

Научно-исследовательский центр «Иннова»



# СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ РОССИИ

Сборник научных трудов по материалам  
VI Международного научно-исследовательского  
конкурса научных и прикладных работ,  
30 ноября 2022 года, г.-к. Анапа

Анапа  
2022

УДК 00(082) + 001.18 + 001.89

ББК 94.3 + 72.4: 72.5

С83

**Ответственный редактор:**

Скорикова Екатерина Николаевна

**Редакционная коллегия:**

**Бондаренко С.В.**, к.э.н., профессор (Краснодар), **Дегтярев Г.В.**, д.т.н., профессор (Краснодар), **Хилько Н.А.**, д.э.н., доцент (Новороссийск), **Ожерельева Н.Р.**, к.э.н., доцент (Анапа), **Сайда С.К.**, к.т.н., доцент (Анапа), **Климов С.В.** к.п.н., доцент (Пермь), **Михайлов В.И.** к.ю.н., доцент (Москва).

**С83 Стратегия развития России.** Сборник научных трудов по материалам VI Международного научно-исследовательского конкурса научных и прикладных работ (г.-к. Анапа, 30 ноября 2022 г.). – Анапа: Изд-во «НИЦ ЭСП» в ЮФО, 2022. - 45 с.

В настоящем издании представлены материалы VI Международного научно-исследовательского конкурса научных и прикладных работ: «Стратегия развития России», состоявшегося 30 ноября 2022 года в г.- к. Анапа. Материалы сборника научных трудов посвящены актуальным проблемам науки, общества и образования. Рассматриваются теоретические и методологические вопросы в социальных, гуманитарных, естественных и других науках.

Издание предназначено для научных работников, преподавателей, аспирантов, всех, кто интересуется достижениями современной науки.

За содержание и достоверность статей, а также за соблюдение законов об интеллектуальной собственности ответственность несут авторы. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов статей. При использовании и заимствовании материалов ссылка на издание обязательна.

Информация об опубликованных статьях размещена на платформе научной электронной библиотеки (eLIBRARY.ru). Договор № 2341-12/2017К от 27.12.2017 г.

Электронная версия сборника находится в свободном доступе на сайте:  
[www.innova-science.ru](http://www.innova-science.ru).

**УДК 00(082) + 001.18 + 001.89**  
**ББК 94.3 + 72.4: 72.5**

© Коллектив авторов, 2022.

© Изд-во «НИЦ ЭСП» в ЮФО

(подразделение НИЦ «Иннова»), 2022.

**ISBN 978-5-95356-045-0**

## СОДЕРЖАНИЕ

### ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

#### ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СОВРЕМЕННОГО АСФАЛЬТОБЕТОНА

*Додоев Каноат Истамович*

*Тулибаев Азимжон Нематжонович*

*Рахматов Сардор Шавкат угли* ..... 4

### ЮРИДИЧЕСКИЕ НАУКИ

#### ГРАЖДАНСКОЕ СУДОПРОИЗВОДСТВО КАК УСЛУГА В ЭЛЕКТРОННОМ СЕРВИСЕ

*Грищенко Мария Сергеевна*

*Пелипенко Ирина Дмитриевна*..... 16

### БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

#### БИОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗЛОЖЕНИЕ

*Рахматов Сардор Шавкат угли*

*Тулибаев Азимжон Нематжанович*

*Додоев Каноат Истамович*..... 21

### ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

#### КОНСТРУКЦИЯ И АНАЛИЗ ЭНЕРГИИ ПОПУТНОГО СЖИЖЕННОГО ПРИРОДНОГО ГАЗА

*Тулибаев Азимжон Нематжонович*

*Рахматов Сардор Шавкат угли*

*Додоев Каноат Истамович*..... 31

# ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

---

УДК 665.6.7

## ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СОВРЕМЕННОГО АСФАЛЬТОБЕТОНА

Додоев Каноат Истамович

Тулибаев Азимжон Нематжонович

Рахматов Сардор Шавкат угли

магистранты

Научный руководитель: Кемалов Руслан Алимович,

к.т.н., доцент

ФГБОУ ВО Казанский (Приволжский) федеральный университет

***Аннотация.** Состав и структура битума. Для каких целей используются асфальтобетоны, виды, компоненты, физико-химические свойства, в каком порядке их получают.*

***Abstract.** Composition and structure of bitumen. For what purposes asphalt concrete is used, types, components, physico-chemical properties, in what order they are obtained.*

***Ключевые слова:** горячий асфальтобетон, асфальтобетон, костный асфальтобетон, холодный асфальтобетон*

***Keywords:** roofing material, folgoizol, folgoruberoid, waterproofing, mastic, emulsion, asphalt concrete*

**Введение:** к битумам относятся:

Природные битумы-высокомолекулярные углеводы и их соединения с неметаллическими веществами (S,N,O), могут быть жидкими или твердыми. Природные битумы поглощаются осадочными породами, которые находятся рядом с нефтяными месторождениями и, вероятно, возникли в природе из нефти.

Асфальтовые породы-пористые породы (известняк, доломит, глина, песок, песчаник) будут пропитаны битумом.

Из них можно извлечь битум, измельчить и использовать в качестве асфальта.

Нефтяные битумы-получают при переработке нефти. Методы производства:

а) остаточный-образуется при нефтепереработке, то есть в процессе отделения бензина, керосина и масла от нефти.

б) окисленный-в гудрон под давлением подается воздух.

в) крекинг-образуется в процессе извлечения бензина из нефти за счет его разложения при высоких температурах.

\*гудрон-остаток мазута, из которого получают масло, является основным сырьем при получении битума. (может использоваться в дорожном строительстве).

### **Состав и структура битума**

Состав битума саж истый, в %:

Углерод-70–80, водород-10–15, сера-2–9, кислород-1–5, Озон-0–2.

Они присутствуют в битуме в виде углеводорода и его соединений с S, O, N. Химический состав битума чрезвычайно сложен и может варьироваться от  $C_9H_{20}$  до  $C_{30}H_{62}$ .

Соединения, входящие в состав битума, можно разделить на 3: твердая часть, смола и масло:

– твердая часть-называется асфальте ном, молекулярная масса 1000–5000, плотность больше 1;

– молекулярная масса смолы 500–1000;

– молярная масса масляной части 100–500.

### **Физико-химические свойства.**

Поверхностное натяжение битума при 20-25<sup>0</sup> С составляет 25–35 эрг/см<sup>2</sup>.

– износ-изменение состава и свойств битума с течением времени повышает его хрупкость, снижает водонепроницаемость. Под воздействием солнеч-

ного света и кислорода эти язвы ускоряются;

– реологическое свойство-в то время как жидкий битум соответствует законам, присущим жидкому материалу, твердый битум обладает одновременно пластическими и упругими свойствами.

### **Химическое свойство**

Битум выдерживает 50% щелочи, 25% HCl, 10% уксусной кислоты. Битум хорошо растворяется в органических растворителях. Благодаря своей стойкости к химическим веществам битум широко используется в строительстве для защиты железобетонных изделий, железных труб и тому подобного.

### **Физико-механические свойства**

Марка битума определяется по его твердости, температуре размягчения и растяжимости. Марка битума в зависимости от места использования битум делят на 3: строительный (БН), надгробный (БНК), дорожный (БНД).

### **Связующие смолы. Макет из смолы и Пека.**

Смолу получают нагреванием твердых пород (каменного угля, бурого угля, торфа, горючих сланцев, щебня) без подачи воздуха. Смола используется в химической промышленности для получения синтетических продуктов из-за наличия в ее составе фенола, бензола, толуола, ксилола, нафталина.

Иногда каменноугольная смола выделяется в виде побочного продукта при коксовании угля на коксохимических заводах в количестве 5–7%, представляет собой острую, пахнущую, мешковатую черную жидкость плотностью 1,1–1,35 г / см<sup>3</sup>.

Смоляные связующие материалы подразделяются на:

– сырьё каменноугольная смола:

а) низкотемпературный съёмный-первичный. При 500-600<sup>0</sup>С получают темно-коричневый цвет,  $\rho=0,85-1$  г/см<sup>3</sup>, который содержит насыщенные и ненасыщенные углеводороды и фенол.

б) жидкость черного цвета, получаемая при высокой температуре –1000–13000<sup>0</sup>С,  $\rho=1,12-1,23$  г/см<sup>3</sup>.

– чистая смола (каменноугольная смола) при нагревании сырой смолы

удаляются содержащиеся в ней лигроины и керосин (до 30% от массы смолы).

– пек-сырье получают путем сухой перегонки каменноугольной смолы из оставшегося твердого остатка муки путем кипячения легких ( $180^{\circ}\text{C}$ ) фенола ( $180\text{--}2100^{\circ}\text{C}$ ), нафталина ( $210\text{--}2300^{\circ}\text{C}$ ), антраценового масла ( $360^{\circ}\text{C}$ ).

Пек-аморфная, хрупкая порода черного цвета.  $\rho=1,2 - 1,28 \text{ г/см}^3$ , состоит из высокомолекулярных углеводородных и десятичных соединений и свободного углерода (8-30%).

### **Асфальтобетоны и смеси**

Асфальтобетон ДСЧ, специально рассчитанный и отвердевший при определенной температуре, присыпается материалом, полученным в результате обжига щебня, песка, минерального порошка и битуминозного порошка.

Если битумная смола вяжущего материала смолы, то на ее основе бетона называют смолобетоном.

Асфальтобетонным связующим называют материал, полученный путем смешивания минерального порошка с битумом. Если добавить песок в асфальтоукладчик, получится асфальтоукладчик.

Асфальтобетонная облицовка подразделяется на следующие разновидности в зависимости от вязкости (воспламеняемости) и температуры используемого битума, а также от способа нанесения облицовки на покрытие и отверждения:

Горячий асфальтобетон готовят в жаропрочном битуме при температуре  $140^{\circ}\text{C}\text{--}160^{\circ}\text{C}$  и наносят на покрытие при температуре не ниже  $120^{\circ}\text{C}$ ; а формирование структуры бетона в основном завершается в процессе шихтования.

Костный асфальтобетон. готовят в битуме с низкой горюче-вязкостью при температуре  $90\text{--}130^{\circ}\text{C}$  и наносят на шпон при температуре  $50\text{--}80^{\circ}\text{C}$ . скорость формирования структуры бетона, в зависимости от применяемого битума, занимает от нескольких часов до 10–15 суток.

Холодный асфальтобетон готовят в жидком битуме при температуре  $120^{\circ}\text{C}$ , который в основном наносят на покрытие после полного остывания. Формирование структуры насыпи длится от 20–30 до нескольких месяцев, постепенно,

в зависимости от скорости оседания битума, интенсивности движения и погодных условий.

В зависимости от крупности зерен используемых минеральных материалов асфальтобетоны подразделяют на:

1. Крупнозернистый-зернистость до 40 мм;
2. Среднезернистый-зернистость до 20 мм;
3. Зернистость в масле-зернистость до 15 мм;
4. Песчаный-зернистость до 5 мм.

По структуре (плотности) асфальтобетоны могут быть:

а) Плотный бетон называют бетон, характеризующий микро поверхностную структуру минеральной части и остаточную (суммарную) по объему пористость от 3 до 5%.

б) Пористым бетоном называют бетон, характеризующийся пористостью минеральной части от 5 до 10% (суммарную) по объему с пористой структурой.

Контактная структура используется для укладки на основание дорожного покрытия из рыхлого асфальтобетона. хорошо сочетается с поверхностной складчатостью и рыхлостью обеспечивает.

Среднезернистые и масложернистые асфальтобетоны с пористой структурой применяют для укладки на верхнюю складку дорожного покрытия, имеющего большую ширину в продольном направлении при интенсивном движении тяжелых и интенсивных грунтов. Эти асфальтобетонные покрытия будут иметь высокую проходимость, что обеспечит хорошую вязкость автомобильной шины.

Гранулированный асфальтобетон в базальтовом структурном масле используется для укладки в верхний слой двухслойного дорожного покрытия и обладает высокой адекватной устойчивостью к механическим воздействиям и погодным факторам.

Асфальтобетон песчаный с рыхлой структурой, толщиной 5–1, 25 мм; крупинки изготовлены из крупнозернистого песка в больших количествах, водонепроницаемый слой применяется для строительства верхнего слоя покрытия



участка дорог со средним скоростным движением, требующим бурового килиша.

Для горячего а/б используют битумы следующих марок:

БИД 40/60, БИД 60/90, БИД 90/130  $t=140-160^{\circ}\text{C}$ ,

$t_{\text{насТ}} = 120^{\circ}$  Детгб Д-5, Д-6.  $t=20-30^{\circ}\text{C}$ .

Для приготовления асфальтовой смеси битумный картон смешивают с песком в специальных смесительных котлах при нагревании до  $160-1800^{\circ}\text{C}$ . Их применяют в строительстве в целях гидроизоляции (1–2 см) и при строительстве асфальтовых полов.

В смеси содержится 8–10% битума. Соотношение битума и наполнителя асфальтовой смеси (в расчете на вес) будет от -1:1,5 до 1:1,25.

Асфальтобетон-уплотнительный материал, состоящий из смеси щебня, песка и битума. В асфальтобетоне общее содержание битума составляет 6–12%.

В зависимости от использования: делятся на горячие, теплые и холодные виды.

Асфальтобетон, используемый в средне осевых условиях, нагревается под воздействием солнечного света до  $80-90^{\circ}\text{C}$ , в результате чего его прочность несколько снижается, и происходит явление «утечки» в сторону откоса. Предотвратить это при приготовлении смеси для него в нее добавляют известь, цемент и каучуково - резиновую смесь в количестве 3–6%.

Картон–бетон-искусственный материал, получаемый нагреванием сланцевой смолы до  $130-160^{\circ}\text{C}$ , смешиванием ее с мелкими и крупными наполнителями и последующим уплотнением.

К капитальным покрытиям относят битумные и асфальтобетонные покрытия; к легкому типу - битумные, смешанные с вяжущими материалами, борочные битумные покрытия; к среднему типу-грунтовые и кремнистые, грунтовые и мелкозернистые, а также битумные, мелкозернистые, грунтовые и из местных материалов, смешанные с органическими и минеральными вяжущими материалами.

Все покрытия в зависимости от характера сопротивления нагрузке под-

разделяются на следующие виды: бикр-цементбетон, армобетон, монолитный и износостойкий железобетон; небикр-асфальтобетон и все другие виды, в том числе и средние.

Для облицовки бикр применяют тяжелый бетон, отвечающий требованиям ГОСТ 8424-72. Прочность проектной марки бетона: на верхнем слое однослойного и двухслойного-уплотнение М 4000, на изгибе-растяжение  $R_{и}$  50; на предварительно напряженном стальном железобетоне при смешивании стержневой арматуры приведенные выше цифры составляют соответственно М 3000 и  $R_{и}$  45; на нижнем слое двухслойного покрытия и на стержневых плитах предварительно напряженного покрытия-М 250 и  $R_{и}$  350.

К асфальтобетонным покрытиям применяют асфальтобетонные смеси, отвечающие требованиям ГОСТ 9128–84 и удовлетворяющие показателям прочности, указанным в СНиП 2.05.08-85.

Для искусственных оснований (полов) гидроизоляционных покрытий применяют мелкозернистый (песок) бетон, керамзитобетон и шлакобетон (залитый металлургическим шлаком), щебень, мелкий камень, песчано-гравийную смесь, грунт и мелкий камень, несмешанные грунты с примесью вяжущих материалов и местные материалы. Материалы, применяемые к искусственным основаниям покрытий бикр и небикр, должны соответствовать требованиям, указанным в СНиП 2.05.08-85 по прочности на сжатие и модулю упругости.

Для обеспечения круглогодичного движения автомобилей на проезжей части дороги сооружается дорожное покрытие. Дорожное полотно изготавливается из материалов, обладающих хорошей устойчивостью к воздействию климатических факторов и транспортных колес.

Напряжения, создаваемые дорожным полотном при проезде автомобилей, исчезают с увеличением глубины. Это позволяет проектировать дорожное покрытие в многослойном виде.

Напряжение, создаваемое колесами автомобилей на многослойном дорожном покрытии:

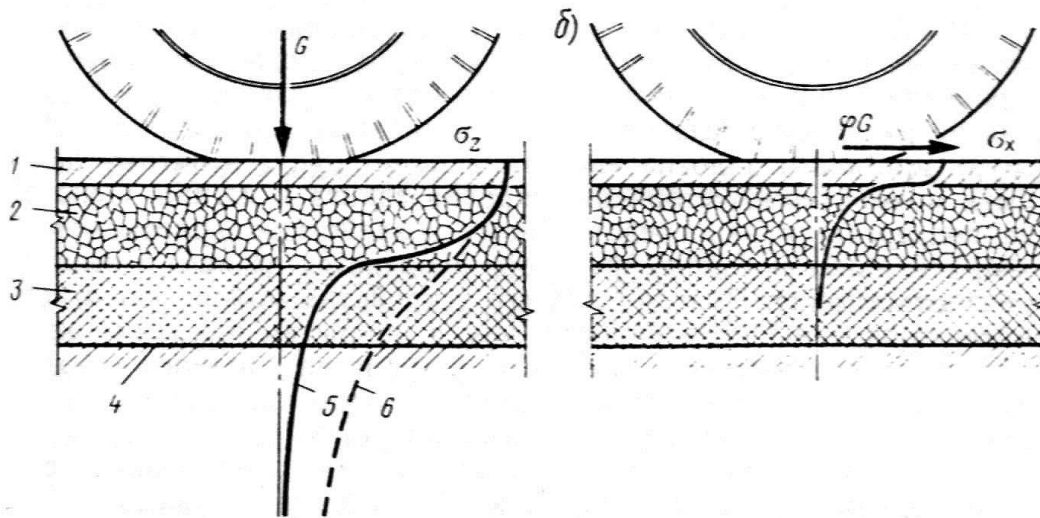


Рисунок 1

а - вертикальные напряжения а з эпюра; б - горизонтальные напряжения а х эпюра; 1 - покрытие; 2 - основание; 3 - дополнительный слой основания; 4 - грунт подложки; 5 - напряжение на дорожном полотне; 6-напряжение на однородном грунте

Дорожное покрытие будет иметь слои внизу:

Конструктивные слои дорожного покрытия:



Рисунок 2

1 - поверхностный обработанный слой; 2-мелкозернистый асфальтобетон; 3 - крупнозернистый асфальтобетон; 4 - краеугольный камень, обработанный связующими материалами; 5 - краеугольный камень; 6-песок

Покрытие — это самый верхний водонепроницаемый слой дорожного по-

крытия, драгоценный и прочный камень будет состоять из смеси материалов. Покрытие должно выдерживать природные воздействия (снег, дождь, снег) и напряжение, падающее с колеса автомобиля.

Покрытие обеспечивает наиболее необходимые эксплуатационные качества дороги, плавность хода, качество сцепления колес с покрытием.

Основание — это подъемная часть дорожного покрытия, которая будет состоять из каменных материалов и грунта, армированного связующими материалами.

Основание воспринимает напряжение, падающее с колес автомобиля, через покрытие и распределяет его по нижним слоям. Основание из-за того, что автомобиль не воспринимает напрямую падающее с колеса напряжение, целесообразно, чтобы прочность материалов основания была меньше, чем у покрытия.

Основа может состоять из нескольких слоев.

Дополнительный слой основания – состоящий из материалов, предпочитающих увлажнение, снижает воздействие грунтовых вод на дорожное полотно, уменьшая при этом глубину промерзания покрытия, короче говоря, действует как выравнивающий слой.

Эксплуатационные качества дорожного покрытия определяются покрытием, способным обеспечить комфорт движения и расчетную скорость. Различают следующие виды дорожного покрытия: асфальтобетонное покрытие – наиболее усовершенствованный вид покрытия. Их возводят в 1 и 2 слоя на прочном основании. Асфальтобетонная смесь состоит из материалов, находящихся в овраге.

**Дорожные покрытия делятся на следующие виды:**

- улучшенный капитал (асфальтобетон, цементбетон);
- облегченный (асфальтобетон, пропитанный органическими материалами);
- проходной (гравийный, галечный, мостовой);
- обычный тип (КШШ, каменные материалы, почва).

Дорожное покрытие-самая дорогая часть автомобильных дорог. Расходы на него составляют 60% от суммы, потраченной на весь путь.

На дорожное полотно напрямую влияют транспортные нагрузки. Дорожные покрытия работают в самых сложных условиях. Поэтому при выборе дорожного покрытия нужно быть очень осторожным. Проектирование дорожного полотна состоит из 2 последовательно выполняемых этапов.

1. выбор конструкции.
2. бухгалтерские работы.

По характеристикам, влияющим на нагрузку, дорожное покрытие можно разделить на 2 группы:

- твердые дорожные покрытия;
- не жесткие дорожные покрытия.

Твердые дорожные покрытия состоят из цементно – бетонных покрытий.

Неровные дорожные покрытия – это те, которые имеют низкое сопротивление изгибу. К ним относятся все покрытия, кроме цементобетонных покрытий.



Рисунок 4

а - цементно-бетонное покрытие на каменной основе; б - на гравийной основе асфальтобетонное покрытие; двухслойное асфальтобетонное покрытие на в - образном бетонном основании (применяется на городских улицах)

Дорожное покрытие и покрытие транспорт под показателями использова-

ния мы подразумеваем:

– гладкость дорожного покрытия, неровность поверхности покрытия, качество протектора колес, прочность дорожного покрытия, срок службы дорожного покрытия и т. д.

Плавность хода зависит, прежде всего, от погодно-климатических условий, кроме того, она будет зависеть от нагрузки и напряжений, снимаемых с автомобиля. Беглость дорожного покрытия оценивается по 3 различным описаниям:

- макроэкономика;
- микроклимат;
- неровный.

Превышение нормальности дорожного покрытия сказывается на качественных показателях автомобиля. Прежде всего, увеличивается расход топлива автомобиля, увеличивается износ колес, увеличивается срок капитального ремонта автомобиля и т. д.

Материалы дорожного покрытия во многих случаях вызывают сопротивление дорожному покрытию. Это приводит к снижению скорости движения и, в свою очередь, к снижению безопасности движения. Из этого следует, что чем больше улучшено дорожное покрытие, тем выше скорость движения и обеспечена безопасность движения.

Обеспечение качественного и эффективного выполнения работ по строительству автомобильных дорог возможно только с помощью метода научного обоснования. Основным вопросом организации выполнения работ является повышение производительности и качества продукции, увеличение объемов и снижение себестоимости, улучшение условий труда. Чрезвычайно прогрессивным направлением в выполнении дорожно-строительных работ является его индустриализация. Индустриализация строительства автомобильных дорог обеспечивает бесперебойную работу в течение всего года. Это неразрывно связано с автоматизацией и воплощенной механизацией работ на месте.

Инклюзивная механизация — это высокая степень механизации работ,

которая означает, что в основных и вспомогательных операциях jamiki в ране выполнения работы сила рук загружается в машины. Благодаря этому достигается хорошая эксплуатация машин и экономия энергопотребления при себестоимости.

При строительстве автомобильных дорог более совершенным и научно обоснованным методом считается выполнение работ по непрерывному и очередному типу организации работ. Для правильной организации работ в этом стиле все в зависимости от выполняемых работ делят их на виды подготовки, восстановления дорожного полотна и отделки и укрепления дорожного полотна.

**Выводы.** Итак, изучая виды асфальтобетонов, я изучил их физико-химические свойства и то, из каких структурных свойств они состоят.

### Список литературы

1. Чиздников И. П. Производство нефтяных битумов. - М. 1983.
2. Рубьев Ц. А. Асфальтобетон. - М., 1994.
3. Гезенцевей Л. Б. Производство нефтяных битумов. - М., 1985.



## ЮРИДИЧЕСКИЕ НАУКИ

---

УДК 340

### ГРАЖДАНСКОЕ СУДОПРОИЗВОДСТВО КАК УСЛУГА В ЭЛЕКТРОННОМ СЕРВИСЕ

**Грищенко Мария Сергеевна**

студентка 3 курса

Института прокуратуры

**Пелипенко Ирина Дмитриевна**

студентка 3 курса

**Научный руководитель: Соловьева Татьяна Владимировна,**

доктор юридических наук, доцент, профессор кафедры гражданского процесса

Института прокуратуры ФГБОУ ВО «Саратовская государственная

юридическая академия», город Саратов

***Аннотация.** В статье изучены проблемы внедрения цифровых технологий в гражданское судопроизводство. Раскрыты задачи электронного государства, положительные стороны использования электронных услуг в гражданском судопроизводстве. Выявлены основные пути решения проблемы внедрения цифровых технологий в гражданское судопроизводство.*

*The article studies the problems of introducing digital technologies in civil proceedings. The tasks of the electronic state, the positive aspects of the use of electronic services in civil proceedings are disclosed. The main ways of solving the problem of introducing digital technologies in civil proceedings are identified.*

***Ключевые слова:** электронное государство, государственные услуги, цифровизация, информационные технологии, сервис*

***Keywords:** electronic state, public services, digitalization, information technology, service*

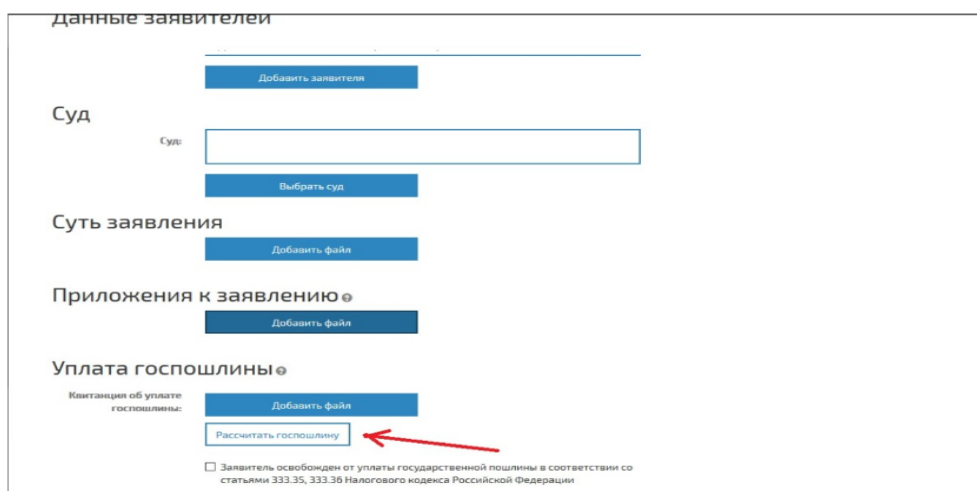


Электронное государство – новая форма организации деятельности органов государственной власти, которая за счет применения информационных технологий обеспечивает оперативность и удобство получения гражданами и организациями государственных услуг [5, с. 8].

Задачами электронного государства являются:

1. Оптимизация процессов предоставления государственных услуг.
2. Создание благоприятных условий и широкого доступа для получения таковых услуг.
3. Упрощение системы государственных органов.
4. Автоматизация процедур, предоставленных государством.
5. Организация информационных потоков между органами государственной власти.

Министерство цифрового развития разработало проект постановления Правительства Российской Федерации, в котором предусматривает необходимость обеспечения получения гражданами государственных услуг с использованием Единого портала государственных и муниципальных услуг (рисунок 1).



Данные заявителей

Добавить заявителя

Суд

Суд:

Выбрать суд

Суть заявления

Добавить файл

Приложения к заявлению

Добавить файл

Уплата госпошлины

Квитанция об уплате госпошлины

Добавить файл

Рассчитать госпошлину

Заявитель освобожден от уплаты государственной пошлины в соответствии со статьями 333.35, 333.36 Налогового кодекса Российской Федерации

Рисунок 1 – Подача искового заявления в суд через Единый портал государственных и муниципальных услуг

Электронное обеспечение государства внедряется поэтапно. Распоряжением Правительства Российской Федерации от 31 марта 2020 г. № 386–20, утверждается долгосрочная целевая программа «Информационное общество», которая состоит из нескольких программ. Они направлены на развитие и со-

вершенствование системы государственного управления на основе использования информационных технологий (рисунок 2).

| <b>АРБИТРАЖНЫЕ СУДЫ ONLINE</b><br>НА 13 ИЮЛЯ 2020 ГОДА                            |  |               |
|---|--|---------------|
|  | ЧИСЛО СУДОВ<br>В СИСТЕМЕ                               | <b>91</b>     |
| <b>ОНЛАЙН-ПРОЦЕССЫ:</b>   |  |               |
|  | ОНЛАЙН ЗАСЕДАНИЙ<br>НАЗНАЧЕНО                          | <b>31 000</b> |
|  | ХОДАТАЙСТВ О<br>ПРОВЕДЕНИИ ОНЛАЙН-<br>ЗАСЕДАНИЙ ПОДАНО | <b>59 574</b> |
|  | СОСТОЯЛОСЬ<br>10 ИЮЛЯ                                  | <b>214</b>    |
|   | СОСТАВШИЕСЯ<br>ОНЛАЙН-ПРОЦЕССЫ                         | <b>19 276</b> |
|  | <b>ХОДАТАЙСТВА ОБ<br/>ОНЛАЙН-ОЗНАКОМЛЕНИИ</b>          |               |
|   | 10 - 12 ИЮЛЯ   | <b>1 308</b>  |
|   | 23 МАРТА - 12 ИЮЛЯ                                     | <b>60 226</b> |

Рисунок 2 – Статистика проведения дел в арбитражных судах online

Сервис сводит к минимуму использование бумажных носителей и необходимости посещения государственных учреждений. Он предполагает простой и быстрый интерфейс, что безусловно упрощает жизнь граждан и государства. Он осуществляет несколько функций в гражданском судопроизводстве:

1. Автоматическое установление суда, в который необходимо подать исковое заявление.
2. Направление документов и уведомлений участникам процесса в электронном виде.
3. Информирование граждан о движении дела [3, с. 11].

Спектр таких действий будет увеличиваться, чему способствуют развитие информационных технологий.

Во многом с цифровизацией судопроизводства возникает и очень много проблем.

Одна из них – не оснащённость населения в сфере информационных технологий. Люди пожилого возраста и не только испытывают затруднение в ис-

пользовании таковых технологий и пользуются «консервативными» методами, что не отвечает задачам разработки электронного сервиса.

Вторая проблема – нехватка квалифицированных кадров в судах. Не секрет, что многие люди также в силу своего возраста или не имея фундаментальных познаний в использовании электронных устройств возникают трудности. Это сказывается на недовольстве персонала, затруднении и замедлении процесса судопроизводства [2, с. 14].

Предлагаем разработать методы решения этих проблем путем внедрения в школьную или университетскую программу курс по использованию данного сервиса, а также процесс переподготовки кадров путем дополнительных курсов и оснащение пожилых людей путем онлайн-курсов, для цифровизации нашего общества.

Система массового обслуживания содержит ресурс (деятельность по осуществлению правосудия) и спроектировано программное средство, которое предназначено для предоставления этого ресурса потребителям (истцам, заявителям).

По данным Росстата, всего за 2019 год на портале «Госуслуги РФ» зарегистрировано, 104 млн человек, а также в 2019 году доля жителей России, пользующихся госуслугами в электронной форме составляет 77,6 % от числа тех, кто вообще обращался за получением государственных услуг, а в 2018 году доля составляла 74,8 % (рисунок 1). Статистика говорит о том, что все-таки результаты использования электронного сервиса положительные, но проблемы на данном этапе еще существуют, которые необходимо решить для того, чтобы наше общество не испытывало никаких затруднений в использовании портала «Госуслуг» и все в равной мере могли воспользоваться такой возможностью.

### Список литературы

1. Гражданский процессуальный кодекс Российской Федерации от 14.11.2002 № 138-ФЗ (ред. от 30.12.2021, с изм. от 10.03.2022) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.02.2022) / Собрание законодательства РФ 18.11.2002. № 46.

ст. 4532.

2. Медведев, Р. Ф. Проблемы правового регулирования цифровизации в современных условиях / Законность. 2018. № 9–14–15 с.

3. В. И. Дрожжинова, Е. З. Зиндера. М Электронное правительство: рекомендации по внедрению в Российской Федерации. - 2004. - 11 с.

4. Кожич, И. С. Цифровизация гражданского процесса / И. С. Кожич. – Текст: непосредственный / Молодой ученый. – 2022. - № 20 (415). – 307–309 с.

5. Чеботарева, А. А. Информационное право: учеб. пособие / А. А. Чеботарева. — М.: Юридический институт МИИТа, 2014. — 160 с.

## БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

---

УДК 579.66

### БИОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗЛОЖЕНИЕ

**Рахматов Сардор Шавкат угли**

**Тулибаев Азимжон Нематжанович**

**Додоев Каноат Истамович**

магистранты

**Научный руководитель: Кемалов Руслан Алимович,**

ФГБОУ ВО Казанский (Приволжский) федеральный университет

***Аннотация.** Цель данной работы: изучить биологическое разложение ПАВ и биологическое разложение разлитой нефти и способы их устранения*

***Abstract.** The purpose of this work: to study the biodegradation of surfactants and the biodegradation of spilled oil and ways to eliminate them.*

***Ключевые слова:** поверхностно активные вещества, биологическое разложение, фосфаты, активный ил*

***Keywords:** surfactants, biodegradation, phosphates, activated sludge*

#### **Введение**

Биологическая деградация - биодegradация (биологический распад, биодegradация) - разрушение веществ, материалов и сложных продуктов, вызванное деятельностью живых организмов. Чаще всего, когда мы говорим о биодegradации, мы имеем в виду действие микроорганизмов, грибков и водорослей. Биологическая деградация (БД) органического вещества может происходить и в анаэробных условиях, т. е. в отсутствие кислорода воздуха или же в вакууме, и в данном случае происходят процессы, которые называются деградацией или брожением. В иных случаях БД происходит в аэробных условиях, то есть в присутствии кислорода. Данный процесс можно считать процессом окисления органического вещества. Оба процесса БД в большинстве случаев происходят

единовременно. Идентифицируют их на два процесса такие как первичная и полная БД. Так гидрологическое отщепление молекулы ПАВ активной сульфогруппой приводит к утрате веществом поверхностей активности, а с ней способности к пенообразованию. В данном случае приемлемое для окружающей среды биоразложение совпадает с первичным. Полное биоразложение это распад вещества до простых неорганических соединений с образованием воды, углекислого газа, азота, аммиака, и др.

### **Методы исследования**

Биологическим методом очистки сточной воды называется применение активного ила, располагающего ряд свойств, таких как аэробный и анаэробных микроорганизмов, которые могут применять загрязняющие фосфаты для своего метаболизма. Чаще всего, при БД происходит процесс исключение из сточных вод (СВ) фосфора и азота, потому как оба этих компонента имеют необходимость в процессах обмена веществ живых организмов. Отличительной чертой этого метода является во внедрение в специально назначенные резервуары (аэротенках и метантенках) в СВ активного ила и питающего элемента для него. Подпитывающий элемент важен для образования приемлемых условий для бактерий, активно участвующих в ходе дефосфоризации. В качестве этого субстрата в большинстве случаев применяется низкомолекулярные летучие жирные кислоты, а основным питательным условием является уксусная и пропионовая кислота. В ходе вакуумного или анаэробного потребления бактериями органических кислот полифосфаты начинают свое БД (до фосфатов).

Бактерии используют энергию распада этих соединений в качестве топлива для поддержания процессов жизнедеятельности. Затем уже в аэробных условиях начинается размножение бактерий и водорослей, во время которого свободные фосфаты используются для синтеза АТФ бактериями. Таким образом, фосфаты из воды попадают в биомассу, которая затем отделяется от уже очищенной воды. Скорость биодеградациии определяется видом/видами участвующих организмов, условиями (температурой, влажностью), освещенностью и многими другими факторами. Способность ПАВ к биологическому разложе-

нию в значительной степени зависит от их химической структуры. На практике степень разложения ПАВ определяют как в природных, так и в экспериментальных условиях. В последнем случае (биоразложение ПАВ в сточных водах), как правило, источником микроорганизмов служит активный ил.

Большой интерес представляют исследования разложения ПАВ чистыми культурами микроорганизмов. При этом разложение ПАВ идет по типу -, а- и 3-окисления, деструкции бензольного кольца. Серосодержащие ПАВ могут разрушаться микроорганизмами путем разрыва связи C-S или сульфатно-эфирной связи [1]

Деструкция анионных ПАВ, ведущая к потере поверхностной активности, может происходить либо путем отщепления от молекулы вещества гидрофильной группы, либо вследствие очередного окисления алкильного радикала

Комбинированным методом очистки сточных вод подразумевается процесс, в котором после химической коагуляции, вода подвержена дополнительно процессу биологической очистки. Применение комбинированного метода весьма выгодно, поскольку происходит более полная и тщательная очистка воды. Но у этого метода имеются недостатки.

Например, внедрение коагулянтов и извести в очищаемую воду значительно увеличивает показатель рН воды, что вредно для микроорганизмов. Противоборствовать этому явлению можно несколькими методами, например, подвергать воду карбонизации – тем самым насыщая её углекислым газом. Углекислый газ, когда проходит сквозь воду, создает угольную кислоту, которая понижает рН до необходимых значений.

После прохождения обоих этапов дистилляции, вода очищается, из неё исключаются нерастворимые осадки, активный ил, проводится её исследование на соответствие требованиям. После этого очищенная вода отправляется в сброс.

### **Потенциальное использование бактерий глубоководных отложений для ликвидации разливов нефти**

Разливы нефти считается глобальной проблемой причиной, которой явля-

ется загрязнения морской среды вследствие преднамеренных или случайных действий, таких как аварии танкеров при морской транспортировке нефти, разведка и добыча нефти на шельфе, слив нефти и топлива с суши. После разлива в морскую среду нефтяные углеводороды и их продукты подвергаются различным естественным процессам, таким как испарение, эмульгирование, диспергирование, фотоокисление, биоразложение и осаждение. В большинстве случаях отложение нефти в окружающую среду проходит быстрее, по сравнению с ее восстановлением после разлива. Вследствие этого необходимо ликвидировать последствия разливов нефти применяя современные технологические решения. Однако большинство нефтяного разлива может быть легко рассеяно в толще воды, остальная часть может осесть в глубоководных отложениях. Это получается за счет адсорбции взвешенными твердыми частицами, которые в большинстве случаев как итог погружаются в низлежащие отложения. Эксперимент проводился следующим образом, бактерии были, асептически извлечены из глубоководных отложений на основании методов, разработанных в предыдущих исследованиях [2,3]. Суспензию готовили путем добавления 1 г лиофилизированных образцов глубоководных отложений для каждого места в стерильную пробирку, а затем гомогенизируют стерильной морской водой с помощью вихревого шейкера. Всего 1 мл воды, содержащей инокулят, пипеткой переносили в пробирку, содержащую 9 мл физиологического раствора (NaCl 9%), и перемешивали. Смесь последовательно разбавляли три раза в соотношении 1:9 для каждой пробирки для разведения. В общей сложности 0,1 мл каждой пробирки со смесью отбирали пипеткой и переносили в чашку Петри, содержащую 10–15 мл агара для подсчета чашек (РСА). Использование ПХА в качестве питательной среды для бактерий направлено на подсчет общего количества бактерий в глубоководных отложениях. Культуру инкубировали в течение семи дней, и все эти процессы проводились на стенде с ламинарным потоком воздуха, чтобы избежать загрязнения. Результаты роста бактерий обрабатывали и отбирали для получения трех бактериальных изолятов с наибольшей численностью, которые использовали в эксперименте. Идентификация выделенных бак-



терий была основана на идентификации (Biolog Inc., Хейворд, Калифорния, США). Идентификация бактерий, использованная в этом исследовании, представляла собой метод физиологического профилирования в соответствии с инструкциями. Отбирали одну колонию и эмульгировали в посевной жидкости в виде суспензии. Всего 100 мкл клеточной суспензии инокулировали и инкубировали в течение 16–24 ч при 37 °С. Процесс идентификации проводился с использованием предварительно загруженной базы данных (Biolog Inc., Хейворд, Калифорния, США) и интерпретировался программным обеспечением системы идентификации путем выявления видов, которые имели близкие модели реакции наряду с процентным соотношением

Отобранные бактериальные изоляты, которые были культивированы, затем периодически адаптировали каждые 72 часа. В общей сложности 10 мл культивируемых бактерий отбирали пипеткой и переносили в 100 мл кондиционированной среды с морской водой, содержащей 0,3% (об. /об.) сырой нефти. Сырая нефть (среднетяжелая) нефть, 34,48 API, плотность (0,8474 г/см<sup>3</sup>) использовали в качестве адаптирующей среды к нефтяной среде.

Кондиционированную морскую воду готовили путем растворения 1,26 г MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O, 1 г KCl, 2,5 г KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, 3,75 г Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> и 1,29 г NaNO<sub>3</sub> в 3 л стерильного раствора морская вода. Затем смешанный раствор встряхивали при комнатной температуре с помощью поршневого шейкера со скоростью 120 об/мин. Предыдущие исследования показывают, что эти смешанные культуры бактерий успешно адаптировались к нефтяной среде [3].

Затем образцы нефти с самым высоким процентом деградации (станция 18544) были проанализированы с помощью газовой хроматографии-масс-спектрометрии (ГХ-МС), чтобы увидеть максимальный потенциал разлагающих бактерий в этом моделировании микромира. Разложившуюся сырую нефть фракционировали методом колонной хроматографии для разделения алифатических и ароматических соединений в масле. Фракционирование проводили путем элюирования нейтральных фракций 150 мл растворителя н-гексана на колонке, заполненной силикагелем, с получением алифатической фракции.

Ароматические фракции элюировали, получая нейтральную фракцию с использованием 50 мл н-гексана и дихлорметана (1:1). Каждую фракцию упаривали (без азота), получая примерно 1–2 мл, и образец переносили в флакон.

Затем фракцию во флаконе упаривали азотом до полного высыхания. Перед анализом методом газовой хроматографии-масс-спектрометрии (ГХ-МС) во флакон добавляли 0,5 мл растворителя н-гексана.

Результаты фракционирования масла анализировали с детектором Agilent Inert MSD 5975C, колонкой HP-5MS Ultra Inert GC (60 м × 0,250 мм × 0,25 мкм) и гелием сверхвысокой чистоты (UHP) в качестве газ-носитель. Этот метод определял состав и типы соединений, содержащихся в образце до и после биодеградации. Печь газовой хроматографии была запрограммирована на 16,08 кПа с потоком колонки 1 мл мин<sup>-1</sup>. Температура начиналась с 40 °С и поднималась до 250 °С; образцы прогоняли со скоростью 10 °С мин<sup>-1</sup> и затем выдерживали 25 мин.

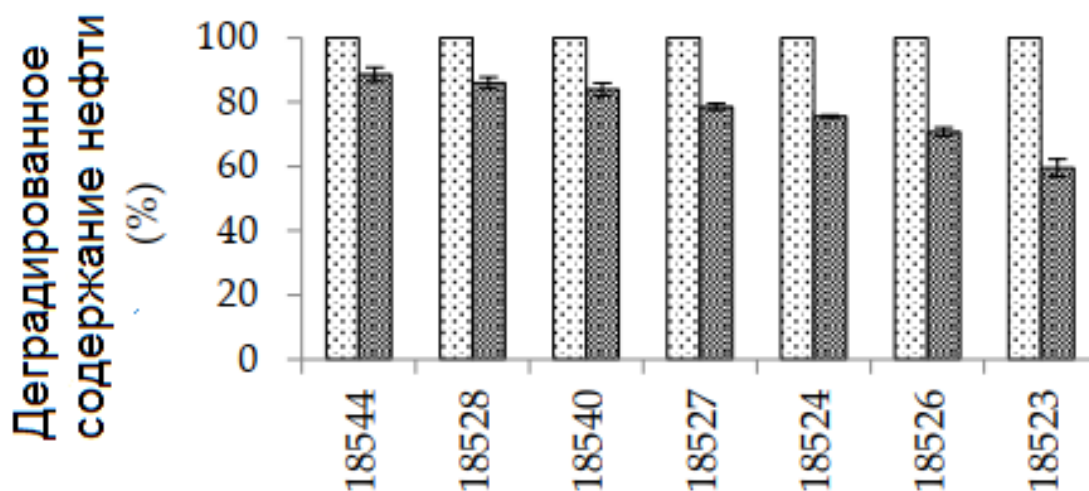
Температуру снова повышали с 250 °С до 290 °С со скоростью 10 °С/мин и затем выдерживали в течение 30 мин. Проба нефти, используемая для анализа ГХ-МС, была взята со станции с самым высоким процентом биодеградации нефти (станция 18544). Единица содержания в результатах относится к общему количеству углеводородов. Дальнейший анализ хроматограммы проводили путем расчета содержания пристана (Pr) и фитана (Ph), которые обычно используются в качестве маркеров для наблюдения за процессом биодеградации в сырой нефти. Было проведено сравнение содержания н-С17/Pr и н-С18/Ph, чтобы убедиться, что процесс деградации происходит биологически, а индекс предпочтения углерода был проанализирован, чтобы показать способность бактерий разлагать нечетные и четные пронумерованные алканы в том же соотношении.

Влияние обработок на БД масла было протестировано с использованием дисперсионного анализа, а также с использованием критерия наименьшей значимой разницы и многодиапазонного теста Дункана для дальнейшего анализа. В этом анализе также оценивалась скорость деградации масла и ее связь с другими параметрами с использованием простого регрессионного и корреляцион-

ного анализа.

### Заключение

Таким образом мы ознакомились с биологическим разложением и методикой их разложение в естественных условиях. Их разложение в анаэробных и аэробных условиях. Также мы рассмотрели их скорость разложение от чего зависит скорость разложение. Изучили и рассмотрели биологическое разложение в естественных условиях этиленгликолей и пропиленгликолей вследствие чего мы выполнили задачу нашей работы, изучили физико-химические свойства ПАВ и их методику биологического разложения. Так же изучили эксперимент, в котором исследовали биodeградацию разливов нефти с помощью специально выращенных бактерий. Исследование показало, что консорциум трех бактерий (*Raoultella* sp., *Enterobacter* sp. и *Pseudomonas* sp.) использовался для процесса биodeградации сырой нефти. Анализ сырой нефти с использованием изолированных бактерий с разных станций показывает разный процент процесса биodeградации нефти. Проценты варьировались от 59,55% (станция 18523) до 88,64% (станция 18544) (рис. 3), а процесс биodeградации положительно коррелировал с размером бактериальной популяции, тогда как с рН смешанного раствора происходило обратное.



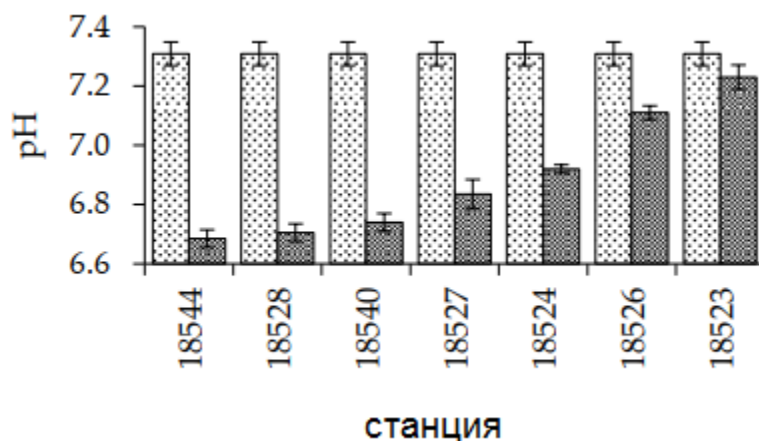


Рисунок 1 - Свойства эксперимента по разложению нефти консорциумом бактерий, извлеченных из 7 проб отложений до и после 7-дневного эксперимента: (а) процентное содержание масла и жира, (б) pH-условие со стандартным отклонением

Хотя разливы нефти могут естественным образом уменьшаться благодаря нескольким процессам, таким как испарение, эмульгирование и диспергирование, некоторые из них могут осаждаться на дне морского дна. Другое исследование показало, что углеводороды достигли глубоководных отложений после таких трагедий, как разлив нефти в Монтаре, Индонезия, и Deepwater Horizon, Мексиканский залив [4]. Ожидается, что появление глубоководных бактерий приведет к дальнейшему разложению остатков нефти в глубоководных водах. Это исследование показывает, что глубоководные бактерии, испытанные в закрытой системе, могут разлагать нефть в течение 3 дней, разлагаясь от 59,55% до 88,64%.

Эти изолированные бактериальные смеси потребляли углеводороды сырой нефти, вызывая снижение концентрации сырой нефти в смешанной среде [5]. На процесс биодegradации в этом эксперименте указывает увеличение популяции бактерий и снижение как уровня pH, так и содержания нефти.

Увеличение популяции бактерий свидетельствует, что бактерии росли, используя нефть в качестве источника энергии и углерода в своем метаболизме. В дополнение к росту бактерий углерод в масле разлагался аэробно, что сопровождалось снижением pH из-за образования углекислого газа [5]. Бактерии в этом исследовании удалось вырастить в экспериментальных условиях, потому

что глубоководные осадочные бактерии могут жить в диапазоне рН от 5 до 8 [6].

Более того, закономерности этих трех параметров показали аналогичные результаты через 3 дня процесса инкубации. Биodeградация нефти происходила только до 3-х суток, после чего консорциум, по-видимому, вошел в стационарную фазу и перестал расти. Снижение скорости деградации на следующая стадия может быть связана с истощением питательных веществ, таких как азот (N) и фосфор (P) [7]. В этом исследовании не давали дополнительных питательных веществ, и предполагалось, что углерод является единственным источником пищи для бактерий, поскольку эксперимент проводился в ограниченной и закрытой системе в масштабе управляемого микрокосма. Биоразложение в результате бактериального метаболизма приводит к образованию конечных продуктов, таких как органические кислоты и диоксид углерода [5], что приводит к более низкому рН, поскольку диоксид углерода реагирует с водой с образованием кислой кислоты  $H_2CO_3$ ; дальнейшее подкисление происходит из-за присутствия органических кислот. Биodeградация происходила в парафиновых, ароматических и нафтеновых соединениях, но чаще всего разлагались компоненты алифатических углеводородов. Сложность биodeградации нефти зависит от структуры и молекулярной массы соединений. Предыдущие исследования показали, что углеводородные соединения с высокой молекулярной массой труднее разлагаются из-за их низкой растворимости [8].

Бактерии глубоководных отложений обладают потенциалом для удаления разливов нефти в масштабе микромира. Самый высокий процент биodeградации смешанной культурой глубоководных донных бактерий составил 88,6% при постоянной скорости деградации 0,399 сут<sup>-1</sup>. Анализ ГХ-МС показывает, что парафин является наиболее разлагаемым соединением. Условия окружающей среды, особенно уровни температуры, имеют решающее значение для процесса биodeградации.

### Список литературы

1. Химизация нефтегазодобывающей промышленности и охрана окружа-

ющей среды-Уфа: Башк. КН. Изд-во, 1989. - 176 с ил.

2. Дармаяти, Ю.; Сануси, NS; Прартоно, Т.; Сантоса, Д. В.; Нухсин Р. Влияние биостимуляции и биостимулирования биоаугментации на биodeградацию нефтяных загрязнений на песчаных пляжах с использованием мезокосмов. Междунар. Дж. Мар. Науч. 2015, 5, 1–11.

3. Двиновантьо, А.; Прартоно, Т.; Сяфризал, С.; Удихарто, У.; Эффенди, Х. Выделение бактерий глубоководных отложений для биodeградации разливов нефти. ЭЛЬБА Биофлюкс 2015, 7, 103–108.

4. Ромеро И. С., Швинг П. Т., Брукс Г.Р., Ларсон Р. А., Гастингс Д. В. Глубоководные отложения после выброса Deepwater Horizon в 2010 г. в северо-восточной части Мексиканского залива, PLoS ONE 2015, 10, 1–23.

5. Двиновантьо, А.; Сусанти, С.; Прабово, Северо-Запад; Рахманиар, Р.; Прартоно, Т. Биоразложение разливов нефти бактериями, выделенными из Морские отложения Джакартского залива. Морская наука. 2016, 21, 29–36.

6. Хасаншахян, М.; Каппелло, С. Биodeградация сырой нефти в морской среде. В области биоразложения - инженерия и технология; Чами, Р., Розенкранц, Ф., ред.; InTech Open: Лондон, Великобритания, 2013 г.; стр. 101–136.

7. Сантоса, Д. А.; Листиявати, Л.; Иравати, Т.; Хердиянторо, Д.; Ананда, RWU; Адвивово, С. Биотехнология восстановления нефтешламов и загрязненных нефтью экосистем с использованием бактерий, выделенных из региона Индонезии. Окружающая среда. Рез. 2004, 6, 1–12.

8. Рио, Л. Д.; Хадвин, А.; Пинто, Л.; Маккиннон, М.; Мур, М. Разложение нафтеновых кислот осадочными микроорганизмами. Дж. Заявл. микробиол. 2006, 101, 1049–1061.

9. Нугрохо, А. Биоразложение нефтяного шлама в масштабе микромира: предварительное моделирование оценки просто как биоремедиационная обработка земли. Макара Дж. Тек. 2006, 10, 82–89.

## ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

---

УДК 62

### КОНСТРУКЦИЯ И АНАЛИЗ ЭНЕРГИИ ПОПУТНОГО СЖИЖЕННОГО ПРИРОДНОГО ГАЗА

**Тулибаев Азимжон Нематжонович**

**Рахматов Сардор Шавкат угли**

**Додоев Каноат Истамович**

магистранты

Казанский (Приволжский) федеральный университет

***Аннотация.** Предметом данного исследования является система газификации промежуточного испарителя жидкости (ПИЖ)*

*Для морской плавучей установки регазификации хранилища сжиженного природного газа (СПГ-ПУРХ). Основанная на снижении потерь при теплопередаче и улучшении использования холодной энергии, была предложена система рекуперации холодной энергии СПГ в сочетании с выработкой электроэнергии по циклу Ренкина и опреснением воды. Перо. На этой основе формулируются и анализируются шесть различных планов комбинирования рабочей среды, а также найдена оптимальная схема совмещения рабочей среды. Результаты показывают, что чистое производство. Мощность системы составляет 5591 кВт, а внешний КПД системы составляет 30,38%. Годовой финансовый прибыль составляет 39,4 миллиона рублей.*

***Ключевые слова:** СПГ, регазификация, энергия, теплообменник, хладагент, природный газ*

В условиях все более суровых экологических условий и роста цен на нефть и другие ресурсы природный газ становится все более популярным в качестве чистого и безвредного для окружающей среды источника энергии. СПГ выделяет около 830 кДж / кг холодной энергии из жидкого состояния в газооб-



разное [1], поскольку процесс регазификации СПГ содержит большое количество холодной энергии, он может отделять воздух и легкие углеводороды в низкотемпературной области, холодная энергия генерирует энергию и опресняет морскую воду в регионах с низкой средней температурой, холодильное хранение, кондиционирование воздуха и охлаждение применение в области нормальных температур [2-3].

В последние годы существует в основном шесть видов технологий производства холодной энергии на сжиженном газе. Это метод прямого расширения, метод цикла Ренкина, метод комбинированного цикла, метод цикла Брайтона, метод циркуляции Карины и многоступенчатый метод комбинированной циркуляции. Л. В. Цзяньсюн и др. [4] сравнили и проанализировали процессы использования холодной энергии в вышеуказанных шести схемах и обнаружили, что метод прямого расширения и метод цикла Ренкина могут быть использованы на небольших станциях газификации и из-за простого процесса, многоступенчатый метод комбинированной циркуляции и метод циркуляции Карины больше подходят для крупномасштабных приемных станций для выработки холодной энергии из-за сложного процесса. Кеничи Канеко и др. [5] предложили многоступенчатую схему производства холодной энергии на основе СПГ (зеркальная газовая турбина) с компрессией и расширением. Используя многоступенчатое сжатие и многоступенчатый теплообмен, холодную энергию СПГ можно использовать поэтапно. Цуй Гобяо и т. д. [6] установлено от одного до пяти схемы использования холодной энергии цикла Ренкина, основанные на принципе каскада холодной энергии использование. Анализ показывает, что коэффициент использования холодной энергии СПГ и коэффициент восстановления эффективности использования холода в многоуровневом цикле Рэнкина намного выше, чем в простом цикле Рэнкина. Однако это решение слишком сложное и крупногабаритное, чтобы его можно было использовать в системах СПГ, Yang Хунчан и т. д. [7] построили горизонтальную трехуровневую систему цикла Ренкина, основанную на принципе субиспользования холодной энергии СПГ, и построили продольный трехуровневый цикл Ренкина и двухступен-



чатую схему оптимизации перекачки, основанную на снижении потерь цикла. Гао Юань и т. д. [8] предложил метод вторичных сред, основанный на снижении потерь при теплопередаче. Этот метод передает тепло морской воды жидкой промежуточной среде, а промежуточная среда поглощает тепло и испаряется для выработки электроэнергии через турбину. Теплообмен с СПГ после работы позволяет снизить потери энергии в системе за счет уменьшения разницы температур. Хэ Хунмин, Чжан Лэй и др. [9-10] сравнили эффективность обычно используемых промежуточных сред цикла Ренкина и обнаружили, что R290, R125, R1270 и R134a имеют более высокую эффективность работы и больше подходят для сжиженного природного газа рекуперация холодной энергии. Хуан Мэйбинь и др. [11] провели сравнительный анализ метода прямого замораживания хладагента, метода косвенного замораживания и метода замораживания вакуумным испарением. Исследование показало, что метод прямого замораживания обладает высокой эффективностью теплопередачи, небольшими размерами оборудования и меньшим количеством вспомогательного оборудования. Технология непрямого замораживания является относительно зрелой, но эффективность теплопередачи не так хороша, как при прямом методе, а оборудование слишком сложное, что нелегко для транспортировки СПГ. Тип вакуумного испарения строго контролируется вблизи тройной точки морской воды, который трудно контролировать и которым трудно управлять. Он не подходит для опреснения морской воды. Цзян Кежонг и др. [12] использовали традиционный метод холодного замораживания энергии СПГ - опреснение морской воды в качестве фона, анализ показывает, что сочетание криогенной дистилляции холодной энергии СПГ и криогенной дистилляции или замораживания холодной энергии СПГ в сочетании с другими мембранными процессами является новым направлением для разработки новых технологий с использованием холодной опреснения СПГ. Однако, судя по имеющимся литературным данным, исследований по использованию СПГ все еще относительно мало холодная энергия на формирующейся платформе ПУРХ. Темой данного исследования является система газификации промежуточного испарителя жидкости (ПИЖ)

для морской установки регазификации плавучего хранилища сжиженного природного газа (СПГ-ПУРХ). Основано на уменьшении потерь на теплообмен и улучшении холода утилизация энергии, предлагается комплексная система утилизации, сочетающая выработку электроэнергии по циклу Ренкина и опреснение, обеспечивающая техническую поддержку системы утилизации холодной энергии СПГ-ПУРХ.

### **Материал и методы исследования**

Как показано на рисунке 1, система представляет собой комбинацию выработки электроэнергии по циклу Ренкина и опреснения, в которой используется каскадный принцип использования холодной энергии СПГ для рекуперации высококачественной и низкосортной холодной энергии СПГ соответственно. Система состоит из четырех частей, первые три части — это выработка электроэнергии по циклу Ренкина, который используется для рекуперации высококачественной холодной энергии СПГ, и четвертая часть - цикл опреснения морской воды, который используется для рекуперации низкосортной холодной энергии СПГ. Сжиженный газ из резервуара для хранения испаряется и нагревается четырьмя теплообменниками для сжиженного газа после повышения давления и, наконец, регулируется теплообменником для сжиженного газа 5 для обеспечения требуемой температуры пользователя. Морская вода в качестве единственного источника тепла обеспечивает теплом теплообменник 5 для сжиженного природного газа и испаритель 3 рабочей жидкости, а рабочая жидкость из выходного отверстия турбины третьей ступени цикла Ренкина отводится как вторая ступень цикла Ренкина источник тепла испарителя рабочей среды цикла и источник тепла теплообменника 3 сжиженного природного газа соответственно, аналогично, рабочая жидкость на выходе турбины цикла Ренкина второго уровня используется в качестве источника тепла испарителя рабочей среды цикла Ренкина первой ступени и теплообменника 2 сжиженного природного газа и рабочей среды цикла Ренкина первой ступени. среда используется в качестве источника тепла теплообменника 1 для сжиженного природного газа. Таким образом, формируется продольная трехступенчатая комбинация

рованная система выработки электроэнергии по циклу Ренкина и опреснения морской воды.

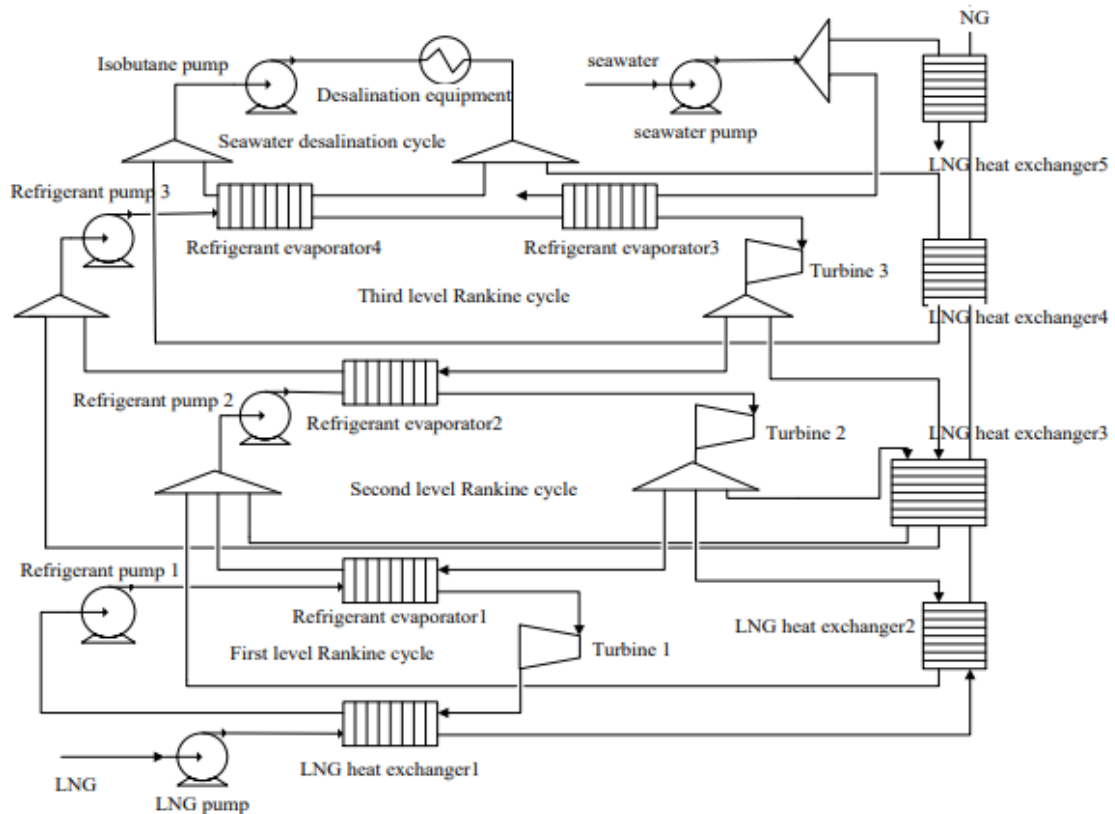


Рисунок 1 - Блок-схема производства холодной энергии и опреснения

Как показано на рисунке 2, система рециркулировала холодную энергию, которая первоначально поступала в море через среднюю рабочую жидкость. Затем обрабатывается опреснение морской воды путем замораживания, промежуточная рабочая среда для опреснения морской воды сначала восстанавливает энергию холода СПГ и третьей рабочей среды, а затем обменивается теплом в кристаллизаторе с морской водой. И затем образуется циркуляция с теплообменным сжижением СПГ, ледяной рассол в кристаллизаторе является отделяется в скруббере с помощью промывки пресной водой. Очищающая вода отделяет часть добываемой пресной воды и используется исключительно для промывки. В устройстве для плавления льда морская вода используется для растопления кристаллов льда, и в то же время морская вода также может быть предварительно охлаждена, чтобы из нее можно было непрерывно получать пресную воду.



Таблица 1 - Физические свойства морской воды и льда

| Проектный                                      | параметр |
|--|----------|
| Температура замерзания °С                      | -2       |
| Удельная теплоемкость морской воды, кДж/(кг°С) | 4.096    |
| Удельная теплоемкость льда, кДж/ (кг°С)        | 2.100    |
| Экзотерма затвердевания, кДж/(кг°С)            | 334.7    |
| Массовый расход, кг/ч                          | 237572   |
| Температура на входе °С                        | 20       |

Кристаллизационная нагрузка  $Q$ , необходимая для опреснения морской воды, моделируется Aspen Hysys, а затем расход морской воды и расход пресной воды рассчитываются по следующей формуле (1).

$$Q = m_{(\text{морская вода})}c\Delta t + m_{(\text{лёд})}\lambda \quad (1)$$

где  $Q$  - нагрузка на кристаллизацию,  $m_{(\text{морская вода})}$  - нагрузка на морскую воду, охлаждающуюся до замерзания точка,  $m_{(\text{лёд})}\lambda$  - это нагрузка на кристаллизацию морской воды,  $c$  - удельная теплоемкость морской воды,  $\Delta t$  – падение температуры при охлаждении морской воды,  $\lambda$  - теплота таяния льда.

Общая эффективность системы:

$$n_{\text{эф}} = \frac{W_{\text{вых}}}{E_{\text{спг}} + E_{\text{морская вода}}} \quad (2)$$

где:  $W_{\text{вых}}$  - определяется как сумма выходной мощности турбины и хладагента-рекуператора для опреснения морской воды,  $E_{\text{спг}}$  - эксергия СПГ, поступающего в систему,  $E_{\text{морская вода}}$  - эксергия морской воды, поступающей в систему.

Учитывая количество холодной энергии СПГ, выделяемой на FSRU, и каскадное согласование выделения и рекуперации холодной энергии СПГ, выбор рабочей среды очень важен. Набор подходящих рабочих сред может эффективно уменьшить потери холодной энергии и улучшить эффективность использования холодной энергии. Температура конденсации обычной рабочей среды ниже 110 кПа приведена в таблице 2.

Таблица 2 - Температура конденсации обычной рабочей среды менее 110 КРА

|             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |            |
|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|
| R1150       | R170        | R23         | R116        | R1270       | R143a       | R290        | R717        | R134a       | R152a       | R600<br>a  |
| 102.6°<br>С | 87.22°<br>С | 80.53°<br>С | 77.20°<br>С | 46.16°<br>С | 45.38°<br>С | 40.55°<br>С | 31.44°<br>С | 24.24°<br>С | 22.61°<br>С | 9.93°<br>С |

Учитывая, что чем выше температура сжиженного природного газа, тем ниже будет его класс холодной энергии и тем ниже будет эффективность выработки электроэнергии, и природный газ, экспортируемый теплообменником 3 для сжиженного природного газа, используется для опреснения. Следовательно, первоначально выбранная температура газа на выходе из теплообменника 3 для сжиженного природного газа ниже  $-45^{\circ}\text{C}$ . В то же время выбор рабочей среды должен соответствовать минимальной конечной разнице в  $5^{\circ}\text{C}$  для теплообменника. Следовательно, согласно таблице 2, рабочая среда с температурой, близкой к  $-40^{\circ}\text{C}$ , R290, R143a и R1270 может быть использован в качестве циркулирующей рабочей среды третьей ступени. Однако R143a не рассматривается из-за его высокого потенциала глобального потепления (ПГП). Когда R290 и R1270 были выбраны в качестве третьей рабочей среды, температура природного газа на выходе теплообменника 3 для сжиженного природного газа составляла  $-45,55^{\circ}\text{C}$  и  $-51,16^{\circ}\text{C}$  соответственно. Из-за того, что температура СПГ после нагнетания давления насосом составляет  $-158^{\circ}\text{C}$ , и после выбора рабочей среды, циркулирующей на третьей ступени, диапазон температур от входа теплообменника 1 для сжиженного газа до выхода теплообменника 3 для сжиженного газа в режиме холодной энергии для сжиженного газа система генерации составляет от  $-158^{\circ}\text{C}$  до  $-45,55^{\circ}\text{C}$  или от  $-158^{\circ}\text{C}$  до  $-51,16^{\circ}\text{C}$ . Рабочей средой, отвечающей требованиям первичной и вторичной стадий цикла Ренкина, являются R1150, R170, R23, R116 и R1270 соответственно. Поскольку R116 относится к фторидам, он здесь рассматриваться не будет. Когда рабочая среда цикла Ренкина второй ступени равна R1270, рабочей средой третьего цикла Ренкина может быть только R290. Выбор рабочей среды для опреснения требует, чтобы температура ее испарения была близка или ниже точки замерзания

морской воды, а также ее затвердевания температура ниже  $-45^{\circ}\text{C}$  (убедитесь, что рабочая среда для опреснения не затвердеет во время теплообмена с низкотемпературным сжиженным газом). Анализируя физические свойства обычных хладагентов, R600a является лучшей рабочей средой для опреснения морской воды. Конкретная схема комбинирования приведена в таблице 3.

В HYSYS имитационные расчеты выполняются для различных комбинаций рабочих сред, приведенных в таблице 3. Пакет свойств жидкости - Peng-Robinson. Чистая выходная мощность системы показана на рисунке 3. Сухость рабочей среды на трех выпускных отверстиях турбины под каждая комбинированная рабочая среда показана на рисунке 4.

Таблица 3 - Схема подбора рабочей среды

| Комбинированная рабочая среда | Рабочая среда |        |        |        |
|-------------------------------|---------------|--------|--------|--------|
|                               | 1 этап        | 2 этап | 3 этап | 4 этап |
| Схема 1                       | R1150         | R23    | R1270  | R600a  |
| Схема 2                       | R1150         | R23    | R290   | R600a  |
| Схема 3                       | R1150         | R1270  | R290   | R600a  |
| Схема 4                       | R170          | R23    | R1270  | R600a  |
| Схема 5                       | R170          | R23    | R290   | R600a  |
| Схема 6                       | R170          | R1270  | R290   | R600a  |

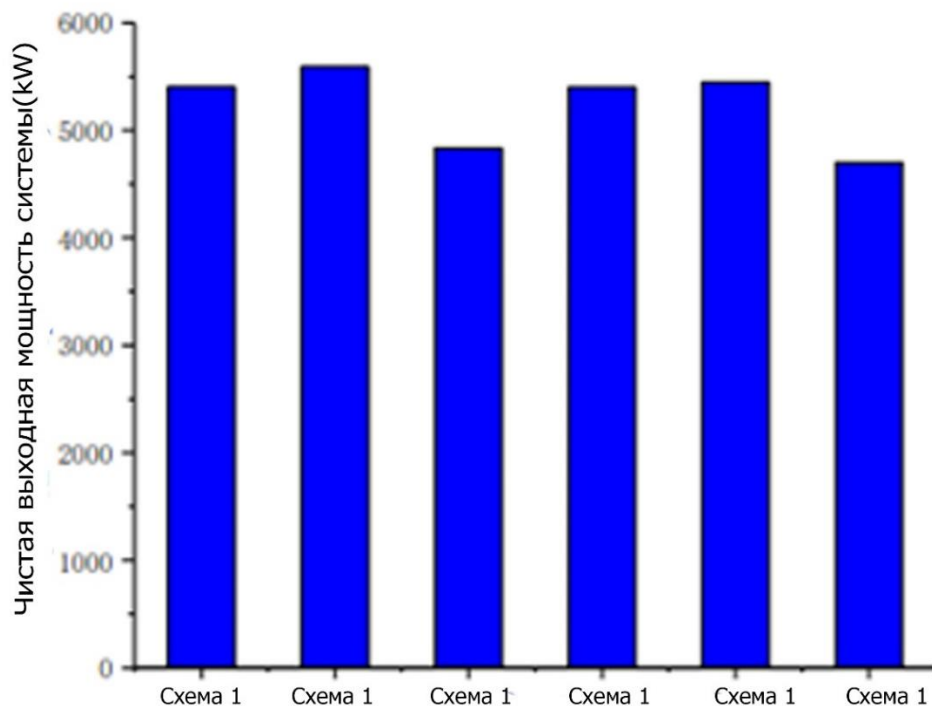


Рисунок 3 - Чистая выходная мощность для каждой комбинации рабочей среды



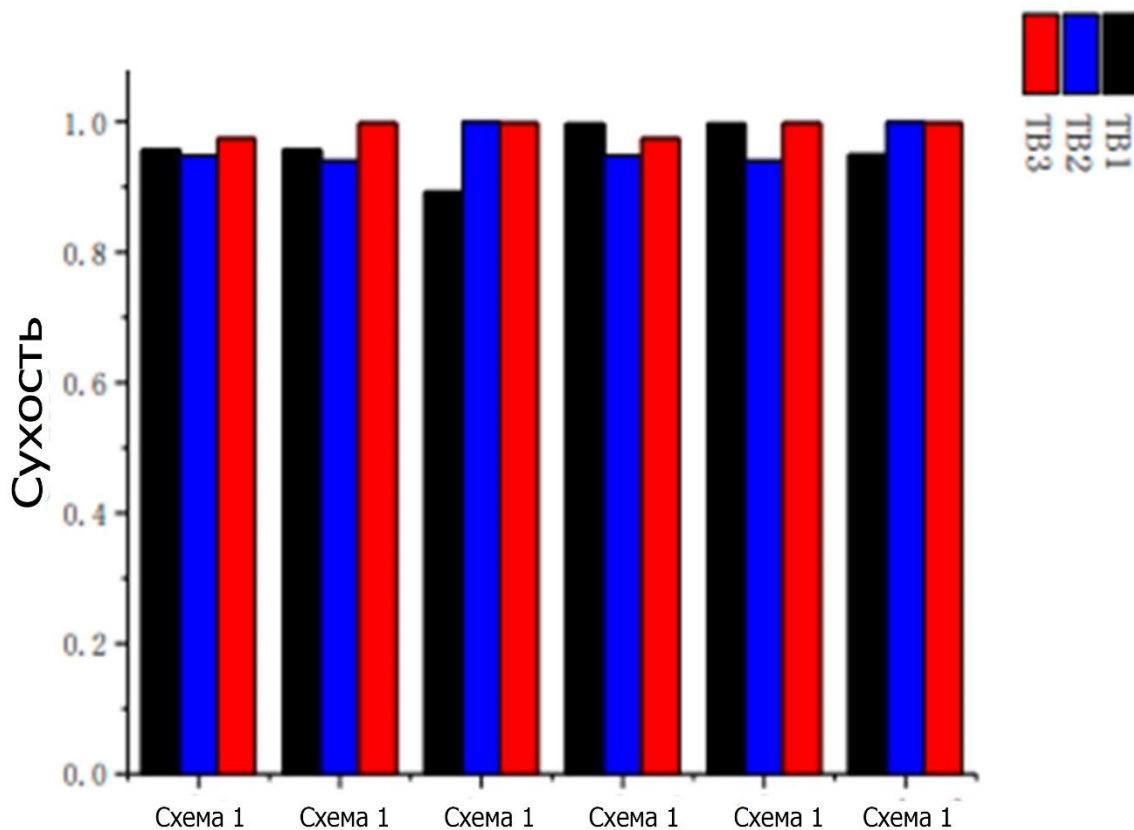


Рисунок 4 - Сухоxть рабочей среды на трех выпускных отверстиях турбины для каждой комбинации рабочей среды

Из рисунка 3 видно, что при использовании комбинации рабочей среды 2 (R1150, R23, R290, R600a) система может достигать максимальной чистой выходной мощности, которая составляет 5591 кВт. От Рисунок 4 сухоxть комбинации рабочей среды 4, комбинации 5 и комбинации 6 относительно хорошая, но чистая выходная мощность системы относительно низкая, в то время как сухоxть рабочей среды 1 комбинации 3 составляет 0,892, а содержание воды слишком велико, что легко разрушит лопатки турбины. Рабочее тело на выходе каждой турбины в схеме 2 составляет 0,957, 0,940 и 0,998 соответственно, что может обеспечить нормальную работу турбины. Кроме того, в сочетании с чистой выходной мощностью каждой комбинации рабочих сред, когда R1150, R23 и R290 являются первой, второй и третьей рабочими средами, соответственно, R600a в качестве рабочей среды для опреснения, система работает наилучшим образом.

### Результаты и обсуждение

Результаты энергетического анализа системы выработки электроэнергии



и опреснения морской воды приведены в таблице 4.

Результаты энергоанализа системы выработки электроэнергии и опреснения морской воды

Таблица 4

| Оборудования                           | Потребляемая энергия (кВт) | Получаемая энергия | Потеря энергии       | Энергетическая эффективность |
|--|----------------------------|--------------------|----------------------|------------------------------|
| Теплообменник для СПГ 1                | 9567.542                   | 6296.85            | 3270.69              | 65.8%                        |
| Теплообменник для СПГ 2                | 3055.403                   | 2467.873           | 587.53               | 80.8%                        |
| Теплообменник для СПГ 3                | 5368.319                   | 3785.788           | 1582.53              | 70.5%                        |
| Теплообменник для СПГ 4                | 1655.597                   | 855.0567           | 800.54               | 51.6%                        |
| Теплообменник для СПГ 5                | 250.0139                   | 230.7083           | 19.31                | 92.3%                        |
| Испаритель хладогента 1                | 5389.379                   | 4975.014           | 414.37               | 92.3%                        |
| Испаритель хладогента 2                | 5378.769                   | 4629.319           | 749.45               | 86.1%                        |
| Испаритель хладогента 3                | 2951.861                   | 1109.448           | 1842.41              | 37.6%                        |
| Испаритель хладогента 4                | 959.9272                   | 589.9689           | 369.96               | 61.5%                        |
| Насос хладогента 1                     | 6.708333                   | 1.678611           | 5.03                 | 25.0%                        |
| Насос хладогента 2                     | 27.86111                   | 18.94778           | 8.91                 | 68.0%                        |
| Насос хладогента 3                     | 94.19444                   | 26.54056           | 67.65                | 28.2%                        |
| Насос хладогента 4                     | 4.502778                   | 1.675556           | 2.83                 | 37.2%                        |
| Насос изобутана                        | 1095.278                   | 98.875             | 996.4                | 9.0%                         |
| Насос для СПГ                          | 1078.056                   | 957.3025           | 120.75               | 88.8%                        |
| Турбина насоса для морской воды        | 909.15                     | 635.2778           | 273.87               | 70.0%                        |
| Турбина 1                              | 2627.518                   | 1857.778           | 769.74               | 70.7%                        |
| Турбина 2                              | 5811.068                   | 4380.556           | 1430.51              | 75.4%                        |
| Турбина 3                              | 9567.542                   | 6296.85            | 3270.69              | 65.8%                        |
| Потеря энергии системы (кВт)           |                            |                    | 12812                |                              |
| Чистая выходная мощность системы (кВт) |                            |                    | 5591                 |                              |
| Генерирующая мощность (кВт)            |                            |                    | 4529                 |                              |
| Производительность опреснения (т)      |                            |                    | 118                  |                              |
| Энергетическая эффективность системы   |                            |                    | 30.38%               |                              |
| Хладогенты                             |                            |                    | R1150,R23,R290,R600a |                              |

Согласно таблице 4, можно обнаружить, что потери энергии каждого оборудования в системе в основном сосредоточены в теплообменнике. Можно рассмотреть возможность преобразования теплообменника или замены рабочей среды, чтобы кривая теплообмена была более согласованной. Общие потери энергии системы составляют 12812 кВт, чистая выходная мощность системы составляет 5591 кВт, генерирующая мощность составляет 4529 кВт/ч, производительность по опреснению составляет 118 тонн/ч, а общая энергетическая эффективность системы составляет 30.38%. Экономические преимущества системы заключаются в следующем: цена за единицу электроэнергии составляет юаней 0,86 за кВт/ч (данные взяты из цен продажи промышленной электроэнергии в России, учитывая, что при расчете цены на электроэнергию учитывается множество факторов, в данном документе выбирается минимальная цена на электроэнергию из различных вариантов), а цена за единицу пресной воды составляет 5 рублей за тонну. Годовое время работы системы рассчитывается как 7300 часов [13], экономическая выгода системы составляет рублей 39,4 миллиона в год.

### **Вывод**

Основанная на теории каскадного использования холодной энергии, комплексная система утилизации сконструирована холодная энергия СПГ, которая состоит из выработки электроэнергии и опреснения морской воды, и для этой системы подобраны шесть различных схем комбинирования рабочих сред, когда R1150, R23 и R290 являются первой, второй и третьей рабочими средами соответственно, система работает наилучшим образом.

Благодаря рекуперации холодной энергии при газификации СПГ он может генерировать 4529 кВт в час, производить 118 тонн пресной воды и получать экономическую выгоду в размере 39,4 млн рублей в год, что значительно сокращает потери холодной энергии и создает большую экономическую ценность.

### **Список литературы**

1. Sung T., Kim K. C. LNG cold energy utilization technology /Energy Solu-

tions to Combat Global Warming. Springer, Cham, 2017. P. 47-66.  
[https://doi.org/10.1007/978-3-319-26950-4\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-319-26950-4_3)

2. Wu X., Cai L, Li T., Yang X., Yu B. China University of Petroleum. The Latest Development of LNG Cold Energy Utilization Technology / Gas Storage and Transportation. 2017. V. 36. №06. P. 624-635.

3. Sun X. et al. Design and Optimization of a Full-Generation System for Marine LNG Cold Energy Cascade Utilization / Journal of Thermal Science. 2019. P. 1-10. <https://doi.org/10.1007/s11630-019-1161-1>

4. Lv J., Wang B., Nie L., Zhou J., et al. Liquefied natural gas LNG cold power generation method comparison and research / Rural Technology and Economy. 2017. V. 28. №13: P. 270-273.

5. Kaneko K. et al. Utilization of the cryogenic exergy of LNG by a mirror gas-turbine / Applied Energy. 2004. V. 79. №4. P. 355-369. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2004.02.007>.

6. Cui G. B. Study on Improvement of Rankine Circulation System Using LNG Cold Energy: Dissertation, Southwest Petroleum University. 2014.

7. Yang H. C. Optimization of Cold Energy Power Generation System for Liquefied Natural Gas (LNG) / Master's thesis, Beijing University of Technology. 2010.

8. Gao Y., Hou Z. Research on the Status of LNG Cold Power Generation Technology / Shandong Chemical Industry. 2017. V. 46. №14. P. 88-89.

9. He H. Rankine Cycle Study Using LNG Physics Exergy. Shanghai Jiao Tong University Master Thesis. 2006.

10. Zhang L., Gao W, Yu L., Zhang X., Liu Y. Research on Rankine Circulating refrigerants of Power Generation Using LNG Cold Energy / Low Temperature and Superconductivity. 2015. V. 43. №2. P. 51-54.

11. Huang M. Study on seawater desalination technology using LNG cold energy / Shanghai Jiao Tong University. 2010

12. Jiang K., Wang Y., Hu Y, Wei L. Freeze desalination technology development / Industrial water Treatment. 2015. V. 35. №5. P. 15-18.

13. Mosaffa A. H., Mokarram N. H., Farshi L. G. Thermo-economic analysis

of combined different ORCs geothermal power plants and LNG cold energy / Geothermics. 2017. V. 65. P. 113–125. [https:// doi.org/ 10.1016/ j.geothermics.2016.09.004](https://doi.org/10.1016/j.geothermics.2016.09.004).

**«СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ РОССИИ»**  
**VI Международный научно-исследовательский**  
**конкурс научных и прикладных работ**  
*Научное издание*

Издательство ООО «НИЦ ЭСП» в ЮФО  
(подразделение НИЦ «Иннова»)  
353445, Россия, Краснодарский край, г.-к. Анапа,  
ул. Весенняя, 8, оф. 1  
Тел.: 8-800-201-62-45; 8 (861) 333-44-82

Подписано в печать 30.11.2022 г. Формат 60x84/16. Усл. печ. л. 2,62  
Бумага офсетная. Печать: цифровая. Гарнитура шрифта: Times New Roman  
Тираж 50 экз. Заказ 374