования инновационно-инвестиционного механизма средозащитных инноваций в строительном комплексе [Электронный ресурс] // Инженерный вестник Дона.
6. Ивакин Е.К., Вагин А.В. Классификация объектов малоэтажного строительства [Электронный ресурс] // Инженерный вестник Дона, 2012.
7. Руководство по применению ветроустановок малой и средней мощности. <http://www.intersolar.ru/wind>.
8. А.В. Бежан. Теплоснабжение с применением ветроэнергетических установок. Энергосбережение, № 6, 2007.
9. В.Г. Лайбеш. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. Учебное пособие. Санкт-Петербург. 2003.
10. Аверьянов В.К., Карасевич А.М., Федяев А.В. Системы малой энергетики: современное состояние и перспективы развития. Т. 1, 2. — М.: ИД «Страховое ревью», 2008. 962 с.

СЕКЦИЯ
«ЭНЕРГЕТИКА»

**РАЗВИТИЕ ГИДРОЭНЕРГЕТИКИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ
НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ**

Иванчук Максим Олегович

*студент,
кафедра электротехники и электроники,
Гродненский государственный университет имени Янки Купалы,
Республика Беларусь, г. Гродно
E-mail: maksim.ivanchukk@mail.ru*

Акудович Михаил Сергеевич

*студент,
кафедра электротехники и электроники,
Гродненский государственный университет имени Янки Купалы,
Республика Беларусь, г. Гродно
E-mail: misaakudovich@gmail.com*

Кропочева Людмила Владимировна

*научный руководитель, канд. физ.-мат. наук, доц.,
Гродненский государственный университет имени Янки Купалы,
Республика Беларусь, г. Гродно*

**DEVELOPMENT OF HYDROPOWER IN THE REPUBLIC
OF BELARUS AT THE PRESENT STAGE**

Maksim Ivanchuk

*student,
Department of Electrical and Electronics Engineering,
Grodno State University named after Yanka Kupala,
Belarus, Grodno*

Michael Akudovich

*student,
Department of Electrical and Electronics Engineering,
Grodno State University named after Yanka Kupala,
Belarus, Grodno*

Lyudmila Kropocheva
scientific supervisor,
Ph.D. physics and mathematics sciences, Associate Professor,
Grodno State University named after Yanka Kupala,
Belarus, Grodno

АННОТАЦИЯ

Данная статья посвящена вопросам развития гидроэнергетики в Республике Беларусь. Внедрение гидроэнергии является на сегодняшний день одним из главных приоритетных вопросов энергетического развития Республики Беларусь.

ABSTRACT

This article is devoted to the development of hydropower in the Republic of Belarus. The introduction of hydropower is today one of the main priority issues in the Republic of Belarus.

Ключевые слова: энергетика, гидроэнергия, экология.

Keywords: energy, hydropower, ecology.

Гидроэнергетика в Республике Беларусь является одним из самых перспективных направлений развития энергетики, экологически очень чиста, так как является безотходной и возобновляемой. Гидроэнергетика предназначена для переработки водных ресурсов в электрическую энергию. В большинстве своем тепловые электростанции для получения электроэнергии используют разные виды топлива (невозобновляемые источники), такие как: газ, мазут, уголь, после переработки которых еще и атмосфера засоряется вредными веществами. Республика Беларусь собственными природными запасами обеспечивает около 15–18 % своих потребностей в топливно-энергетических ресурсах. Недостающее количество топлива и энергии поставляется из России, и на это расходуется 1.7–2.0 млрд. долларов США в год. Поэтому для нашей страны чрезвычайно важен вопрос поиска собственных экологически чистых источников энергии. Лишь за 2023 годы в атмосферу было выброшено около 37,5 миллиарда тон CO₂, что пагубно влияет на экологию и может вызвать глобальное потепление.

Поэтому рационально использовать те источники электроэнергии, которые восстанавливаются за очень короткий промежуток времени и экологически чисты. И одним из этих источников является энергия чистой воды.

Реализация «Программы развития гидроэнергетики Республики Беларусь» будет способствовать более благоприятному режиму работы Белорусской энергосистемы, уменьшению зависимости республики от импорта топлива.

Гидроэнергетический потенциал нашей страны сосредоточен на трех реках: Днепр, Неман и Западная Двина. Все эти реки равнинные, они не так многоводны, поэтому, без образования крупных водохранилищ невозможно получить на ГЭС относительно большие мощности.

Для успешной работы ГЭС необходим большой напор воды. Который вращает турбину, а она в свою очередь электрогенератор. Вся суть проблемы гидроэнергетики заключается в большом напоре воды, который не везде можно найти и приходится создавать искусственно. Для этого необходимо построить дамбу, т.е. перекрыть реку, которая в свою очередь затопит большую территорию. Это пагубно влияет на флору, из-за затопления многие организмы умирают или мигрируют. Не говоря уже о том, что иногда приходится переселять целые деревни или целые города.

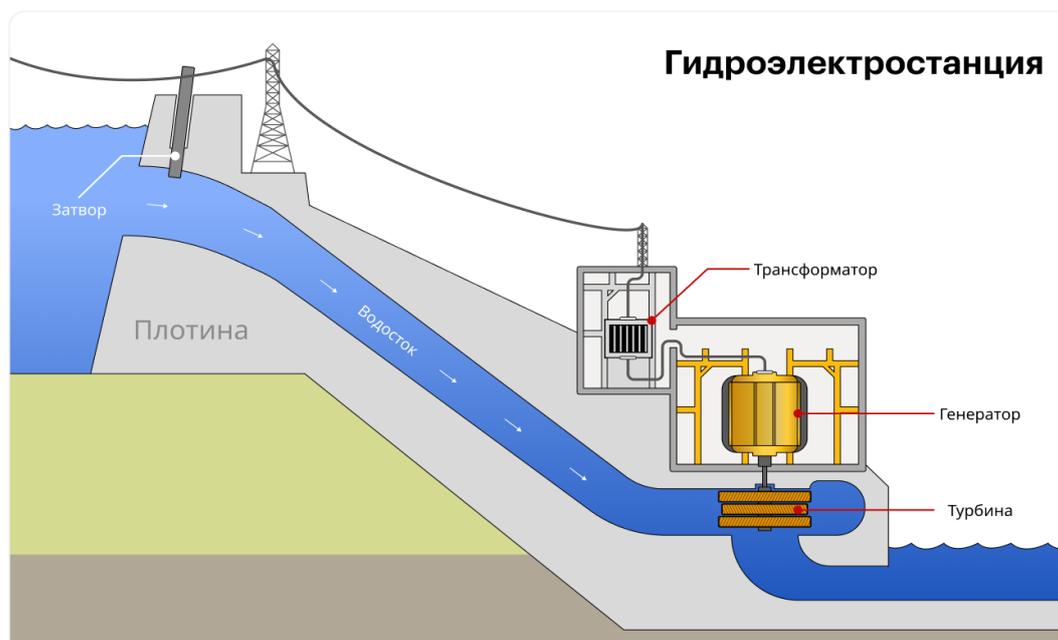


Рисунок 1. Устройство работы ГЭС

На рисунке изображена самая обычная ГЭС. Принцип её работы заключается в том, когда вода проходит по водостоку, она крутит турбину, которая в свою очередь вращает генератор, а он уже передаёт электроэнергию на трансформатор.

Гидроэлектростанции Беларуси в 2023 году выработали более 300 млн. кВт/ч электроэнергии. Эти объёмы позволили заместить 32,6 млн. куб. м. природного газа, что является весьма существенным показателем для страны, не имеющей своих тепло - энергетических ресурсов.

В Беларуси построено порядка 54 ГЭС, самыми мощными из которых являются:

Таблица 1.

Самые мощные ГЭС на территории РБ

Название	Собственник	Установленная мощность, МВт.	Река
Витебская ГЭС	Белэнерго	40	Западная Двина
Полоцкая ГЭС	Белэнерго	21,66	Западная Двина
Гродненская ГЭС	Белэнерго	17	Нёман
Осиповичская ГЭС	Белэнерго	2.175	Свислочь
Вилейская ГЭС	Минскздравоканал	2	Вилия

Также, на сегодняшний день планируется целый гидроэнергетический комплекс, который включает в себя 4 гидроэлектростанции на протяжении одной реки «Западная Двина».

Таблица 2.

Комплекс из 4 ГЭС на реке «Западная Двина»

Название	Собственник	Установленная мощность, МВт.	Река
Витебская ГЭС	Белэнерго	40	Западная Двина
Бешенковичская ГЭС	Белэнерго	33	Западная Двина
Полоцкая ГЭС	Белэнерго	22	Западная Двина
Верхнедвинская ГЭС	Белэнерго	20	Западная Двина

Стоит отметить, что большинство ГЭС из этих списков установлены на одной реке «Западная Двина». На сегодняшний день, на этой реке установлены 5 ГЭС, две из которых уже установлены на территории Беларуси, и ещё четыре находятся на стадии планирования, можно сделать вывод, что эта река является приоритетной в плане развития гидроэнергетики. Кроме того, и Латвия использует ресурс этой реки, она установила на своей территории три ГЭС на протяжении этой реки.

Введение такого каскада ГЭС должно дать большой импульс развитию всей Витебской области. На каждый из этих ГЭС предусмотрены судоходные шлюзы, что сильно повлияет на развитие транспортно-речного судоходства и расширит логистику всего региона.

К сожалению, в Беларуси невозможно установить много ГЭС с такими мощностями, это связано с её равнинной местностью, но даже несмотря на это в РБ есть большой потенциал гидроэнергетики за счёт малых ГЭС.

Беларусь активно инвестирует в строительство и модернизацию малых и средних гидроэлектростанций на реках и каналах. Эти проекты способствуют диверсификации источников энергии и уменьшению зависимости от импорта энергоресурсов. Так же это благоприятно сказывается на энергетической безопасности страны.

В Беларуси протекает около 21 тысячи рек и хотя далеко не каждая подойдёт для установки мощных ГЭС, их можно использовать для постройки маломощных гидроэлектростанций. По оценкам экспертов, эти реки могли бы производить не менее 250 МВт электроэнергии. Это технически допустимый максимум добычи электричества из ГЭС Беларуси, однако на сегодняшний день используется лишь 10%.

Сейчас, мы, как молодое поколение, хотим улучшить энергетику Беларуси за счёт гидроэнергетики. Она является самой перспективным направлением «зелёной» энергетики, но обладает некоторыми недочётами в определённых составляющих из-за равнинной местности.

Несмотря на то, что гидроэнергетика в Беларуси - это одна из самых перспективных «зелёных» направлений энергетики, ландшафт страны не позволяет её использовать по максимуму. Равнинная местность имеет ряд особенностей, которые надо учитывать при проектировании ГЭС:

Создание достаточного напора. На равнинной местности может потребоваться строительство дамб или плотин для создания искусственного перепада высот и обеспечения достаточного напора воды. Это требует тщательного анализа гидрологии и геологии территории.

Выбор турбин. Важно выбрать типы турбин, которые оптимально подходят для условий низкого напора. Пропеллерные и каплановские турбины часто предпочтительнее из-за их способности эффективно работать при меньших перепадах высот.

Экологическая устойчивость. Разработка ГЭС на равнинной местности должно учитывать воздействие на окружающую среду, включая влияние на водные экосистемы и местные сообщества. Необходимо предусмотреть меры для минимизации экологических последствий, например, создание рыбопропускных устройств или искусственных рыбоходов.

Экономическая эффективность. Строительство и эксплуатация ГЭС на равнинной местности могут требовать значительных инвестиций. Важно провести тщательный экономический анализ для оценки жизнеспособности проекта, учитывая стоимость строительства плотин и поддержания работы станции.

Список литературы:

1. Водные источники в РБ - <https://investinbelarus.by/upload/medialibrary/9d6/c8lm0i7ae5to8syug0o56s579t0bdzbe/Vodnye-resursy-Belarusi-2023.pdf>
2. Гидроэнергия в РБ - http://eessa-water.net/file/kalinin_alferovich.pdf
3. Л.В. Кропачева, В.Н. Комар, Е.А. Иванова. Принципы формирования энергосистемы и перспективы её развития. – Гродно; ГрГУ им. Я. Купалы, 2015 г.
4. Ветроэнергетика Беларуси: состояние и перспективы развития. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://energobelarus.by/articles/alternativnaya_energetika/vetroenergetika_belarusi_sostoyanie_i_perspektivy_razvitiya. – Дата доступа: 11.05.2024.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГАЗОПОРШНЕВЫХ И ГАЗОТУРБИННЫХ УСТАНОВОК В КАЧЕСТВЕ ОБЪЕКТОВ МАЛОЙ РАСПРЕДЕЛЁННОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Поляков Евгений Владиславович

*студент,
кафедра Теоретических основ теплотехники им. М.П. Вукаловича,
Национальный исследовательский университет «МЭИ»,
РФ, г. Москва
E-mail: polyakov16-39@mail.ru*

COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF GAS-PISTON AND GAS TURBINE INSTALLATIONS AS OBJECTS OF SMALL-SCALE DISTRIBUTED ENERGY

Evgeny Polyakov

*student,
Department of Theoretical Foundations of Thermal Engineering
named after M.P. Vukalovich,
National Research University "MPEI",
Russia, Moscow*

АННОТАЦИЯ

Одной из важнейших задач усовершенствования энергетической системы в нашей стране является решение проблемы энергообеспечения удалённых регионов России. В данной статье предложены возможные пути устранения данной проблемы за счёт увеличения доли объектов малой распределённой энергетики. Проведён сравнительный анализ газопоршневых и газотурбинных установок в качестве основы для создания децентрализованных когенерационных теплоэлектростанций.

ABSTRACT

One of the most important objectives of improving the energy system in our country is to solve the problem of energy supply in remote regions of Russia. This article suggests possible ways to eliminate this problem by increasing the share of small-scale distributed energy facilities. A comparative analysis of gas piston and gas turbine installations has been carried out as a basis for the creation of decentralized cogeneration thermal power plants.

Ключевые слова: энергоснабжение, малая распределённая энергетика, децентрализованные системы, энергоресурсы, мини-ТЭЦ, газопоршневые установки, газотурбинные установки.

Keywords: energy supply, small-scale distributed energy, decentralized systems, energy resources, mini-CHP plants, gas-piston installations, gas turbine installations.

Практически 70% территории России с населением около 22 млн. человек находятся вне зоны сетей централизованного энергоснабжения. Кроме того, большая часть регионов страны испытывает потребность в ведении дополнительных энергетических мощностей. Только 20% регионов РФ обеспечены собственными энергоресурсами, а остальная же часть должна их приобретать и завозить. Снабжение удаленных областей страны теплом и электроэнергией можно обеспечить за счет ввода автономных энергетических установок на базе объектов малой распределённой энергетике.

Понятие малой распределенной энергетике (МРЭ) включает в себя децентрализованные системы генерации теплоты и электрической энергии, работающие как на традиционных видах транспортируемого топлива (природный газ, мазут, дизель, уголь), так и на местных видах топлива (торф, древесные отходы, биогаз). Диапазон мощностей объектов МРЭ варьируется от нескольких десятков кВт до десятков МВт.

Особую экологическую и технологическую привлекательность приобретают технологии малой распределенной энергетике на основе нетрадиционных и возобновляемых источников энергии (НиВИЭ). Прежде всего, это энергия солнца и ветра, теплота геотермальных источников, а также различные виды других биоресурсов. Развитие в стране нетрадиционных и возобновляемых источников энергии позволит, в первую очередь, сделать доступным использование промышленной энергетике в удаленных регионах. Большими возможностями в этом отношении обладает ветроэнергетика. Строительство ветряных станций может быть осуществлено практически в любом месте. Кроме того, по некоторым оценкам, эти станции смогут вырабатывать

до 30% электроэнергии всей отрасли. Также нужно учитывать возможности применения термальной энергетики, особенно на Дальнем Востоке, и солнечных электростанций (СЭС), прежде всего, в Краснодарском крае, Астраханской и Волгоградской областях, Крыму и в других южных регионах России, где годовая инсоляция на 1м² превышает 1,2 МВт·ч.

Мировой рынок технологий распределенных энергоресурсов растет темпами примерно 5-8 % за год. Ожидается, что к началу 2026 году объем ввода мощностей распределенной генерации превысит объемы ввода централизованной генерации в 3 раза. По оценке Международного энергетического агентства, распределенная энергетика будет обеспечивать до 75% новых подключений в процессе глобальной электрификации к 2030 году.

В некоторых европейских государствах доля объектов МРЭ в общей энерговыработке достигает 40%, хотя, в среднем, для промышленно развитых стран этот показатель лежит в пределах 10-15%. Устойчивая тенденция к увеличению доли малых когенерационных теплоэлектростанций (мини-ТЭЦ) наблюдается на Западе уже более 15 лет. Если же говорить о России, где доля мини-ТЭЦ в общей выработке энергии составляет около 7-8%, то следует вспомнить, что в СССР вся энергетика была монополизирована государством. Это во многом предопределило её последующее развитие.

Сегодня рост тарифов на сетевую электроэнергию обуславливает растущий интерес инвесторов к объектам малой энергетики. Топливная составляющая себестоимости электроэнергии, получаемой от газопоршневой мини-ТЭЦ, составляет 70-90 коп./кВт·ч. Большая энергетика предоставляет 1 кВт·ч по цене от 3 до 5 рублей и, в некоторых случаях, даже дороже. И, несмотря на то что существуют эксплуатационные расходы, собственная мини-ТЭЦ, работающая при полной нагрузке, окупается достаточно быстро. Однако это утверждение справедливо только для тех случаев, когда полностью используется вся мощность станции. Поэтому применение мини-ТЭЦ показано в первую очередь предприятиям, использующим тепло- и электроэнергию в производстве, т.е. хлебозаводам, мясокомбинатам, птицефабрикам и т.п.

Кроме того, внедрение собственной генерации может быть связано не только с высокими расходами на энергоресурсы, но и с проблемами получения новых мощностей, ценой технического подсоединения, низким качеством уже потребляемой электроэнергии, повышением обеспечения энергобезопасности предприятия.

В настоящее время наиболее применяемыми установками для децентрализованных мини-ТЭЦ являются газопоршневые (ГПД) и газотурбинные двигатели (ГТД).

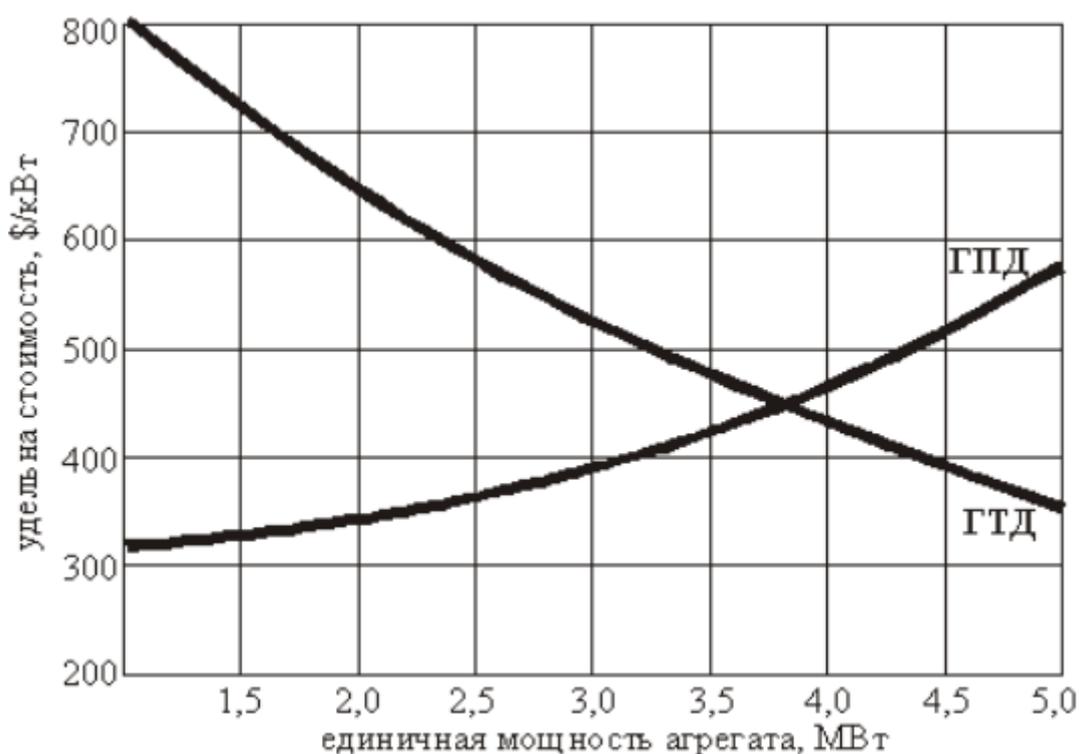


Рисунок 1. Удельная стоимость оборудования в зависимости от единичной мощности агрегата

Рисунок 1 иллюстрирует, что при единичных мощностях агрегата менее 3,8 МВт достигается наименьшая удельная стоимость оборудования на основе поршневых двигателей. Здесь следует отметить, что стоимость оборудования и стоимость станции, это разные вещи, особенно в том случае, когда идет речь о подаче газа высокого давления (как того требуют газотурбинные двигатели).

Следующими очень важными показателями для владельцев станций являются расход топлива и эксплуатационные затраты, которые напрямую связаны со сроком окупаемости оборудования и прибылью, которую получит инвестирующая компания.

Как показано на рисунке 2, удельный расход теплоты топлива на выработку 1 кВт·ч электроэнергии больше у установки на основе газотурбинного двигателя, причём при всех значениях нагрузки. Это можно объяснить тем, что КПД у газотурбинных установок варьируется в пределах 24-34%, а КПД поршневых установок в интервалах 35-45%.

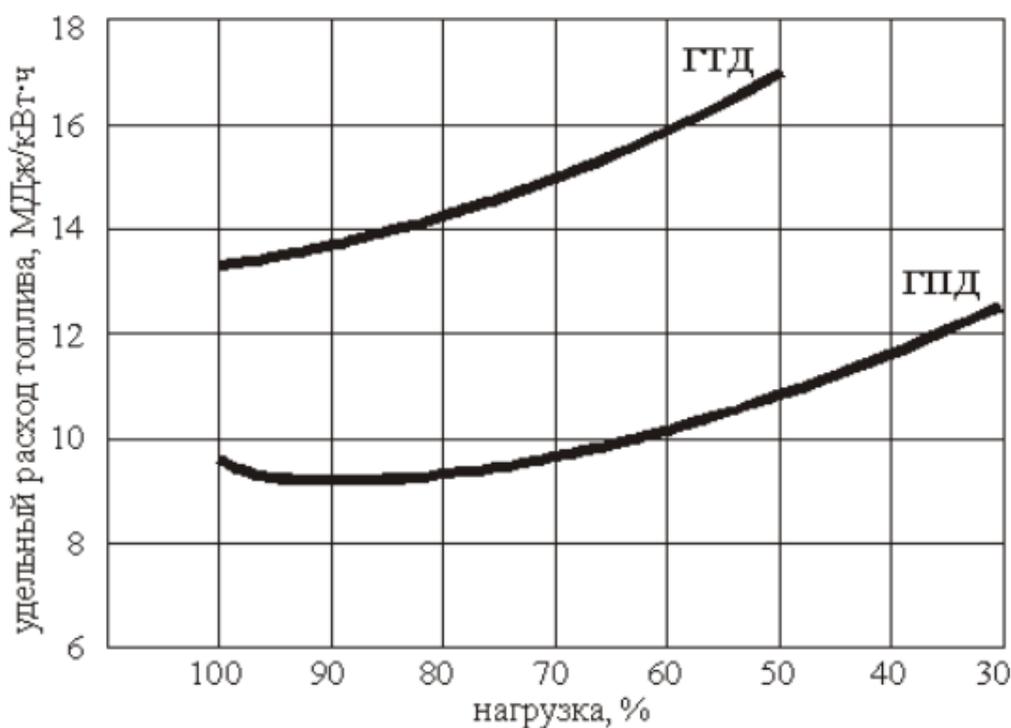


Рисунок 2. Удельный расход теплоты топлива в зависимости от нагрузки агрегата

Взглянув на рисунок 3, можно увидеть, что эксплуатационные затраты на мини-ТЭЦ, в основе которой лежит газопоршневая установка, ниже, чем на малую когенерационную ТЭС с газотурбинной установкой. Резкие скачки на графике для ГТД соответствуют капитальным ремонтам двигателя. У эксплуатационных затрат для ГПД такие скачки отсутствуют, поскольку капитальный ремонт требует значительно меньше финансовых и человеческих ресурсов.

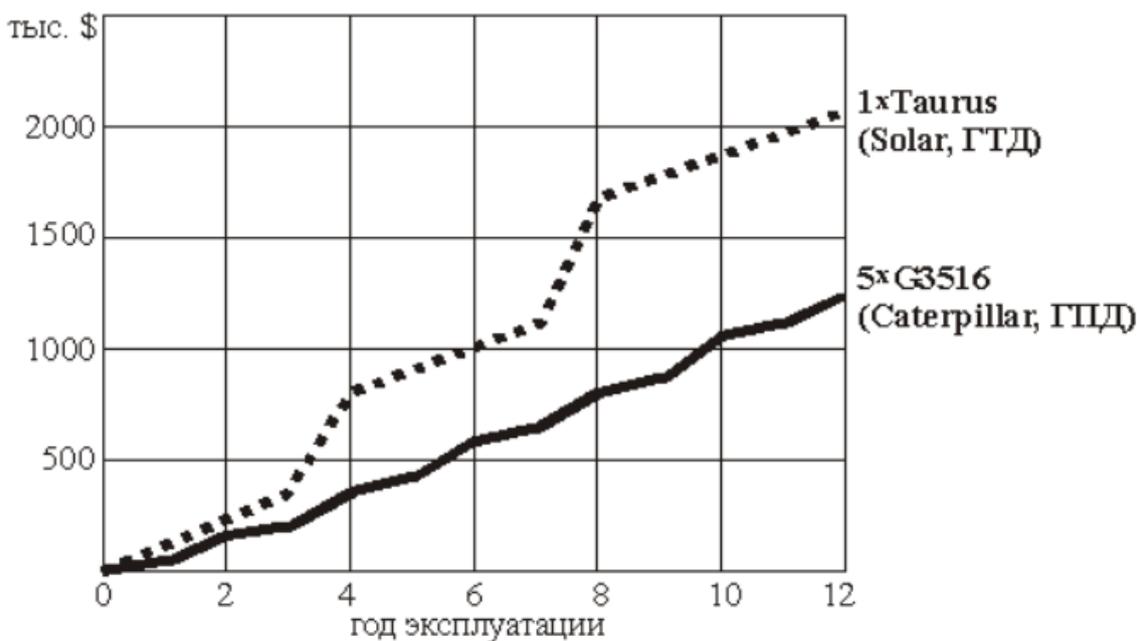


Рисунок 3. Затраты на эксплуатацию мини-ТЭЦ мощностью 5 МВт.

Более подробная сравнительная характеристика газопоршневых и газотурбинных установок представлена в таблице 1.

Таблица 1.

Сравнительная характеристика ГПД и ГТД

Показатель	Газопоршневой двигатель (ГПД)	Газотурбинный двигатель (ГТД)
Долговечность	при соблюдении правил эксплуатации и обслуживания практически без ограничения по времени	при соблюдении правил эксплуатации и обслуживания практически без ограничения по времени
Ремонтопригодность	возможность проведения ремонтных работ на месте установки, ремонтные работы требуют не так много времени	Ремонтные работы производятся только на специальных заводах, требуются большое количество денег, времени и ресурсов на демонтаж, транспортировку, центровку и т.д.
Эксплуатация и транспортировка	при соблюдении правил эксплуатации и обслуживания не теряет своих свойств, возможность транспортировки на любом виде транспорта	при соблюдении правил эксплуатации и обслуживания не теряет своих свойств, транспортировка с использованием железнодорожного транспорта не желательна

Показатель	Газопоршневой двигатель (ГПД)	Газотурбинный двигатель (ГТД)
Экономичность	КПД незначительно изменяется при переходе от 100% мощности до 50%	КПД резко снижается при частичных нагрузках
Удельный расход топлива при 100 % и 50 % нагрузки	9,3-11,6 МДж/кВт·ч (0,264-0,329 м ³ / кВт·ч)	13,2-17,7 МДж/кВт·ч (0,375-0,503 м ³ / кВт·ч)
Падение напряжения и время восстановления после увеличения нагрузки на 50 %	22 %, 8 сек.	40 %, 38 сек.
Влияние переменной нагрузки	не рекомендуется долгая работа на нагрузках менее 50 % (сильно влияет на интервалы обслуживания); чем меньше единичная мощность агрегата, тем выше надёжность энергосбережения и возможна более гибкая работа станции в целом	Работа при переменных нагрузках ниже 50 % мощности не влияет на состояние турбины;
Размещение в здании	необходимо большое количество места, т.к. установка имеет высокий удельный вес на единицу мощности; не требует компрессора для сжатия газа; рабочее давление на входе 0,1-0,4 бар	при мощности установки более 5 МВт выигрыш от меньшего размера помещения не значительный; требуется газ высокого давления, поэтому необходим компрессор для сжатия газа; рабочее давление на входе 12 бар; также нужно оборудование для запуска турбины
Обслуживание	необходима остановка после каждой 1000 часов работы для замены масла; капитальный ремонт рекомендуется выполнять через каждые 72000 часов работы	необходима остановка после каждых 2000 часов работы; капитальный ремонт рекомендуется выполнять через каждые 60000 часов работы

Сравнительный анализ газопоршневых и газотурбинных установок для применения на мини-ТЭЦ показывает, что установка газовых турбин наиболее выгодна для крупных промышленных предприятий, которые имеют значительные (более 8-10 МВт) электрические нагрузки, собственную производственную базу, квалифицированный персонал для запуска и эксплуатации установки, подачу газа высокого давления. Мини-ТЭЦ на базе газопоршневых установок более

перспективны в качестве основного источника электроэнергии и теплоты на предприятиях самого широкого диапазона деятельности, а именно:

- в сфере обслуживания - в гостиницах, санаториях, пансионатах и предприятиях пищевой промышленности;
- в промышленности - на деревообрабатывающих и химических производствах;
- в сельском хозяйстве - в тепличных хозяйствах, на птицефермах и животноводческих комплексах.

Список литературы:

1. Промышленная теплоэнергетика и теплотехника // Справочник, под общей редакцией Григорьева В.А. и Зориной В.М., Москва, Энергоатомиздат, 1991.
2. Комплексная государственная программа Российской Федерации «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности». // Москва, Минэкономразвития РФ, 2023.
3. Основные параметры прогноза социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2030 г. // Москва, Минэкономразвития РФ, 2008.
4. Технические и экономические критерии выбора мощности мини-ТЭЦ на промышленных предприятиях // Справочник по промышленной энергетике № 4, под общей редакцией Вагина Г.Я., 2006.

ДЛЯ ЗАМЕТОК

НАУЧНОЕ СООБЩЕСТВО СТУДЕНТОВ XXI СТОЛЕТИЯ.
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

*Электронный сборник статей по материалам СХЛ студенческой
международной научно-практической конференции*

№ 8 (138)
Август 2024 г.

В авторской редакции

Издательство ООО «СибАК»
630049, г. Новосибирск, Красный проспект, 165, офис 5.
E-mail: mail@sibac.info

16 +



СибАК
www.sibac.info