

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт инженерной и экологической безопасности

(наименование института полностью)

20.04.01 Техносферная безопасность

(код и наименование направления подготовки / специальности)

Управление промышленной безопасностью, охраной труда и окружающей
среды в нефтегазовом и химических комплексах

(направленность (профиль) / специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ)

на тему Применение энергосберегающих технологий в нефтяной
отрасли

Обучающийся

И.М. Любимов

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Научный
руководитель

к.б.н., Н.Ю. Мичурин

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Консультант

к.э.н., доцент, Т.Ю. Фрезе

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Содержание

Введение.....	3
1 Анализ технологических процессов в нефтяной отрасли.....	7
1.1 Анализ технических объектов, эксплуатируемых в нефтяной отрасли.....	9
1.2 Анализ технологий, применяемых в нефтяной отрасли.....	21
2 Энергосберегающие технологии в нефтяной отрасли.....	31
2.1 Содержательный анализ энергосберегающих технологий.....	28
2.2 Методы и средства по энергосбережению в нефтяной отрасли.....	35
3 Практика применения методов и средств по энергосбережению в нефтяной отрасли.....	50
3.1 Технология (программа) внедрения регламентированных процедур энергосберегающих технологий. Результаты внедрения.....	50
3.2 Анализ и оценка эффективности внедрения регламентированных процедур энергосберегающих технологий.....	52
Заключение.....	64
Список используемых источников.....	66
Приложение А Данные для расчета экономических показателей эффективности.....	74

Введение

Сегодня нефть и природный газ составляют более половины мирового потребления первичной энергии. Нефтепродукты и природный газ являются самым дешевым топливом и важным сырьем во многих сферах жизни. Спрос на нефть и природный газ будет продолжать расти.

Спрос на энергетические услуги не только отражает рост благосостояния, но и создает дополнительное бремя для окружающей среды. МЭА прогнозирует, что глобальные выбросы, связанные с энергетикой, а именно выбросы углекислого газа (CO₂) в результате сжигания нефти, природного газа и угля, увеличатся на 25% в период с 2024 по 2030 год согласно базовому сценарию.

При этом сохраняется огромный потенциал для повышения эффективности его использования. Экономические издержки энергосбережения, которые намного превышают экономические выгоды от снижения затрат на топливо для потребителей, связаны с более эффективным использованием и производством энергии, что и определяет актуальность данной магистерской диссертации.

Мировые нефтяные рынки постепенно восстанавливаются после трех лет потрясений, в течение которых они пострадали сначала от пандемии Covid-19, а затем от операции СВО в Украине. Базовые цены на сырую нефть вернулись ниже довоенного уровня, а цены на нефтепродукты сейчас достигли исторического максимума на фоне роста поставок и заметного замедления роста спроса на нефть в развитых странах.

Кроме того, беспрецедентная перестановка глобальных торговых потоков и два последовательных выпуска экстренных запасов государствами-членами

МЭА в 2022 году позволили промышленным запасам восстановиться и ослабить рыночную напряженность.

Хотя рынок, вероятно, резко ужесточится в ближайшие месяцы, поскольку сокращение добычи ОПЕК+ ограничивает рост мировых поставок нефти, перспективы улучшаются на период 2022-2028 годов, который мы прогнозируем. Начало СВО привело к резкому росту цен на нефть и выявило проблемы безопасности поставок, что поможет ускорить внедрение экологически чистых энергетических технологий.

Крупные производители нефти сохраняют планы по увеличению производственных мощностей, несмотря на замедление роста спроса. Глобальная экономическая ситуация является неопределенной, и направление принятия решений ОПЕК+ и нефтеперерабатывающая политика Пекина будут играть свою роль в балансировании рынков сырой нефти и нефтепродуктов.

Глобальная энергетическая отрасль находится в центре глубоких перемен. Ведется совершенствование глобальной энергетической системы, что делает ее более безопасной, устойчивой и устойчивой.

От Азии до Европы и Северной Америки крупнейшие экономики мира активизируют усилия по расширению производства энергосберегающих технологий в нефтяной отрасли с общей целью содействия переходу к укреплению энергетической безопасности и конкуренции в новой энергетической экономике. Нынешний глобальный энергетический кризис только ускорит эти тенденции.

Быстрый рост производства энергосберегающих технологий в нефтяной создаст в ближайшие годы новые рынки стоимостью в сотни миллиардов долларов и создаст миллионы новых рабочих мест. В то же время промышленные стратегии, разрабатываемые странами для обеспечения своего

положения в энергосберегающей экономике, должны учитывать новые проблемы, вызванные этими изменениями.

Внедрение энергоменеджмента в функционирование нефтяной отрасли позволит снизить затраты на энергию за счет систематического контроля над источниками энергии.

На основании этих требований к энергоконтролю предприятие по нефтедобыче и нефтепереработке может разрабатывать свою энергетическую политику с целью ее дальнейшей реализацией, ставить задачи и разрабатывать планы энергосбережению в соответствии с требованиями законодательства и информацией, связанной с вопросами значительного использования энергии. Система энергоменеджмента позволит этим предприятиям разработать и принять меры, необходимые для повышения энергоэффективности, и соответствия системе существующих стандартов.

Экономическая стоимость этой политики более чем перевешивается экономическими выгодами от более низких расходов на топливо для потребителей, которые связаны с более эффективным использованием и производством энергии, что обуславливает актуальность этой магистерской диссертации.

Объект исследования: Энергосберегающие технологии

Предмет исследования: применение энергосберегающих технологий в нефтяной промышленности.

Цель исследования: проанализировать применение энергосберегающих технологии в нефтяной промышленности и предложить меры по энергосбережению, имеющие социальный и экономический эффект.

Гипотеза исследования состоит в том, что, применение современных энергосберегающих технологий положительно влияет на техносферную безопасность и экономически более выгодна, чем рост добычи ископаемых

видов топлива и устранение экологических и техносферных последствий его использования.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- рассмотреть понятие, принципы и классификация энергосберегающих технологий;
- провести анализ технических объектов, эксплуатируемых в нефтяной отрасли;
- рассмотреть методы и средства по энергосбережению в нефтяной отрасли;
- разработать технологию (программу) внедрения регламентированных процедур энергосберегающих технологий. Описать результаты внедрения;
- обосновать эффективность внедрения регламентированных процедур энергосберегающих технологий.

Теоретико-методологическую основу исследования составила учебно-методическая литература и нормативно-правовые акты по исследуемой тематике

Базовыми для настоящего исследования явились также существующая практика энергосбережения российских и зарубежных нефтяных компаний.

Методы исследования включают в себя индукцию, дедукцию, анализ, обобщение, структурирование, анализ статистических данных.

Опытно-экспериментальная база исследования энергосберегающих технологии нефтяных предприятий РФ.

Научная новизна исследования заключается в актуализации общей модели энерго-экологического аудита РФ за 2020-2022гг, а также в предложенных мерах совершенствования применения энергосберегающих технологий нефтяной промышленности РФ.

Теоретическая значимость исследования заключается в возможности использования материалов диссертации в целях обучения по предмету «Техносферная безопасность».

Практическая значимость исследования в возможности прикладного применения и внедрения разработанных мер в деятельность компаний нефтяной промышленности РФ.

В данной работе будет осуществлена разработка энергосберегающих технологий для нефтяной промышленности и проанализирована эффективность их внедрения.

Достоверность и обоснованность результатов исследования обеспечивались использованием научно значимых теоретических материалов, официальных статистических данных, документально подтвержденных данных компаний нефтяной отрасли; применением комплекса теоретических и эмпирических методов; адекватностью применяемых диагностических методик.

Термины и определения

Энергосберегающие технологии – это комплекс мер, направленных на более эффективное и рациональное использование энергетических и топливных ресурсов для экономии тепла, электроэнергии, топлива и возобновляемых источников энергии.

Нефтяная промышленность – отрасль экономики, включающая добычу, переработку, транспортировку, хранение и реализацию «черного золота». Добыча нефти представляет собой совокупность многих производственных процессов, таких как геологоразведка, бурение, строительство и ремонт скважин, очистка нефти от воды, газообразных веществ и механических примесей.

1. Анализ технологических процессов в нефтяной отрасли

1.1 Анализ технических объектов, эксплуатируемых в нефтяной отрасли

Проекты разработки месторождений включают внедрение передовых технологических решений по компоновке скважин, систем поддержания пластового давления, новых методов повышения нефтеотдачи и т. д. [12]

Добыча нефти в скважине осуществляется либо путем естественной закачки нефти под энергетическим давлением пласта, либо методами механической добычи. Фонтанная добыча применяется на ранних стадиях разработки нефтяных месторождений, а в дальнейшем, в связи с уменьшением притока воды, ее переводят на газлифтную или газлифтную добычу или добычу из глубоких скважин. При глубинонасосных или эрлифтных методах добыча нефти осуществляется штанговыми, гидравлическими поршневыми или винтовыми насосами [18].

Процесс добычи нефти можно разделить на 3 этапа: нефть движется из пласта в нефтяную скважину за счет искусственного перепада давления между нефтяным пластом и поверхностью скважины; разработка нефтяного месторождения, нефть перемещается с поверхности скважины в нефтяную скважину.

Объектом добычи нефти и газа является единый имущественно-технический комплекс, включающий здания, технические установки и оборудование, обеспечивающие добычу, сбор, подготовку и транспортировку нефти и газа в магистральный трубопровод [52].

Добыча нефти и газа включает в себя:

– Наземное оборудование

Наземное оборудование включает в себя:

- Качающаяся машина (станок-качалка).
- подвеска устьевого штока;
- устьевое оборудование устья;
- Скважинное оборудование;
- Сопутствующую инфраструктуру.

На рисунке 1 представлена классификация объектов нефтедобывающих производств:

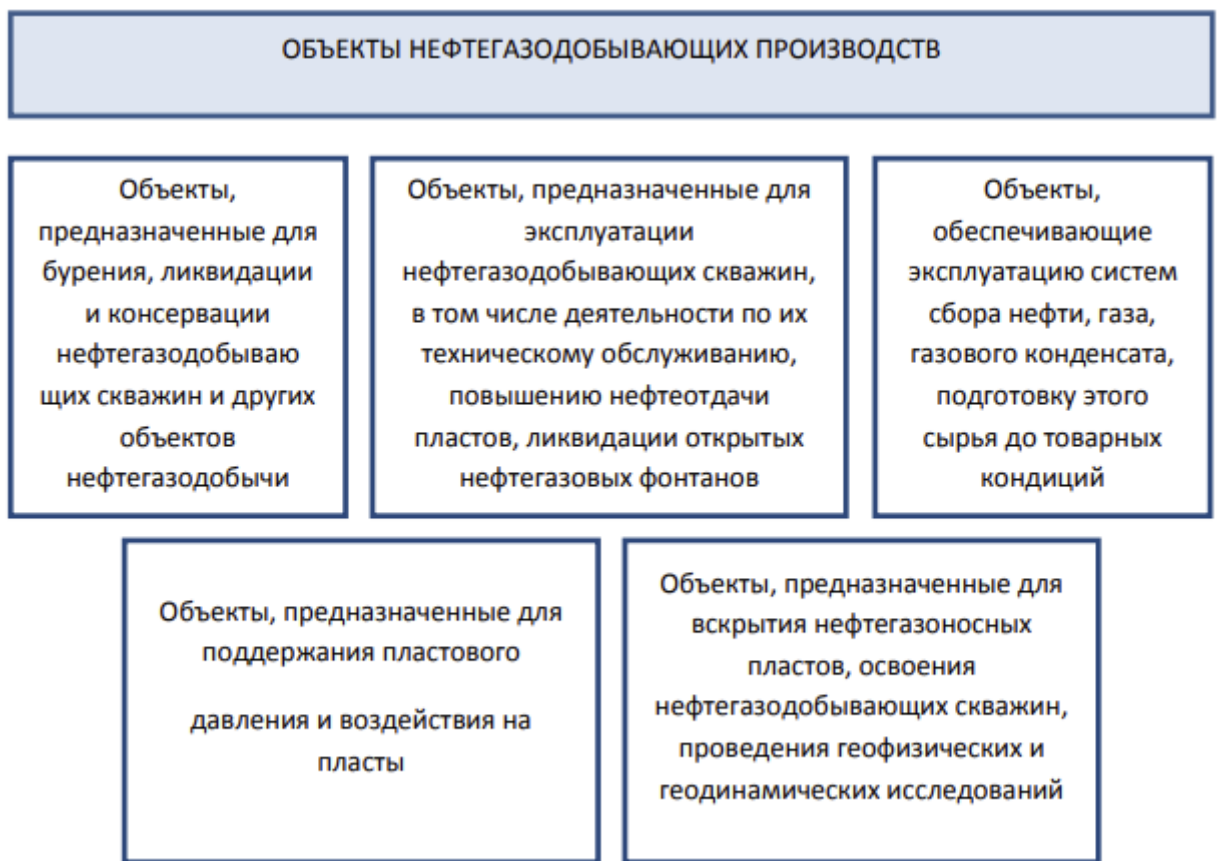


Рисунок 1– Классификация объектов нефтегазодобывающих производств

[15]

Ниже приведен укрупненный перечень технических объектов, эксплуатируемых в нефтяной отрасли:

– Фонтанные скважины

Схема фонтанной скважины чаще всего применяется при добыче нефти из особо перспективных месторождений: в этом случае нефть поднимается к устью скважины естественным путем (используя энергию пласта).

Этот способ добычи требует минимальных затрат на приобретение и обслуживание оборудования, а также минимального времени: поскольку подъем производится самостоятельно, можно сэкономить на трубах и специальных механизмах.

Конструкция фонтанного колодца и расположение оборудования достаточно просты, поэтому его установка является наиболее предпочтительной, а в дальнейшем при снижении давления скважину можно доработать для создания искусственного подъема. [21].

На рисунке 2 представлена схема фонтанного способа эксплуатации скважин:

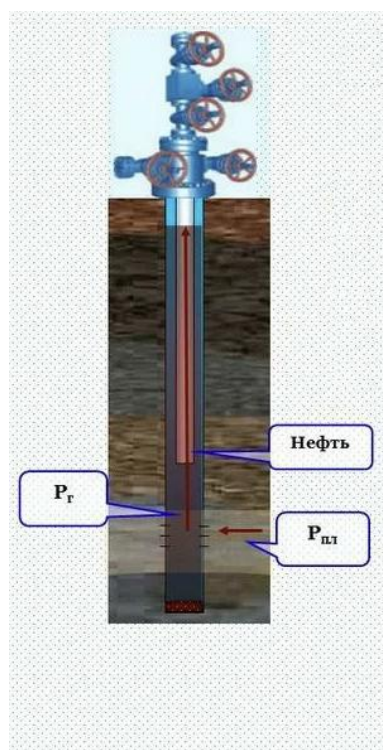


Рисунок 2 – Фонтанный способ эксплуатации скважин

В скважинах этого типа колонна насосно-компрессорных труб подвешивается к усиленному основанию, расположенному на устье скважины. Арматура играет роль подвески, герметизируя сам порт и контролируя условия работы всей скважины. НКТ-труба — это канал, по которому нефть поднимается со дна на поверхность. В зависимости от длины колодца длина трубы может достигать 3 километров, а колонна может собираться из нескольких изделий, скрепленных последовательно. Длина отдельных труб может достигать 10 метров. Лучший способ подключения – через резьбовые соединители. Не рекомендуется использовать сварные соединения, поскольку после детализации плана фонтанного колодца всю колонну необходимо опустить на землю. Спуск и подъем элементов колонны необходимо производить с помощью специального оборудования [11].

Основным элементом конструкции является арматура фонтана, образующая прочную конструкцию из стальных стержней и запирающих механизмов, каждый элемент должен быть рассчитан на повышение давления. Лицо и устье колодца фонтана могут быть оборудованы.

Если порода в районе эксплуатационного пласта характеризуется высокой прочностью, то при достижении колонной верхней части пласта можно использовать технологию бурения и вести бурение с полной нагрузкой. Поскольку горная порода неустойчива и высок риск выпадения песка, призабойную зону необходимо укрепить обсадной колонной, а пространство снаружи скважины зацементировать цементом. Приток жидкости создается через перфорационные отверстия по нижнему краю трубы [14].

Решение фонтанного колодца подразумевает герметизацию устья, что достигается за счет установки оголовков колонн и армирующих конструкций, оснащенных коллекторами. Арматура создается по требованиям ГОСТ 13846-89, при этом конструкция может отличаться по прочности и типу конструкции. Основа – оголовок или планка, фонтанное дерево включает в себя запорные устройства и элементы регулирования работы колодца. Головка в конструкции необходима для обвязки труб в скважине и регулирования направления и интенсивности потока в затрубном пространстве [19].

Конструктивно аксессуар фонтанного колодца позволяет измерять показатель давления в верхней половине елки для определения температурного режима боковых ветвей елки и самой головки. В соответствии со стандартами ГОСТ в конструкции должны быть предусмотрены блочные элементы и устройства защиты конструкции, которые при необходимости можно активировать на расстоянии. Фонтанные деревья – важная часть общей конструкции, позволяющая регулировать поток воды в самих трубах и направлять ее в промысловые русла.

– Механизированные скважины

При механизированных методах добычи нефть поднимается на поверхность за счет энергии, поступающей извне. Механизированные способы добычи подразделяются на компрессионные и насосные. При использовании компрессорного или газлифтного метода газ закачивается в скважину через компрессор и смешивается с нефтью. Иногда газ подается под давлением в скважину из близко расположенных газовых зон (безкомпрессорный газлифтный метод). На некоторых старых месторождениях существуют эрлифтные системы, в которых в качестве рабочей среды используется воздух. Недостатком этого способа является необходимость сжигания попутного газа в смеси с воздухом, что увеличивает скорость коррозии трубопровода. [22].

– Групповые замерные установки

Оборудование, устанавливаемое группами, рассчитано на подключение и сбор продукции из 8-12 и более скважин. Продукт из скважины периодически измеряется для каждой скважины.

Дебитовая схема групповых измерительных скважин показана на рисунке 3:

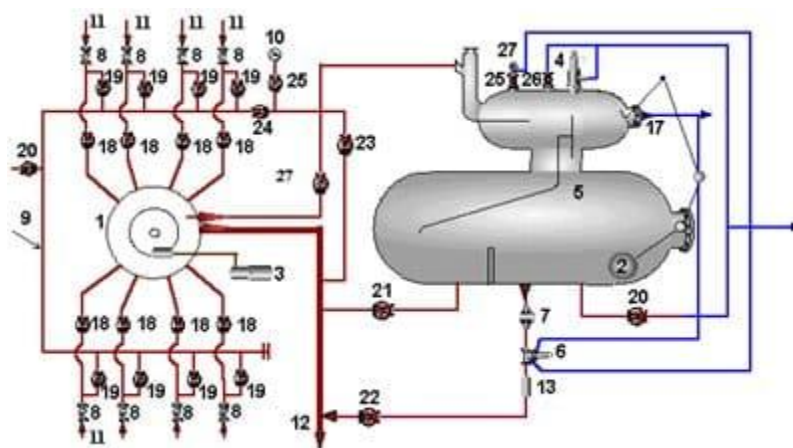


Рисунок 3 – Схема групповой замерной установки

Продукция из скважины поступает в переключатель (1) ПСМ (многоходового переключателя скважин) через коллектор (11), обратный клапан (11) и клапанную магистраль (18). С помощью переключателя ПСМ продукт одной скважины через клапан (28) направляется в сепаратор (5), а продукция остальных скважин через клапан (23) направляется в общую линию (12).

Газ и жидкость разделяются в сепараторе. Газ, выделяющийся при открытии заслонки (17), поступает в общий патрубок, а жидкость скапливается в нижнем баке сепаратора.

– Дожимные насосные станции

Дожимная насосная станция – технологическая часть системы сбора нефти и газа на промыслах и их последующей транспортировки. Оборудование ДНС сообщает нефти и газу дополнительный напор, необходимый для их транспортирования в направлении высоконапорных участков через системы сбора и подготовки [24].

На рисунке 4 представлена схема дожимной насосной станции:

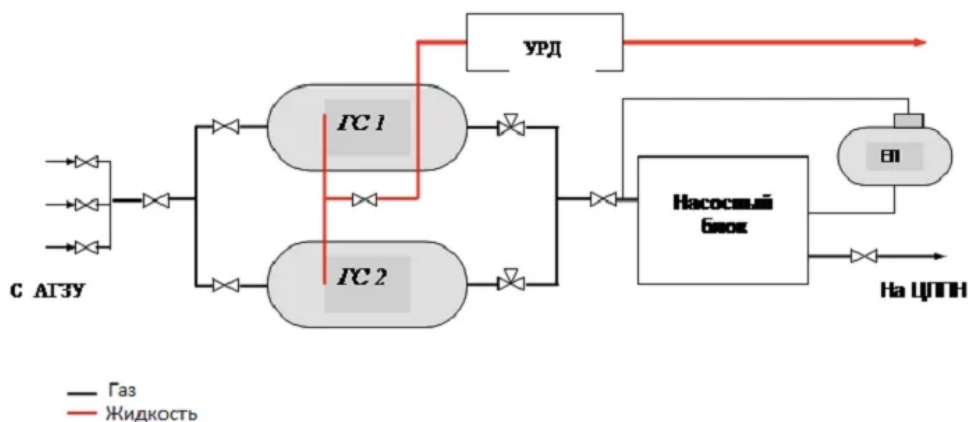


Рисунок 4 – Схема дожимной насосной станции

– Нефтепроводы и газопроводы

При прокладке трубопроводов необходимы земляные работы, укладка трубопроводов и их изоляция, установка запорной арматуры, проведение мероприятий по электрохимической защите, устройство водосборников, установка паровых стояков и свечей аварийного сброса газа. После завершения всех работ и строительства развязки трубопровод будет подвергнут испытаниям [33].

– Газокомпрессорная станция для транспортировки нефти (попутного газа), газа конечного разделения нефти и резервуаров для хранения.

– Установки путевого подогрева нефти

Маслоподогреватели комбинированные ПНК предназначены для подогрева масел и нефтяных эмульсий различной вязкости в технологии добычи нефти и при ее транспортировке.

Возможность нагрева продукта в нагревателе до 110°C обеспечит использование ПНК в технологии подготовки тяжелой нефти и стабилизации нефти и газового конденсата [37].

– Трубопроводная факельная система [23];

– Устранение горения внутри факельного ствола. При использовании лабиринтного затвора в ствол попадает воздух и происходит внутреннее сгорание. По результатам испытаний при проектной скорости газа в затворе и использовании лабиринтного затвора уровень содержания кислорода в нижней части затвора лабиринта составляет 6%. При таком уровне кислорода не предусмотрены лабиринтные заслонки и защита головки горелки.

Внутри двери лабиринта и головки горелки образуется горючая газовая смесь, что приводит к горению внутри и очень короткому сроку службы. Поскольку струйный затвор расположен на верхней кромке головки, струйный затвор исключает горение внутри ствола горелки и существенно увеличивает срок ее службы [28].

– Центральный пункт сбора и подготовки нефти, газа и воды

Автоматизированное нефтеперерабатывающее оборудование предназначено для эффективного нагрева, обезвоживания и опреснения нефтяных эмульсий и приготовления товарных масел.

В настоящее время нефть обычно транспортируют и далее используют двумя способами - с использованием дорогостоящих комплексов оборудования, включающих печи нагрева эмульгирования нефти, эмульгаторы, нефтебаки, сепараторы, установки опреснения и обезвоживания нефти, либо с использованием импортных горизонтальных трехфазных разделителей.

Установки оснащены современными автоматизированными системами управления технологическими процессами, которые обеспечивают:

- Контроль и управление производственными процессами;
- повышение надежности и безопасности эксплуатации оборудования;
- Комфорт сотрудников на работе;
- повышение надежности и эффективности сбора информации;
- Снижение сложности сбора, обработки и передачи информации [29].

Это достигается за счет использования современных технологий и программного обеспечения управления, а также использования более точных и надежных датчиков и исполнительных механизмов.

– Средства поддержания пластового давления

Система ППД представляет собой сложное техническое оборудование, используемое для подготовки, транспортировки и закачки рабочих агентов в пласты нефтяных месторождений с целью поддержания пластового давления и достижения максимальной нефтеотдачи из пласта.

- Водосборные сооружения;
- Средства и сооружения электроснабжения, связи.

Строительство объектов нефтегазовой отрасли неизбежно сопровождается (вернее начинается) со строительством линий электропередачи, обычно высоковольтных. На объекте установлена понижающая подстанция. К каждому колодцу есть линия электропередачи, так как любой тип колодца (кроме фонтанов) должен питаться от электричества. Кроме того, для поддержания необходимого уровня давления применяются насосные агрегаты с высоковольтными электроприводами (обычно перекачивают нефть и газ по нефтегазопроводам при давлении около 10 МПа).

– Дороги

Требования к дорогам следующие: дороги, ведущие к скоплениям, должны иметь твердое покрытие, должны быть построены тракторные полосы, полевые дороги должны иметь гравийное покрытие [43].

1.2 Анализ технологий, применяемых в нефтяной отрасли

Нефтяные и газовые компании все быстрее внедряют цифровые технологии, поскольку они помогают оптимизировать операции, делая новые ресурсы более экономичными для извлечения при одновременном совершенствовании существующих процессов [31].

Достигнутые на сегодняшний день успехи в области оцифровки операций позволяют повысить рентабельность, оптимизировать безопасность работников и обеспечить соблюдение нормативных требований в условиях динамично развивающегося рынка.

Разработка новых технологий и программного обеспечения позволила нефтегазовым компаниям более легко контролировать и обслуживать все свои объекты и ресурсы. Многие из этих новых технологий повышают безопасность

и защищенность сотрудников, сводя к минимуму воздействие на человека опасных ситуаций до того, как они произойдут.

Растущее использование дронов, роботов и средств автоматизации снижает потребность подрядчиков в работе в непосредственной близости от угроз безопасности.

– Автоматизированные дроны могут обследовать трубопроводы и крупные береговые объекты без участия человека-оператора. Другие дроны используются для уменьшения потребности в осмотре, очистке и покраске надземных сооружений, таких как факельные трубы.

– Передовая робототехника, находящаяся в разработке, может принести еще большую пользу нефтегазовым компаниям, стремящимся повысить безопасность и безопасность на местах.

– Автоматизация в нефтяной и газовой промышленности снижает вероятность человеческих ошибок [44].

Эта новая технология помогает защитить работников от серьезных угроз безопасности, включая токсичные химические вещества, опасные температуры и экстремальные нагрузки, с которыми они сталкиваются в повседневной работе. Это технологические тенденции, которые, скорее всего, окажут наибольшее влияние на то, как нефтегазовые компании подходят к безопасности в отрасли в будущем.

Следующей технологией, на которой необходимо акцентировать внимание является технология построения цифровых моделей. «Информационные и коммуникационные технологии», представляют собой набор решений, которые помогают повышать качество и безопасность своих активов, инфраструктур и операций в нефтегазовой отрасли [52].

Они особенно актуальны для сложных цепочек поставок. Часто различные части, охватывающие всю цепочку создания стоимости, настолько обширны и

независимы, что услуги или продукты, которые достигают конечного потребителя, не соответствуют ожиданиям по качеству.

Нефтегазовый сектор генерирует очень большие и сложные данные, которыми чрезвычайно сложно управлять, а цифровая зрелость отрасли намного ниже, чем у тех, которые также используются для крупных активов, таких как транспорт, телекоммуникации, банковское дело и промышленное производство.

Это, наряду с необходимостью производить более чистую энергию, создает сложную среду для отрасли, при этом решения ИКТ особенно важны для ее развития.

За последние несколько лет появились новые ведущие ИКТ, обеспечивающие большую безопасность и эффективность в нефтегазовой отрасли. Эти решения стимулируют цифровую трансформацию отрасли и повышают эффективность всей цепочки создания стоимости и ее конкурентоспособность, ускоряя переход к умной отрасли [42].

Эти решения способны укрепить цифровую инфраструктуру и охватить всю производственную цепочку, от разведки, производства, хранения и транспортировки до самой дистрибуции. Некоторые функции и преимущества, предлагаемые этими технологическими платформами и операционными моделями, описаны ниже.

Интенсивная рыночная конкуренция делает упор на эффективность предприятия, поэтому ведущие ИКТ обеспечивают большую безопасность и эффективность в нефтегазовой отрасли:

– Новые ИКТ-решения могут охватывать начальный, средний и нижний потоки, объединяя цифровое производство с контролем безопасности и повышая производительность.

– Эти решения способны повысить энергоэффективность, предлагая большую оптимизацию используемых природных ресурсов, снижая потребление энергии и сырья, а также улучшая переработку отходов.

– Они улучшают социальные ценности отрасли, такие как экономия капитала, более высокая производительность, более низкое потребление воды и более низкие выбросы углекислого газа.

– Они позволяют проводить профилактическое обслуживание, иметь удаленные операционные центры и режим динамического выбора мощности.

– Географические информационные системы: чтобы иметь возможность управлять, удаленно рассредоточенными данными объектов нефтегазовой инфраструктуры. Оперативная аналитика и сбор/анализ данных на предприятии: интеграция всех видов внутренних и внешних сигналов для принятия обоснованных решений.

– Контроль качества промышленного производства: недопущение неудовлетворительных результатов во время самого процесса.

– Оптимизация и управление обслуживанием склада: с помощью прогнозного анализа и динамической корректировки запасов.

– Интеллектуальное распределение: возможность оптимизировать резервуары и оптимизировать процессы зарядки и передачи, создавая интеллектуальные электрические сети [34].

От точного и эффективного измерения силосов и резервуаров до высокоточного коммерческого учета и автоматизации терминалов, ИКТ-решения предлагают полный спектр технологий и средств, интегрированных в масштабируемую интегрированную торговую платформу, и обеспечивают согласованные концепции эксплуатации и безопасности.

При использовании в сочетании с анализом данных цифровое моделирование помогает «предсказывать будущее», создавая виртуальную

картину полевых операций и используя точки данных для оценки вероятного результата конкретной деятельности.

Например, видеозапись можно использовать для выявления потенциальных проблем безопасности при бурении до того, как бур начнет вращаться, используя искусственный интеллект, чтобы «определить», где может быть допущена ошибка, на основе визуальных маркеров из предыдущих видеозаписей. Или можно разработать трехмерные цифровые модели для визуализации нового энергетического ресурса, который еще не разработан и, следовательно, находится в стадии разведки. Модель использует данные с аналогичных сайтов, которые уже использовались, чтобы предсказать вероятные результаты и сосредоточить усилия там, где они больше всего нужны для новых.

Технологии дополненной реальности (AR) позволяет работникам визуализировать предстоящую им работу, «видеть» оборудование внутри, оптимизировать задачи в соответствии с передовой практикой и помогать с рекомендациями по устранению неполадок в новых ситуациях.

Дополненная реальность может снизить риск получения травм работниками, сократить время, необходимое для успешного устранения неполадок, а также помочь научить правильному порядку действий в полевых условиях, поскольку рабочие изучают сложные ручные операции [59].

В качестве предпочтительного распределенного цифрового реестра для нефтегазового секторов становится блокчейн, присущая ему безопасность данных применена в энергетической отрасли к нескольким различным решениям.

Например, комбинация заводского технологического оборудования, датчиков конвейера и блокчейна может быть использована для выставления счетов за продукт: датчики собирают данные об объемах производства, а

блокчейн используется для записи, отслеживания и исполнения контрактов, одновременно обнаруживая случаи мошенничества. Как только датчики сигнализируют о выполнении условий контракта и оговоренной в контракте сумме, система выполняет платеж.

Или, когда речь идет о торговле энергетическими товарами, количество времени, затрачиваемое на согласование различий в цене и объеме между участниками торгов, можно сократить, сделав одни и те же данные доступными для всех сторон одновременно.

Технологии квантовых вычислений имеют большое значение для нефтегазовой отрасли, улучшив классическую вычислительную производительность и обеспечив высокую скорость вычислений. Для, скажем, средней нефтяной вышки, на которой расположено порядка с 30 000 датчиков, генерирующих около 1,5 терабит данных в день, возможность произвести их быструю обработку является весьма существенным фактором, учитывая, что буровая установка фактически слепа для построения картины больших данных, которая может произвести революцию в восстановлении активов, безопасности работников и постоянном улучшении, чтобы стать более эффективным [60].

Нефтяные и газовые компании все быстрее внедряют цифровые технологии, поскольку они помогают оптимизировать операции, делая новые ресурсы более экономичными для извлечения при одновременном совершенствовании существующих процессов [31].

Достигнутые на сегодняшний день успехи в области оцифровки операций позволяют повысить рентабельность, оптимизировать безопасность работников и обеспечить соблюдение нормативных требований в условиях динамично развивающегося рынка.

Возможности интернета вещей используются для прогнозирования аномалий, периферийные вычисления практически мгновенно обнаруживают

проблемы и сообщают о них, не дожидаясь отправки данных в облако или локально для анализа [39].

Разработка новых технологий и программного обеспечения позволила нефтегазовым компаниям более легко контролировать и обслуживать все свои объекты и ресурсы. Многие из этих новых технологий повышают безопасность и защищенность сотрудников, сводя к минимуму воздействие на человека опасных ситуаций до того, как они произойдут.

Растущее использование дронов, роботов и средств автоматизации снижает потребность подрядчиков в работе в непосредственной близости от угроз безопасности.

– Автоматизированные дроны могут обследовать трубопроводы и крупные береговые объекты без участия человека-оператора. Другие дроны используются для уменьшения потребности в осмотре, очистке и покраске надземных сооружений, таких как факельные трубы.

– Передовая робототехника, находящаяся в разработке, может принести еще большую пользу нефтегазовым компаниям, стремящимся повысить безопасность и безопасность на местах.

Эта новая технология помогает защитить работников от серьезных угроз безопасности, включая токсичные химические вещества, опасные температуры и экстремальные нагрузки, с которыми они сталкиваются в повседневной работе. Это технологические тенденции, которые, скорее всего, окажут наибольшее влияние на то, как нефтегазовые компании подходят к безопасности в отрасли в будущем.

Следующей технологией, на которой необходимо акцентировать внимание является технология построения цифровых моделей. «Информационные и коммуникационные технологии», представляют собой

набор решений, которые помогают повышать качество и безопасность своих активов, инфраструктур и операций в нефтегазовой отрасли [52].

Они особенно актуальны для сложных цепочек поставок. Часто различные части, охватывающие всю цепочку создания стоимости, настолько обширны и независимы, что услуги или продукты, которые достигают конечного потребителя, не соответствуют ожиданиям по качеству.

Нефтегазовый сектор генерирует очень большие и сложные данные, которыми чрезвычайно сложно управлять, а цифровая зрелость отрасли намного ниже, чем у тех, которые также используются для крупных активов, таких как транспорт, телекоммуникации, банковское дело и промышленное производство.

Это, наряду с необходимостью производить более чистую энергию, создает сложную среду для отрасли, при этом решения ИКТ особенно важны для ее развития.

За последние несколько лет появились новые ведущие ИКТ, обеспечивающие большую безопасность и эффективность в нефтегазовой отрасли. Эти решения стимулируют цифровую трансформацию отрасли и повышают эффективность всей цепочки создания стоимости и ее конкурентоспособность, ускоряя переход к умной отрасли [42].

Эти решения способны укрепить цифровую инфраструктуру и охватить всю производственную цепочку, от разведки, производства, хранения и транспортировки до самой дистрибуции. Некоторые функции и преимущества, предлагаемые этими технологическими платформами и операционными моделями, описаны ниже.

Интенсивная рыночная конкуренция делает упор на эффективность предприятия, поэтому ведущие ИКТ обеспечивают большую безопасность и эффективность в нефтегазовой отрасли:

– Новые ИКТ-решения могут охватывать начальный, средний и нижний потоки, объединяя цифровое производство с контролем безопасности и повышая производительность.

– Эти решения способны повысить энергоэффективность, предлагая большую оптимизацию используемых природных ресурсов, снижая потребление энергии и сырья, а также улучшая переработку отходов.

– Они улучшают социальные ценности отрасли, такие как экономия капитала, более высокая производительность, более низкое потребление воды и более низкие выбросы углекислого газа.

– Они позволяют проводить профилактическое обслуживание, иметь удаленные операционные центры и режим динамического выбора мощности.

– Географические информационные системы: чтобы иметь возможность управлять, удаленно рассредоточенными данными объектов нефтегазовой инфраструктуры. Оперативная аналитика и сбор/анализ данных на предприятии: интеграция всех видов внутренних и внешних сигналов для принятия обоснованных решений.

– Контроль качества промышленного производства: недопущение неудовлетворительных результатов во время самого процесса.

– Оптимизация и управление обслуживанием склада: с помощью прогнозного анализа и динамической корректировки запасов.

– Интеллектуальное распределение: возможность оптимизировать резервуары и оптимизировать процессы зарядки и передачи, создавая интеллектуальные электрические сети [34].

От точного и эффективного измерения силосов и резервуаров до высокоточного коммерческого учета и автоматизации терминалов, ИКТ-решения предлагают полный спектр технологий и средств, интегрированных в

масштабируемую интегрированную торговую платформу, и обеспечивают согласованные концепции эксплуатации и безопасности.

При использовании в сочетании с анализом данных цифровое моделирование помогает «предсказывать будущее», создавая виртуальную картину полевых операций и используя точки данных для оценки вероятного результата конкретной деятельности.

Например, видеозапись можно использовать для выявления потенциальных проблем безопасности при бурении до того, как бур начнет вращаться, используя искусственный интеллект, чтобы «определить», где может быть допущена ошибка, на основе визуальных маркеров из предыдущих видеозаписей. Или можно разработать трехмерные цифровые модели для визуализации нового энергетического ресурса, который еще не разработан и, следовательно, находится в стадии разведки. Модель использует данные с аналогичных сайтов, которые уже использовались, чтобы предсказать вероятные результаты и сосредоточить усилия там, где они больше всего нужны для новых.

Технологии дополненной реальности (AR) позволяет работникам визуализировать предстоящую им работу, «видеть» оборудование внутри, оптимизировать задачи в соответствии с передовой практикой и помогать с рекомендациями по устранению неполадок в новых ситуациях.

Дополненная реальность может снизить риск получения травм работниками, сократить время, необходимое для успешного устранения неполадок, а также помочь научить правильному порядку действий в полевых условиях, поскольку рабочие изучают сложные ручные операции [59].

В качестве предпочтительного распределенного цифрового реестра для нефтегазового секторов становится блокчейн, присущая ему безопасность

данных применена в энергетической отрасли к нескольким различным решениям.

Например, комбинация заводского технологического оборудования, датчиков конвейера и блокчейна может быть использована для выставления счетов за продукт: датчики собирают данные об объемах производства, а блокчейн используется для записи, отслеживания и исполнения контрактов, одновременно обнаруживая случаи мошенничества. Как только датчики сигнализируют о выполнении условий контракта и оговоренной в контракте сумме, система выполняет платеж.

Или, когда речь идет о торговле энергетическими товарами, количество времени, затрачиваемое на согласование различий в цене и объеме между участниками торгов, можно сократить, сделав одни и те же данные доступными для всех сторон одновременно.

Технологии квантовых вычислений имеют большое значение для нефтегазовой отрасли, улучшив классическую вычислительную производительность и обеспечив высокую скорость вычислений. Для, скажем, средней нефтяной вышки, на которой расположено порядка с 30 000 датчиков, генерирующих около 1,5 терабит данных в день, возможность произвести их быструю обработку является весьма существенным фактором, учитывая, что буровая установка фактически слепа для построения картины больших данных, которая может произвести революцию в восстановлении активов, безопасности работников и постоянном улучшении, чтобы стать более эффективным[60].

Выводы по разделу 1:

Анализ технологических процессов в нефтедобывающей отрасли играет важную роль в оптимизации производственных операций и повышении эффективности добычи нефти. Нефтедобывающая отрасль является ключевым

сектором мировой экономики, и поэтому постоянное исследование и анализ технических процессов становятся неотъемлемой частью ее развития.

Основными задачами анализа технологических процессов в нефтедобывающей отрасли являются определение оптимальных параметров для максимизации добычи нефти, улучшение качества добываемой продукции и уменьшение негативного воздействия на окружающую среду. Для достижения этих целей производится комплексное изучение различных технологий и процессов, применяемых в процессе добычи нефти, а также их взаимодействия и воздействия на окружающую среду.

Одним из важных аспектов является исследование методов разведки и бурения нефтяных скважин. Проведение комплексного анализа позволяет определить оптимальные условия для бурения скважин, такие как выбор буровых насадок, оптимальное давление и скорость подачи бурового раствора, а также определение оптимальной глубины и угла наклона скважины. Это позволяет повысить эффективность добычи, сократить временные затраты и увеличить степень извлечения нефти.

Другой важной составляющей анализа технологических процессов является изучение методов добычи нефти. Как правило, применяются такие методы, как добывающие скважины, нагнетательные скважины и смешанные методы. Анализ эффективности каждого из этих методов позволяет определить оптимальное соотношение между ними, что в свою очередь повышает эффективность добычи и снижает затраты.

Кроме того, анализ технологических процессов включает в себя и изучение методов обработки добытых нефтяных потоков для получения высококачественной нефти и максимизации ее экономической стоимости.

В результате проведения анализа технологических процессов достигается оптимизация производственных операций и повышение эффективности добычи

нефти, что позволяет не только увеличить объемы добычи, но и снизить затраты на производство и увеличить прибыль.

Нефть и углеводородные газы составляют основу промышленности. Проекты разработки месторождений включают внедрение передовых технологических решений по компоновке скважин, систем поддержания пластового давления и новых методов повышения нефтеотдачи. Добыча нефти в скважине осуществляется двумя способами: естественной закачкой нефти под естественным давлением пласта или методами механической добычи.

Все упомянутые выше технологические решения предназначены для использования в рамках плана управления стратегическими рисками нефтегазовой компании. Меры безопасности, цифровые устройства и технологии ситуационной осведомленности используются в сочетании для предоставления интегрированного, автоматизированного и адаптивного набора мер для упреждающего устранения угроз в режиме реального времени.

Нефтегазовая отрасль работает в сложной, быстро меняющейся среде, в которой возможности, требования и правила могут широко варьироваться, быстро меняться и значительно развиваться с течением времени.

По мере того, как цифровые инструменты и технологии продолжают трансформировать отрасль, инновационные новые технологии будут более широко применяться и использоваться для улучшения бизнес-операций от разведки и добычи до транспортировки и распределения, а также для повышения безопасности нефтегазовой отрасли.

2 Энергосберегающие технологии в нефтяной отрасли

2.1 Содержательный анализ энергосберегающих технологий

Энергоэффективные конструкции рассматривают объект как единую систему, которая включает сравнение экономии энергии в течение всего срока службы с дополнительными затратами на различные альтернативы.

Существует иерархия энергоэффективных подходов к проектированию, включающая правильный расчет, а также изучение возможности интеграции тепла и оптимизации инженерной системы

Повышение энергоэффективности при проектировании может позволить предприятию отложить другие модернизации оборудования. Это связано с недавней тенденцией в области первичной обработки для проектирования объектов с использованием подхода заводской модели. Это может быть эффективным с точки зрения проектирования и строительства, но приводит к неэффективности эксплуатации.

Многие объекты, не имея доступа к сторонним коммунальным сетям для электроэнергии и чистого трубопроводного газа, должны генерировать собственную энергию, используя либо промышленный газ, либо дизельное топливо [46].

Некоторые из рассредоточенных систем – насосы, компрессоры, нагреватели, буровые установки и т. д. – используют дизельное топливо вместо газа из-за отсутствия газораспределительной сети для питания оборудования.

Повышение энергоэффективности не всегда увеличивает капитальные затраты. Это может означать выбор более эффективного двигателя, насоса, компрессора или турбины вместо другого, что может зависеть от производителя

или типа модели. Однако в некоторых случаях это приведет к увеличению капиталовложений, таких как добавление охлаждения на входе или рекуперации отработанного тепла в газовых турбинах.

Критерии энергоэффективного проектирования должны быть включены в ранние этапы проекта. По мере продвижения проекта все решения, влияющие на энергоэффективность, должны быть задокументированы, включая допущения, использованные в этом решении. Это начнется с предварительного технико-экономического обоснования и продолжится в рамках детального проектирования и часто будет включать как техническую, так и экономическую составляющую. Выявление этих возможностей повышения энергоэффективности полезно, поскольку некоторые из них будут дополнительно изучены и усовершенствованы на более поздних этапах проекта [16].

Общий проект установки должен включать необходимые контрольно-измерительные приборы и связанное с ними оборудование, позволяющие осуществлять мониторинг и оптимизацию системы. Приборы должны быть в состоянии измерять потоки энергии, используемые крупными потребителями энергии, а также контролировать работу оборудования, отслеживая ключевые показатели эффективности энергопотребления [5, 9]. По этим причинам энергоэффективность должна охватывать весь срок службы актива, учитывая, что более высокая эффективность при паспортной мощности не означает более высокую эффективность в течение всего срока службы.

Оптимизировать коэффициенты перепроектирования на основе данных о добыче с учетом реальной вероятности возникновения более высокой производительности. Компании должны сосредоточиться на получении энергии с наименьшим содержанием углерода, а затем максимально эффективно использовать ее. Кроме того, при переоснащении и модернизации

следует проводить анализ затрат и выгод, чтобы рассмотреть вопрос о замене на наилучшую доступную технологию во время модернизации, а не просто замену на аналогичную.

Работа возобновляемых систем вместе с системами сжигания может привести к неоптимальным характеристикам сгорания, если существующие системы должны работать с частичной нагрузкой (например, в течение дня для солнечной).

Батареи также можно использовать для обеспечения длительного резервного копирования удаленных операций, работающих на солнечной или ветровой энергии. Одной из областей риска является потенциальное противоречие между энергоэффективностью и «стандартизацией», т. е. стремление использовать стандартизированное оборудование/системы/модули, которые могут снизить затраты и сроки, но не могут обеспечить максимальную эффективность.

Временной профиль как для производства, так и для энергетических потребностей/использования и связанных с ними выбросов является основным инструментом оптимизации конструкции. Наконец, повышенная эффективность может усложнить конструкцию, но обеспечить более надежную установку, поскольку мониторинг помогает не только сократить выбросы парниковых газов, но и оптимизировать технологический процесс.

Применение энергосберегающих технологий в нефтяной промышленности может быть оправдано в случаях, когда их использование не влияет на общий уровень надежности данных технологий. Наиболее оптимальным является внедрение энергосберегающих технологий на этапе проектирования нового объекта, т.к. дооснащение уже существующей инфраструктуры связано с проблемами технологической совместимости оборудования и высокими финансовыми затратами.

Российские производители сталкиваются с растущей конкуренцией в глобальной бизнес-среде, они ищут возможности снизить производственные затраты, не оказывая негативного влияния на выход или качество продукта. Растущие и все более неопределенные цены на энергоносители на сегодняшнем рынке негативно сказываются на прогнозируемой прибыли.

Успешные и рентабельные инвестиции в энергоэффективные технологии и методы решают задачу поддержания высокой производительности.

Россия обладает крупнейшими в мире нефтеперерабатывающими мощностями, перерабатывая четверть мирового объема сырой нефти. Нефтеперерабатывающая промышленность росла в среднем примерно на 2% в год в течение последних 50 лет [27].

Кроме того, на потребление энергии нефтеперерабатывающим заводом ежегодно влияют такие эксплуатационные факторы, как загрузка мощностей, методы технического обслуживания и долговечность оборудования.

Поскольку нефтеперерабатывающий завод потребляет меньшую долю электроэнергии и производит больше собственной электроэнергии, разница между первичным потреблением электроэнергии и конечным потреблением электроэнергии невелика. Для достижения энергетического баланса предполагается, что все установленные процессы потребляют одинаковое количество электроэнергии, исходя из средней загрузки мощностей по стране. На самом деле загрузка разных процессов может различаться, что может привести к несколько разным распределениям.

Первым шагом в снижении энергопотребления является проведение комплексного энергоаудита для проверки структуры энергопотребления, эффективности оборудования и общей производительности здания. В нефтяной промышленности наиболее энергоемким является использование энергии технологического процесса, например, при использовании мощного

оборудования, такого как электросварочные аппараты, станки, насосное оборудование. Оценивая текущее энергопотребление и выявляя области неэффективности, нефтяные компании могут получить ценную информацию и разработать целенаправленные стратегии энергосбережения.

Замена устаревающих машин и оборудования энергосберегающими альтернативами может значительно снизить затраты на электроэнергию.

В практике последних лет ведущую роль играет интеллектуальное производство, которое использует передовую автоматизацию и анализ данных для оптимизации энергопотребления. Внедрение датчиков, средств управления и систем мониторинга может помочь выявить растраты энергии и добиться мгновенной корректировки для оптимизации энергопотребления.

Нефтеперерабатывающие компании могут собирать и анализировать данные, чтобы получить глубокое представление о моделях энергопотребления и принимать обоснованные решения. Оптимизация производственных процессов позволяет снизить энергопотребление и повысить производительность. Выявление узких мест с помощью всестороннего анализа производственного процесса помогает компаниям принимать упреждающие меры по устранению узких мест, например, используя такие методы, как реорганизация рабочих станций, переназначение задач или внедрение технологий автоматизации.

Устранение ненужных этапов является еще одним важным аспектом оптимизации производственных процессов и снижения энергопотребления: многие производственные процессы часто содержат «заброшенные» этапы, которые потребляют энергию, но не способствуют повышению качества или функциональности продукта. Внедрение принципов бережливого производства - еще одна эффективная стратегия сокращения отходов и минимизации энергоемких процессов. Бережливое производство направлено на выявление и

устранение видов деятельности или практик, не приносящих добавленной стоимости, в производственной системе. Этот подход делает акцент на постоянном совершенствовании, сокращении отходов и эффективном использовании ресурсов.

В географически отдаленных регионах целесообразна интеграция возобновляемых источников энергии в производственные мощности. Установка солнечных панелей, ветряных турбин или геотермальной энергии для собственных нужд компании может обеспечить чистое и устойчивое электроснабжение, снизить зависимость от электросетей и повысить энергетическую безопасность и независимость.

Благодаря производству электроэнергии на месте нефтеперерабатывающие предприятия в меньшей степени зависят от внешних поставщиков энергии и менее восприимчивы к колебаниям цен на энергоносители или перебоям в поставках. Хотя первоначальные инвестиции могут показаться крупными, долгосрочная экономия и положительное воздействие на окружающую среду делают их оправданными.

Со временем стоимость производства возобновляемой энергии может оказаться намного ниже, чем стоимость покупки электроэнергии из сети, особенно учитывая потенциальные стимулы из государственных источников, налоговые льготы и более низкие эксплуатационные расходы. Инвестируя в инфраструктуру возобновляемых источников энергии, компании могут стабилизировать свои затраты на электроэнергию и получать дополнительный доход, продавая излишки энергии обратно в сеть.

2.2 Методы и средства по энергосбережению в нефтяной отрасли

Для решения практических задач энергосбережения предприятия следуют международным и национальным нормативно-правовым требованиям. Несмотря на географические, культурные и социальные условия, предприятия любого типа и размера разрабатывают системы и процессы повышения энергоэффективности. Успешная реализация зависит от ответственности, взятой на всех уровнях и во всех функциональных областях.

Предполагается, что внедрение энергоменеджмента позволит снизить затраты на энергию за счет систематического контроля над источниками энергии. Стандарты устанавливают требования к системе энергоконтроля.

На основании этих требований предприятие может разрабатывать и реализовывать энергетическую политику, ставить цели, задачи и разрабатывать планы деятельности в соответствии с требованиями законодательства и информацией, связанной с вопросами значительного использования энергии. Система энергоменеджмента позволяет предприятиям выполнять свои обязательства, сформулированные в политике, принимать меры, необходимые для повышения энергоэффективности, и демонстрировать соответствие системы требованиям стандартов.

Энергоменеджмент основан на методологии цикла непрерывного совершенствования, который включает следующие этапы:

- проведение энергетического анализа и определение основных критериев и параметров энергетической эффективности, постановка целей, задач и разработка плана мероприятий, необходимых для повышения энергетической эффективности в соответствии с энергетической политикой предприятия;
- реализация запланированных мероприятий в сфере энергоменеджмента;

– мониторинг и измерение процессов и ключевых характеристик операций, определяющих энергетическую эффективность применительно к реализации энергетической политики и достижению энергетических целей, и отчетность о результатах;

– принятие мер по постоянному повышению эффективности деятельности в сфере энергетики и системы энергоменеджмента.

Данная методология позволяет предприятиям разрабатывать системы систематического управления энергетическими ресурсами комплексом взаимосвязанных элементов, которые используются для разработки и реализации энергосберегающей политики, ее целей и процессов, направленных на при достижении этого. Методика также используется для принятия мер по повышению энергоэффективности, демонстрации соответствия энергосистемы требованиям стандартов.

На нефтеперерабатывающем заводе существует множество возможностей для сокращения энергопотребления при сохранении или увеличении производительности бизнеса. Основные области повышения энергоэффективности включают коммунальные услуги (30%), огневые нагреватели (20%), оптимизацию процессов (15%), теплообменники (15%), двигатели и их применение (10%) и другие области (10%). В этих областях оптимизация инженерных коммуникаций, теплообменников и пламенных обогревателей предлагает самые доступные инвестиционные возможности, в то время как в других областях могут потребоваться дополнительные средства.

Опыт различных компаний показывает, что большинство инвестиций относительно скромные, но все проекты требуют эксплуатационных затрат и инженерных ресурсов для их разработки и реализации. Каждый нефтеперерабатывающий завод имеет различные экономические и затратные характеристики для каждого проекта. Выбор наиболее выгодного варианта

повышения энергоэффективности должен основываться на уникальной ситуации каждой компании.

Технологические изменения оборудования могут сэкономить энергию, но также важно изменить поведение и отношения сотрудников. Обучение персонала навыкам энергосбережения и внедрение общего подхода к энергоэффективности в повседневной деятельности сотрудников также имеют большое значение. Повышение энергоэффективности нефтеперерабатывающих заводов требует комплексного подхода.

Необходима эффективная программа управления энергопотреблением на всей компании. Большинство оборудования и технологий, таких как котлы, компрессоры и насосы, предоставляют возможности для улучшения и хорошо документированы. Помимо этого, производственный процесс может быть точно настроен для получения дополнительных экономических выгод.

Изменение подхода к управлению энергопотреблением через внедрение комплексных организационных программ является одним из самых успешных и рентабельных способов повышения энергоэффективности. План управления энергопотреблением является основой и предоставляет рекомендации по улучшению управления энергопотреблением во всей организации. В компаниях, не имеющих четкого плана, возможности для улучшения могут оставаться неизвестными или не прогрессировать из-за организационных преград.

Такие барьеры могут включать отсутствие коммуникации между предприятиями, несовершенство в понимании того, как поддерживать проекты по повышению энергоэффективности, ограниченные финансовые ресурсы и недостаточную систему отчетности о принятых мерах. Несмотря на то, что энергия является значительной статьей расходов в данной отрасли, многим компаниям, по-прежнему, не хватает четкой приверженности к улучшению управления энергопотреблением.

На основе комплексной оценки организация затем может разработать базовый уровень производительности и установить цели для улучшения энергоэффективности. Цели повышения производительности помогают разрабатывать и реализовывать планы действий.

Результаты деятельности следует регулярно оценивать и сообщать всему персоналу, отмечая лучших исполнителей.

Оценки эффективности включают регулярные анализы данных об использовании энергии и действий, предпринимаемых в рамках плана действий. Информация, собранная в ходе формального процесса проверки, помогает установить новые цели и планы действий, а также выявить лучшие практики.

Такие компании, как BP, успешно внедрили агрессивные программы сокращения выбросов парниковых газов (ПГ) на всех своих объектах по всему миру (включая объекты разведки и переработки).

Нефтегазовая компания BP успешно сократила глобальные выбросы парниковых газов на 10% за последние пять лет. Это достижение было осуществлено благодаря программе, запущенной в 2018 году, и позволило достичь целевого показателя на несколько лет раньше запланированного срока, при этом снизив затраты. Таким образом, это является ярким примером успешной корпоративной стратегии по сокращению энергопотребления и связанных выбросов.

Энергоменеджментная система ExxonMobil, известная как GEMS, разработала более 200 передовых методов и показателей эффективности для своих важнейших технологических предприятий, основного оборудования и инженерных систем. При этом особое внимание уделяется энергоэффективности при проектировании новых объектов, а также при эксплуатации и техническом обслуживании существующего оборудования.

GEMS определила возможность повысить энергоэффективность на 15% на нефтеперерабатывающих и химических заводах ExxonMobil по всему миру.

Однако другие компании также активно повышают эффективность своих программ энергоменеджмента и участвуют в добровольных программах. Например, компания Petro-Canada принимает участие в канадском добровольном конкурсе и регистрации в области изменения климата.

В Европе между промышленностью и правительствами были заключены добровольные соглашения о снижении энергоемкости или интенсивности выбросов парниковых газов. Нидерландские нефтеперерабатывающие заводы, управляемые BP, ExxonMobil, Shell и Техасо, также участвовали в долгосрочных соглашениях между 1989 и 2000 годами.

В целом, энергоэффективность нефтеперерабатывающих заводов значительно выросла на 17%. Один из таких заводов в настоящее время принимает участие в новом соглашении, согласно которому к 2010 году он станет одним из самых энергоэффективных нефтеперерабатывающих заводов в мире.

Фактический период окупаемости и экономия энергии в результате применения этих мер будут варьироваться в зависимости от конфигурации и размера отдельных нефтеперерабатывающих заводов, их местоположения и рабочих характеристик.

Существуют различные категории мер для повышения энергоэффективности, включая управление, утилизацию (факельного) газа, утилизацию энергии, модернизацию котлов, теплообменники, интеграцию процессов, технологические нагреватели (печи), дистилляцию, контроль водорода, моторные системы, насосы, сжатый воздух, вентиляторы, освещение, комбинированное отопление и мощность, производство электроэнергии и другие возможности.

Ниже в Таблице 1 приведена сводная информация о возможностях повышения энергоэффективности для нефтеперерабатывающих предприятий.

Таблица 1 - Сводный анализ о возможностях повышения энергоэффективности для нефтеперерабатывающих предприятий

Сфера применения	Способ повышения
Выработка энергии	ТЭЦ (когенерация) Газовые расширительные турбины Высокотемпературная ТЭЦ Газификация (комбинированный цикл)
Восстановление энергии	Утилизация факельного газа Восстановление питания Восстановление водорода Водородный пинч-анализ
Контроль управления	Мониторинг энергии Системы управления энергопотреблением объекта
Распределение пара	Улучшенная изоляция Улучшенные конденсатоотводчики Обслуживание конденсатоотводчиков Автоматический контроль конденсатоотводчиков Устранение утечки
Подготовка питательной воды котла	Улучшенное управление котлом Уменьшенный объем дымовых газов Уменьшенный избыток воздуха Улучшить изоляцию Обслуживание Рекуперация тепла дымовых газов Рекуперация тепла продувки Снижение потерь в режиме ожидания
Нагреватели и печи	Обслуживание Контроль тяги Предварительный подогрев воздуха Контроль загрязнения Новые конструкции горелок
Дистилляция	Оптимизированные рабочие процедуры Оптимизированная чистота продукта Сезонные корректировки давления Уменьшенная нагрузка ребойлера Модернизированные внутренние компоненты колонны

Продолжение Таблицы 1

Сжатый воздух	Обслуживание Мониторинг Уменьшить утечки Снизить температуру воздуха на входе Максимально допустимая точка росы под давлением Элементы управления Регуляторы подходящего размера Правильный размер труб Приводы с регулируемой скоростью Рекуперация тепла для подогрева воды
Насосы	Эксплуатация и техническое обслуживание Мониторинг Более эффективные конструкции насосов Правильные размеры насосов Использование нескольких насосов Обрезное рабочее колесо Элементы управления Приводы с регулируемой скоростью Избегайте дроссельных клапанов Правильный размер труб Уменьшить утечки Уплотнения Сухие вакуумные насосы

В таблице 2 представлен обзор возможностей по повышению энергоэффективности технологических процессов в нефтегазовой отрасли:

Таблица 2 – Сводка возможностей повышения энергоэффективности для конкретных процессов

<p>Опреснитель</p> <p>Многоступенчатые обессоливающие установки Комбинированные поля переменного/постоянного тока</p>	<p>Гидрокрекер</p> <p>Восстановление питания</p> <p>Интеграция процессов (щепотка)</p> <p>Управление печью</p> <p>Предварительный подогрев воздуха</p> <p>Оптимизация дистилляции</p>
<p>Установка перегонки сырой нефти</p> <p>Управление процессом</p> <p>Высокотемпературная ТЭЦ</p> <p>Интеграция процессов (щепотка)</p> <p>Управление печью</p> <p>Предварительный подогрев воздуха</p> <p>Прогрессивная перегонка сырой нефти</p> <p>Оптимизация дистилляции</p>	<p>Коксование</p> <p>Интеграция процессов (щепотка)</p> <p>Управление печью</p> <p>Предварительный подогрев воздуха</p>
<p>Вакуумная дистилляционная установка</p> <p>Управление процессом</p> <p>Интеграция процессов (щепотка)</p> <p>Управление печью</p> <p>Предварительный подогрев воздуха</p> <p>Оптимизация дистилляции</p>	<p>Висбрекинг</p> <p>Интеграция процессов</p> <p>Оптимизация дистилляции</p>
<p>установка гидроочистки</p> <p>Управление процессом</p> <p>Интеграция процессов (щепотка)</p> <p>Оптимизация дистилляции</p> <p>Новые конструкции установок гидроочистки</p>	<p>Алкилирование</p> <p>Управление процессом</p> <p>Интеграция процессов (щепотка)</p> <p>Оптимизация дистилляции</p>
<p>Каталитический риформер</p> <p>Интеграция процессов</p> <p>Управление печью</p> <p>Предварительный подогрев воздуха</p> <p>Оптимизация дистилляции</p>	<p>Производство водорода</p> <p>Интеграция процессов</p> <p>Управление печью</p> <p>Предварительный подогрев воздуха</p> <p>Адиабатический прериформер</p>
<p>Жидкостный каталитический крекер</p> <p>Управление процессом</p> <p>Восстановление питания</p> <p>Интеграция процессов (щепотка)</p> <p>Управление печью</p> <p>Предварительный подогрев воздуха</p> <p>Оптимизация дистилляции</p> <p>Изменения технологического процесса</p>	<p>Другие методы</p> <p>Оптимизация нагревательных накопительных баков</p> <p>Оптимизация факелов</p>

Интеграция процессов или подход зажима основан на использовании потенциального синергизма, который присущ любой системе, состоящей из нескольких компонентов, работающих вместе. Применение этого подхода к предприятиям с различными потребностями в отоплении и охлаждении может привести к значительному увеличению эффективности. Метод, разработанный в 1970-х годах и широко признанный в настоящее время для непрерывных процессов, предполагает соединение горячих и холодных потоков в процессе таким образом, чтобы достигалась термодинамически оптимальная точка сращивания. Интеграция процессов — это искусство обеспечения соответствия компонентов друг другу по размеру, функциональности и производительности.

Пинч-анализ использует систематический подход для выявления и устранения ограничений, ограничивающих производительность (или "узких мест") в любом производственном процессе. Этот подход широко использован в технологиях, направленных на экономию общих ресурсов, будь то капитал, время, рабочая сила, электричество, вода или определенное химическое вещество, такое как водород. Основным нововведением в применении пинч-анализа является разработка составной кривой для отопления и охлаждения, которая отображает общую зависимость спроса и доступности тепловой энергии на протяжении всего процесса. При нанесении этих двух кривых на диаграмму температура-энтальпия можно определить точку пинч-процесса и минимальные термодинамические требования к нагреву и охлаждению.

Подход в равной степени применим как к новым проектам, так и к модернизации существующих объектов. Потенциал экономии энергии с помощью пинч-анализа превышает возможности традиционных методов, таких как рекуперация тепла дымовых газов котлов, изоляция и контроль выбросов конденсата. В последние годы инструменты пинч-анализа и интеграции конкурентных процессов получили дальнейшее развитие. В энергетическом

секторе осуществляется внедрение альтернативных процессов рекуперации тепла, таких как тепловые насосы и тепловые трансформаторы, а также разработка пинч-анализа периодических процессов.

Даже в новых проектах подход к интеграции процессов можно использовать для выявления дополнительных возможностей повышения энергоэффективности. Пинч-анализ также находит применение в областях извлечения и эффективности использования воды, а также водородного пинч-анализа. Вода, ранее рассматриваемая как дешевый ресурс нефтеперерабатывающих заводов, начала использоваться более эффективно в связи с улучшением стандартов и затрат на очистку сточных вод и пополнение водных запасов.

Кроме того, нефтеперерабатывающие заводы используют большое количество энергии для обработки и транспортировки воды. Таким образом, экономия воды может еще больше сэкономить энергию. Путем эффективного повторного использования воды можно установить цели по минимальному потреблению воды.

Более 40 нефтеперерабатывающих заводов по всему миру применили универсальный пинч-анализ, чтобы найти оптимальные уровни полезности по всей площадке, объединить потребности в отоплении и охлаждении для различных процессов, а также обеспечить интеграцию когенерации в анализ.

Типичная экономия, выявленная в ходе общего строительного анализа, составляет примерно 20-30%, хотя экономический потенциал ограничен 10-15%. В конце 1990-х годов был проведен общий анализ ситуации в нефтепереработке в Европе [49].

Анализ объекта, проведенный производителем химической продукции Solutia, выявил ежегодную экономию в размере 3,9 млн долларов США (из которых 2,7 млн долларов США при низкой окупаемости) на их заводе в

Декейтере, 0,9 млн долларов США в год на предприятии в Аннистоне и 3,6 млн долларов США в год на предприятии в Пенсаколе.

Процесс анализа данных неудобным, они были классифицированы следующим образом:

- А. Системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха (ОВКВ);
- В. Моторс;
- С. Системы сжатого воздуха;
- D. Освещение;
- Е. Системы рекуперации тепла;
- F. Оболочка здания;
- G. Управление спросом на электроэнергию и счета за коммунальные услуги (EDMUB);
- Н. Управление отходами и повышение производительности (WMPE).

Рекомендации группы А включают в себя множество способов экономии энергии, в первую очередь заменяя существующее оборудование, такое как бойлеры, чиллеры и агрегаты, более эффективным; второй ремонт течи воды и пара в трубопроводных сетях и арматуре; в-третьих, замена или очистка фильтров и ремонт поврежденной изоляции трубопроводов и оборудования или изоляция открытых труб и оборудования.

Кроме того, в некоторых рекомендациях предлагается применять пониженную температуру в часы отсутствия людей, выключать кондиционеры, когда они не нужны, и использовать лучистые обогреватели для точечного обогрева. Рекомендации, относящиеся к печам, котлам и нагреву для процессов, также включены в эту группу.

Например, анализ дымовых газов на соответствие соотношению воздух/топливо, замена оборудования, работающего на ископаемом топливе, на высокоэффективное электрическое, оптимизация температуры нагрева,

Группа В имеет дело с двигателями на объекте, независимо от того, используются ли они для систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, технологических процессов или перекачивания воды.

Рекомендации заключаются в замене существующих ремней клиновидными ремнями, использовании синтетических смазочных материалов и использовании частотно-регулируемых приводов, где это применимо. Кроме того, для этой группы рассматривается замена любых старых или крупногабаритных двигателей на энергоэффективные двигатели оптимального размера.

Рекомендации группы С относятся к компрессору с уменьшением давления сжатого воздуха до минимально необходимой ставки. Утечки сжатого воздуха в сети устраняются даже за счет установки компрессоров оптимального размера и модернизации управления компрессором с помощью регуляторов с регулируемой скоростью.

Рекомендации группы D можно свести к уменьшению освещенности до минимально необходимого уровня (отключение ламп), использованию высокоэффективных светильников, установке фотоэлементов и датчиков присутствия.

Рекомендации группы E касаются рекуперации тепла дымовых газов для предварительного нагрева воздуха для горения, воздушных компрессоров и нескольких типов оборудования, которое было обнаружено на объектах.

Рекомендации группы F касаются установки воздушных уплотнений вокруг дверей погрузочных площадок для грузовиков, использования

виниловых полос или воздушных завес на дверях, установки уплотнителей на окнах и улучшения изоляционных материалов, используемых для стен и крыш.

Рекомендации группы G касаются ограничения несрочных действий в часы пик, а также установки конденсаторов для устранения штрафов за коэффициент мощности в счетах за коммунальные услуги. Это также включает в себя своевременную оплату счетов за коммунальные услуги, отключение оборудования, когда оно не используется или во время перерывов, а также изменение графика работы предприятия или снижение нагрузки, чтобы избежать пиковых платежей за коммунальные услуги.

Группа H состоит из управления отходами, таких как рециркуляция воды, которая будет использоваться для технологического охлаждения, минимизация использования воды и использование замкнутого цикла, где это возможно, и заключение контракта с компанией по переработке деревянных поддонов.

Он также содержит рекомендации, связанные с повышением производительности, такие как улучшение кондиционирования помещений, сгущение работы в одной зоне, модернизация или замена оборудования, а также автоматизация некоторых процессов для повышения производительности.

Экономия энергии также может быть достигнута без затрат на реализацию, когда период окупаемости может быть немедленным. Все это может быть связано с личным поведением, снижением давления нагнетания компрессора, снижением пониженной температуры во время простоя — все это примеры такого поведения.

Стоит отметить, что некоторые рекомендации считаются передовой практикой, касающейся улучшения состояния окружающей среды объекта, а также считаются частью энергетического аудита.

Актуальность цифровизации нефтегазовой отрасли и ее трансформации отражается в мировой ситуации, связанной с изменением цен на нефть и

политикой санкций против России, а также необходимостью разработки трудноизвлекаемых запасов нефти в мире. перед лицом истощения ресурсов. Нефтепромысловые и арктические проекты разрабатываются с использованием цифровых моделей.

Одним из векторов цифровизации нефтегазовой отрасли является необходимость разработки трудноизвлекаемых запасов. По данным Минэнерго, их доля в структуре запасов РФ увеличится с 39 млн тонн в год до 80 млн тонн в год с 2017 по 2035 год.

Чтобы оценить инновационное развитие топ-10 нефтегазовых компаний, мы изучили их патентную динамику (общие патенты и цифровые патенты).

На рисунке 5 представлена общая динамика заявок на патенты:

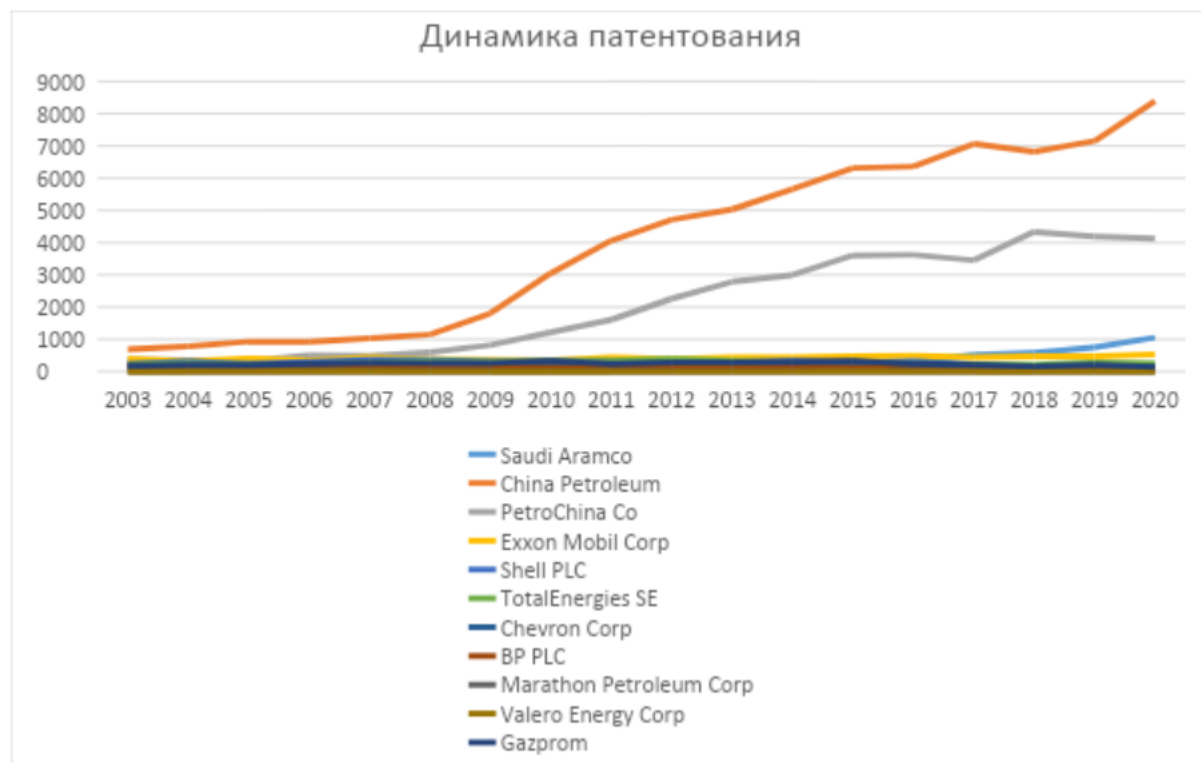


Рисунок 5 – Динамика патентования в нефтяных компаниях

Лидерами по патентам, в том числе цифровым, являются PetroChina, China National Petroleum Corporation и Saudi Arabian Oil Company. Из-за особенностей китайского законодательства китайские компании часто лидируют по патентам. Между тем, "Газпром" возглавил топ-10 закрывающихся компаний BP PLC, Marathon Petroleum и Valero Energy.

Выводы по разделу 2:

Важным направлением в деятельности энергоменеджмента на нефтедобывающих предприятиях является поиск основных сдерживающих факторов реализации политики энергоэффективности и предложение направления совершенствования энергосберегающих структур.

Классификация энергосберегающих мероприятий основана на оценке и сравнении затрат на реализацию, сроков окупаемости и учитывает инвестиции в технологии механизированной добычи, что позволяет определить инвестиционные приоритеты в сфере энергоменеджмента.

Предлагаемые направления энергосбережения и повышения энергоэффективности нефтедобычи обещают иметь большой экономический эффект. Эффект от внедрения одного из средств энергосбережения будет рассчитан в разделе 3.

3 Практика применения методов и средств по энергосбережению в нефтяной отрасли

3.1 Технология (программа) внедрения регламентированных процедур энергосберегающих технологий. Результаты внедрения

Энергию можно экономить, используя ее более эффективно или менее эффективно. Энергоэффективность означает взаимосвязь между потреблением энергии (из первичных источников, таких как ископаемое топливо, или энергоносителей, таких как электричество или водород) и производством энергетических услуг, таких как свет, тепло или транспорт.

Повышение энергоэффективности за счет сокращения потребления энергии может повысить энергетическую безопасность и смягчить экологический ущерб, причиняемый производством, транспортировкой и потреблением энергии. Это также может принести более широкие экономические и социальные выгоды за счет снижения затрат для предприятий и домохозяйств, повышения экономической конкурентоспособности и создания рабочих мест в сфере предоставления энергосберегающих технологий и методов.

Энергоэффективность можно повысить за счет применения новых технологий, которые обеспечивают более низкие затраты при использовании того же топлива или его альтернатив. Например, при производстве электроэнергии энергию можно сэкономить, заменив традиционные тепловые электростанции газовыми газотурбинными установками с комбинированным циклом и более высоким тепловым КПД.

Повышение энергоэффективности отличается от энергосбережения. Строго говоря, энергосбережение означает сокращение потребления

конкретных энергетических услуг, тем самым снижая потребление энергии, необходимое для предоставления этих услуг.

Энергосбережение может принести реальную экономическую и социальную выгоду, когда энергоресурсы тратятся впустую или не представляют особой ценности для отдельных лиц или предприятий, которые от них получают выгоду.

Практически общепризнано, что технологические инновации, как основной источник технического прогресса, способствуют повышению эффективности. Однако существует два типа технологических инноваций. Первая категория — это продуктовые инновации, которые относятся к технологическим инновациям, основанным на изменениях дизайна продукта, а вторая категория — это процессные инновации, которые относятся к технологическим изменениям в процессе производства (обслуживания), что является эффективной частью улучшения использования энергии.

Программа состоит из широкого спектра мероприятий и проектов, в том числе:

- Совершенствование операционных процедур в процессе переработки;
- Оптимизировать распределение и использование пара и электроэнергии, вырабатываемых объектом;
- Предотвратить утечки и разливы;
- Установить котел-утилизатор и систему предварительного подогрева воздуха.

Хотя все проекты должны обеспечивать финансовую отдачу компании, при выборе проектов для реализации всегда учитываются факторы окружающей среды.

В настоящее время целесообразно осуществлять ряд мер по сокращению сжигания газа на факелах, например установить турбодетандеры.

Турбодетандеры используют энергию, содержащуюся в дымовых газах, выделяющихся из установок каталитического крекинга, установленных на большинстве нефтеперерабатывающих заводов, для выработки электроэнергии.

Кроме того, план предусматривает внедрение системы управления, призванной повысить энергоэффективность нефтеперерабатывающих заводов компании.

Система использует общий подход для выявления возможностей, планирования их использования и постоянного повышения производительности. В ее основе лежит трехэтапный подход: первый шаг – улучшение базовых показателей за счет применения лучших практик за счет оптимизации и эффективной эксплуатации существующих объектов; второй – поиск возможностей для экономических инвестиций за пределами основ оптимизации; третий – Целью является внедрение эффективной системы управления, обеспечивающей строгость и дисциплину, необходимые для постоянного совершенствования.

Помимо вышеперечисленных мер, комбинированное производство тепла и электроэнергии также является важным фактором повышения энергоэффективности. ExxonMobil, например, является лидером отрасли в области комбинированного производства тепла и электроэнергии, инвестировав более 1 миллиарда долларов в такие проекты только в 2021–2022 годах.

В настоящее время компания имеет около 100 теплоэлектростанций в более чем 30 точках по всему миру с установленной мощностью около 4300 МВт.

3.2 Анализ и оценка эффективности внедрения регламентированных процедур энергосберегающих технологий

В данном параграфе рассчитаем экономическую эффективность от установки котла отопления и рекуператора на участке обслуживания нефтетрубопровода, который позволит:

- обеспечить горячей водой и теплом работников участка для бытовых нужд;
- дать возможность быстрой разморозки трубопровода в экстренных случаях;
- обеспечить возможность более легкой и бюджетной пропарки устьев скважин, муфтовых соединений бурильных труб, бурового инструмента;
- осуществлять мойку горячей водой поверхностей промышленного оборудования и транспорта, используемых на участке;
- осуществлять термopодогрев трубопровода и насосной установки.
- снизить потребление электроэнергии, которая в настоящее время используется для отопления помещений и подогрева воды.

Для расчета показателей экономической эффективности предлагаемых мероприятий составим план финансового обеспечения и смету в таблице 3 и 4.

Таблица 3 – План финансового обеспечения мероприятия

№ п/п	Наименование мероприятия	Основание	Стоимость, руб.	Срок реализации	Ответственный
1	Замена котла отопления и установка рекуператора	План мероприятий по улучшению условий труда на 2023г.	6 253 401	4кв. 2023г.	Главный инженер

Таблица 4 – Смета расходов на мероприятие

Наименование рабочей зоны	Котел отопления	Рекуператор	ИТОГО
Стоимость оборудования, руб.	2 104 370	1 157 751	3 262 121
Стоимость проектирования, руб.	250 195	340 150	590 345
Стоимость монтажных работ, руб.	1 130 745	1 270 533	2401278
Итоговая стоимость оснащения, руб.	3 485 310	1 768 434	5 234 744

Далее выполним расчеты оценки эффективности предлагаемых к реализации мероприятий.

Экономический эффект измеряется разностью между денежным доходом от реализации мероприятия (предотвращенный ущербом) и денежным расходами на осуществление мероприятия:

$$\mathcal{E}_г = \mathcal{Y} - \mathcal{Z} \quad (1)$$

где $\mathcal{E}_г$ – годовой экономический эффект, руб.;

\mathcal{Y} – величина годового ущерба, потерь организации (например, от производственного травматизма), руб.;

\mathcal{Z} – затраты на реализацию мероприятия, руб.

Рассчитаем эффективность проведенного мероприятия:

$$\mathcal{E} = \frac{\Pi}{\mathcal{Z}} \quad (2)$$

где Э – экономическая эффективность мероприятия.

Показатели, используемые для расчетов представлены в Таблице 5

Таблица 5 – Исходные данные для расчета эффективности

Наименование показателя	Усл.обозн.	ед. измер.	Данные	
			Базовый вариант	Проектный вариант
Численность рабочих, условия труда которых не отвечают нормативным требованиям	ССЧ	чел.	30	0
Плановый фонд рабочего времени одного рабочего	Чнс	час	217	217
Число пострадавших от НС	Днс	дн	10	0
Количество дней нетрудоспособности от НС	Чнс	дн	89	0
Годовая среднесписочная численность работников	Тчс	чел	3698	3698

Число пострадавших от несчастных случаев указано согласно данным отдела кадров организации. В качестве пострадавших в данном случае взяты сотрудники, которые получили ожоги, отравление угарным газом или электротравмы в результате самостоятельного нагрева воды для экстренной разморозки трубопровода и использования несертифицированного и запрещенного оборудования для обогрева помещений (печки-буржуйки, бытовые обогреватели) в 2022 году.

Данные по количеству дней нетрудоспособности также указаны по вышеописанным категориям согласно информации отдела кадров. При установке котла и рекуператоров необходимость в использовании другого

оборудования отпадает, поэтому плановыми проектными показателями по количеству пострадавших и больничным берем за 0.

Определение изменения численности работников по вредным условиям труда ($\Delta Ч_i$):

$$\Delta Ч_i = Ч_i б - Ч_i п, \quad (3)$$

$$\Delta Ч_i = 50 - 0 = 50.$$

Потери рабочего времени:

$$ВУТ = 100 \cdot Днс / ССЧ,$$

$$ВУТ = 100 \cdot 89\,3698 = 2,405,$$

$$ВУТ = 100 \cdot 0\,3698 = 0.$$

Фактический годовой фонд рабочего времени:

$$\Phi_{\text{факт}} = \Phi_{\text{пл}} - ВУТ, \quad (4)$$

где $\Phi_{\text{пл}}$ – плановый фонд рабочего времени 1 основного рабочего, час

$$\Phi_{\text{факт}} = 217 - 2,405 = 214\,589,$$

$$\Phi_{\text{факт}} = 217 - 0 = 217.$$

Прирост фактического фонда рабочего времени 1 основного рабочего после проведения мероприятия по охране труда ($\Delta \Phi_{\text{факт}}$):

$$\Delta \Phi_{\text{факт}} = \Phi_{\text{факт} п} - \Phi_{\text{факт} б} \quad (5)$$

$$\Delta \Phi_{\text{факт}} = 217 - 214,589 = 2,411 \text{ часа.}$$

Относительное высвобождение численности рабочих (Эч):

$$\text{Эч} = ВУТ б - ВУТ п \Phi_{\text{факт} б} \cdot Ч_1, \quad (6)$$

$$\text{Эч} = 2,405 - 0,214,589 \cdot 10 = 0,109.$$

Произведем расчет чистого экономического эффекта по формуле:

$$\text{ЧЭЭ} = \sum \text{Э}_t - \text{З}_t, \quad (7)$$

где

Э_t – предотвращенный ущерб, достигнутые на t -ом шаге расчета;

З_t – затраты, осуществляемые на этом шаге, включая капитальные вложения.

Чистый дисконтированный доход ЧДД (другие названия - ЧДД, интегральный эффект, Net Present Value, NPV), это накопленный дисконтированный эффект за расчетный период:

$$\text{ЧДД} = \sum_{t=0}^T (\text{Э}_t - \text{З}_t + \text{А}_t) \frac{1}{(1+E)^t} \quad (8)$$

где Э_t – результаты (эффекты, предотвращенный ущерб), достигнутые на t -ом шаге расчета;

З_t – затраты, осуществляемые на этом шаге, включая капитальные вложения;

А_t – амортизационные отчисления, осуществляемые на этом шаге; T – горизонт расчета;

E – норма дисконта.

Для оценки снижения размера выплаты компенсаций были использованы данные из Приложения 1.

Срок окупаемости рассчитаем по формуле:

$$T_{\text{ок}} = T - \frac{\text{ЧДД}_T}{\text{ЧДД}_{T+1} - \text{ЧДД}_T} \quad (9)$$

где T – год, в котором значение чистого дисконтированного дохода последний раз отрицательное;

ЧДД_T – последнее отрицательное значение чистого дисконтированного дохода в период времени T ;

Рассчитаем индекс доходности ИД:

$$\text{ИД} = \frac{\sum_{t=0}^T (\text{Э}_t + A_t)(1+E)^{t-1}}{\sum_{t=0}^T K_t(1+E)^{t-1}} \quad (10)$$

Годовая экономия материальных затрат (Эмз):

$$\text{Эмз} = \text{Рмз1} - \text{Рмз2} \quad (11)$$

Материальные затраты в связи с несчастными случаями:

$$\text{Рмз} = \text{ВУТ} \cdot \text{ЗПЛдн} \cdot \mu \quad (12)$$

Среднедневная заработная плата определяется по формуле:

$$\text{ЗПЛдн} = T_{\text{час}} \cdot T \cdot S \cdot (100\% + \text{кдоп}), \quad (13)$$

$$\text{ЗПЛдн} = 160 \cdot 8 \cdot 1 \cdot (100\% + 45\%) = 1876 \text{ руб.},$$

$$\text{Рмз1} = 2,411 \cdot 1876 \cdot 1,2 = 5427,643 \text{ руб.},$$

$$\text{Рмз2} = 0 \cdot 1876 \cdot 1 = 0 \text{ руб.},$$

$$\text{Эмз} = 5427,643 - 0 = 5\,427,643 \text{ руб.}$$

Годовая экономия за счет уменьшения затрат на выплату льгот и компенсаций за работу в неблагоприятных условиях труда:

$$\text{Эусл тр} = \text{Ч1} \cdot \text{ЗПЛгод1} - \text{Ч2} \cdot \text{ЗПЛгод2} \quad (14)$$

Среднегодовая заработная плата определяется по формуле:

$$\text{ЗПЛгод} = \text{ЗПЛдн} \cdot \text{Фпл} \quad (15)$$

где ЗПЛдн – среднедневная заработная плата одного работающего, руб.;

Фпл – плановый фонд рабочего времени 1 основного рабочего.

$$\text{ЗПЛгод д} = 1876 \cdot 217 = 407092 \text{ руб.},$$

$$\text{ЗПЛгод п} = 0 \cdot 217 = 0 \text{ руб.},$$

$$\text{Эусл.тр} = 4 \cdot 407088 - 0 \cdot 407088 = 1628425 \text{ руб.}$$

Годовая экономия по отчислениям на социальное страхование рассчитывается:

$$\text{Эстрах} = \text{Эусл.тр} \cdot \text{тстрах} \quad (16)$$

$$\text{Эстрах} = \text{Эусл.тр} \cdot \text{тстрах} = 1628425 \cdot 0,14 = 227979,5 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости единовременных затрат (Тед):

$$\text{Тед} = \text{Зед} \cdot \text{Эг} \quad (17)$$

Общий годовой экономический эффект (Эг) от мероприятий по улучшению условий труда представляет собой экономию приведенных затрат от внедрения данных мероприятий:

$$\text{Эг} = \text{Эмз} + \text{Эусл тр} + \text{Эстрах}, \quad (18)$$

$$\text{Эг} = 5427,643 + 1628368 + 227979,5 = 1861775,143 \text{ руб.},$$

$$\text{Тед} = 6253386 / 1861753,66 = 3,29 \text{ года.}$$

Коэффициент эффективности единовременных затрат (Еед):

$$\text{Еед} = 1 / 3,29$$

$$\text{Еед} = 1 / 3,29 = 0,29.$$

Общий годовой эффект от мероприятий по улучшению условий труда составил 1861775,143 рублей, срок окупаемости равен 3,29 годам. Это позволяет сделать вывод, что за 3,29 года мероприятия по улучшению условий труда окупятся и принесут свои результаты. В любом случае, затраты на совершенствование системы отопления помещений, являются инвестициями в человеческий потенциал, а это положительно влияет на успешность деятельности всей организации.

Выводы по разделу 3:

Меры для минимизации негативного воздействия своей деятельности на окружающую среду и предотвращения экологических чрезвычайных ситуаций включают мониторинг состояния окружающей среды на всей протяженности своей инфраструктуры. Основные мероприятия, направленные на защиту окружающей среды, включают:

- Контроль загрязнений: установка специальных контрольно-измерительных пунктов для регулярного мониторинга качества воды в реках и озерах, воздуха, почвы и других объектов окружающей среды в зонах влияния нефтепроводов;

- Профилактика аварийных ситуаций: строгое соблюдение правил и норм безопасности при эксплуатации нефтепроводов, своевременные меры по ремонту и замене устаревших участков инфраструктуры для предотвращения возможных аварийных ситуаций. Для осуществления профилактики несчастных случаев был установлен котел обогрева на одном из участков;

- Повышение энергоэффективности: регулярная модернизация оборудования и применение современных технологий для снижения потребления энергии и уменьшения выбросов парниковых газов. Установленный котел, согласно параграфу 3.2 имеет высокую эффективность;

Компания по нефтепереработке должна придерживается принципов ответственного и экологически безопасного ведения бизнеса, стремиться к постоянному совершенствованию своих технологий и процессов с учетом экологических аспектов, что позволит обеспечить стабильность поставок нефтепродуктов и одновременно сократить негативное воздействие на окружающую среду.

Заключение

В контексте энергосбережения жизненно важное значение имеет развитие надежных, жизнестойких и устойчивых цепочек поставок экологически чистой энергии. Каждой компании необходимо определить свою энергосберегающую стратегию в соответствии со своими сильными и слабыми сторонами, составив всеобъемлющую оценку текущего состояния производственной деятельности, охватывающую такую важную область, как добыча полезных ископаемых; а также производство и внедрение ключевых технологий, показать, как эти секторы могут развиваться в ближайшие десятилетия по мере достижения своих энергетических и промышленных целей; оценить возможности и потребности в создании надежных, жизнестойких и устойчивых стратегий энергосбережения в нефтяном промышленном секторе.

Технологические инновации оказывают положительное влияние на эффективность энергетических стратегий; они повышают эффективность за счет экономии дефицитных факторов производства и изменения доли предельного выпуска каждого фактора. Технологический прогресс был первоначально предложен Хиксом (1932), который считал, что технологический прогресс заключается в использовании избыточных производственных факторов для экономии дефицитных производственных факторов, и который разделил его на капиталосберегающий, трудосберегающий и нейтральный технологический прогресс. Технический прогресс изменил долю предельного выпуска каждого фактора и соотношение использования энергетических факторов к неэнергетическим факторам, тем самым повысив эффективность. Компании с высокой инновационной активностью предпочитают использовать энергосберегающие технологии для повышения эффективности, т.к.

технологические инновации оказывают значительное разнонаправленное влияние на эффективность.

Эффективность нефтедобывающей отрасли можно сравнивать только для процессов, включающих одни и те же ресурсы и продукцию. Действительно, нефтегазовые компании инвестировали и будут продолжать вкладывать значительные средства в повышение эффективности своей деятельности. Поскольку энергия составляет значительную часть общих затрат на эксплуатацию объектов, нефтегазовая отрасль имеет сильный финансовый стимул для экономии энергии.

Повышение энергоэффективности является главным приоритетом для нефтяной компании. В данной работе в качестве меры по энергосбережению был предложен расчет эффективности установки котла отопления с рекуператоров на одном из участков, который позволил обеспечить горячей водой и теплом работников участка для бытовых нужд, а также дал возможность быстрой разморозки трубопровода в экстренных случаях, обеспечил возможность более легкой и бюджетной пропарки устьев скважин, муфтовых соединений бурильных труб, бурового инструмента, позволил осуществлять сотрудникам мойку горячей водой поверхностей промышленного оборудования и транспорта, используемых на участке, осуществлять термopодогрев трубопровода и насосной установки.

Список используемых источников

1. Абросимов, А.А. Экология переработки углеводородных систем / А.А. Абросимов. - М.: Химиздат (Химия), 2020. - 359 с.
2. Александр, Феопенович Коробейников Геология. Прогнозирование и поиск месторождений полезных ископаемых 2-е изд., испр. и доп. Учебник для бакалавриата и магистратуры / Александр Феопенович Коробейников. - М.: Юрайт, 2020. - 263 с.
2. Альбов, М. Н. Опробование месторождений полезных ископаемых. Учебное пособие / М.Н. Альбов. - М.: Недра, 2020. - 240 с.
3. Арбузов, В. Н. Геология. Технология добычи нефти и газа. Практикум / В.Н. Арбузов, Е.В. Курганова. - М.: Юрайт, 2020. - 705 с.
5. Ахметов, С. А. Технология переработки нефти, газа и твердых горючих ископаемых / С.А. Ахметов, М.Х. Ишмияров, А.А. Кауфман. - М.: Недра, 2022. - 844 с.
4. Афонин Александр Михайлович "Энергосберегающие технологии в промышленности. Учебное пособие", издательство: Высшее образование: Бакалавриат, 2019, с. 271 ISBN: 9785000917213
5. Агибалова Наталья Николаевна "Технология и установки переработки нефти и газа. Свойства нефти и нефтепродуктов. Учебное пособие" Издательство: Лань, Серия: Учебники для вузов. Специальная литература м, 2020, 124 с. ISBN: 9785811442850
6. Бармин, И. В. Сжиженный природный газ вчера, сегодня, завтра / И.В. Бармин, И.Д. Кунис. - М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2021. - 256 с.
7. Борисович, В. Т. Научная организация и техническое нормирование труда на геологоразведочных работах / В.Т. Борисович. - М.: Недра, 2021. - 382 с.

8. Брюханов, О. Н. Газоснабжение / О.Н. Брюханов, В.А. Жила, А.И. Плужников. - Москва: СИНТЕГ, 2019. - 448 с.
9. Бушуев, В. В. Мировой нефтегазовый рынок: инновационные тенденции / В.В. Бушуев. - М.: Энергия, 2021. - 193 с.
10. Бушуев, В.В. Циклический характер конъюнктуры мирового нефтегазового рынка / В.В. Бушуев. - М.: Книга по Требованию, 2021. - 440 с.
11. Вадецкий, Ю. В. Бурение нефтяных и газовых скважин / Ю.В. Вадецкий. - М.: Академия, 2019. - 352 с.
12. Вадецкий, Ю. В. Бурение нефтяных и газовых скважин / Ю.В. Вадецкий. - М.: Академия, 2020. - 352 с.
13. Вержичинская, С. В. Химия и технология нефти и газа / С.В. Вержичинская, Н.Г. Дигуров, С.А. Синицин. - М.: Форум, 2020. - 400 с.
14. Вержичинская, С. В. Химия и технология нефти и газа. Учебное пособие / С.В. Вержичинская, Н.Г. Дигуров, С.А. Синицин. - М.: Форум, Инфра-М, 2019. - 416 с.
15. Воробьев, А. Е. Инновационные технологии освоения месторождений газовых гидратов / А.Е. Воробьев, В.П. Малюков. - М.: Издательство Российского Университета дружбы народов, 2021. - 296 с.
16. Гражданский кодекс РФ URL: <https://base.garant.ru/10164072/> (Дата обращения 25.03.2023)
17. Геология и геохимия горючих ископаемых. Часть 2. Твердые горючие ископаемые. - М.: КДУ, 2019. - 236 с.
17. Геофизические исследования скважин. - М.: Инфра-Инженерия, 2021. - 960 с.
18. Голик, В. И. Разработка месторождений полезных ископаемых. Учебное пособие / В.И. Голик. - М.: ИНФРА-М, 2022. - 136 с.

19. ГОСТ Р 51379-99 Энергосбережение. Энергетический паспорт промышленного потребителя топливно-энергетических ресурсов. Основные положения. Типовые формы.

20. Дзюба Анатолий Петрович, Семиколонов Александр Викторович Исследование мировых энергетических трендов, влияющих на развитие активных энергетических комплексов // Вестник Удмуртского университета. Серия «Экономика и право». 2023. №1

21. Евдокимов, А. В. Сборник упражнений и задач по маркшейдерскому делу / А.В. Евдокимов, А.Г. Симанкин. - М.: Издательство Московского государственного горного университета, 2020. - 304 с.

22. Елагина, О. Ю. Технологические методы повышения износостойкости деталей машин / О.Ю. Елагина. - М.: Логос, Университетская книга, 2019. - 218 с.

23. Ефимченко, С. И. Расчеты ресурса несущих элементов буровых установок. Учебное пособие / С.И. Ефимченко. - М.: Нефть и газ РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина, 2021. - 328 с.

24. Желтов, Ю. П. Разработка нефтяных месторождений. Учебник / Ю.П. Желтов. - М.: Недра, 2020. - 368 с.

25. Желтов, Ю.П. Разработка нефтяных месторождений / Ю.П. Желтов. - М.: ЁЁ Медиа, 2022. - 410 с.

26. Закожурников, Ю. А. Транспортировка нефти, нефтепродуктов и газа / Ю.А. Закожурников. - М.: ИнФолио, 2021. - 432 с.

27. Иванова, М. М. Нефтегазопромысловая геология и геологические основы разработки месторождений нефти и газа. Учебник / М.М. Иванова, Л.Ф. Дементьев, И.П. Чоловский. - М.: Альянс, 2019. - 424 с.

28. Илюшин П.Ю., Усенков А.В., Плотников В.А Комплексное моделирование и интегрированные операции в нефтяной промышленности.

Учебное пособие Издательство: Пермский национальный исследовательский политехнический университет Год издания: 2015 ISBN: 978-5-398-01496-9 Тип издания: учебное пособие, 354 с.

29. Капустин, В. М. Технология переработки нефти. Физико-химические процессы. В 4 частях. Часть 2 / В.М. Капустин, А.А. Гуреев. - М.: Химия, 2020. - 400 с.

30. Карнаухов, М. Л. Современные методы гидродинамических исследований скважин / М.Л. Карнаухов, Е.М. Пьянкова. - М.: Инфра-Инженерия, 2022. - 432 с.

31. Касаткин, Р.Г. Система морской транспортировки сжиженного природного газа из Арктики / Р.Г. Касаткин. - Москва: РГГУ, 2021. - 662 с.

32. Кашкаров, А. П. Современные био-, бензо-, и дизельгенераторы и другие полезные конструкции / А.П. Кашкаров. - М.: ДМК Пресс, 2019. - 849 с.

33. Камолов Н.К., Норхўжаева Н.Н. Меры по повышению энергоэффективности синхронных генераторов и двигателей // Экономика и социум. 2022. №6-1 (97).

34. Кожун А.С., Валитова Д.Р., Хафизов А.Р., Сафутдинова У.И. Повышение энергоэффективности установки первичной переработки нефти // Вестник ПНИПУ. Химическая технология и биотехнология. 2022. №1.

35. Лисенкова А.С. Реализация государственной политики в сфере топливно-энергетического комплекса в Ханты-мансийском автономном округе // Вестник науки. 2023. №1 (58).

36. Манукян М.М. Анализ основных причин возникновения технологических потерь нефти и особенности процесса управления инновациями в нефтегазовой отрасли // Вестник Самарского университета. Экономика и управление. 2021. №3.

37. Нагайцев Илья Александрович, Петрова Татьяна Викторовна
Направления развития технологий сокращения выбросов парниковых газов для
предотвращения климатических изменений // ЭПИ. 2022. №4.

38. Никифоров А.А., Никифорова В.Д., Ачба Л.В., Коваленко А.В.
Финансово-экономические аспекты энергосбережения и энергоэффективности в
РФ // Экономика и экологический менеджмент. 2022. №4.

39. Овакимян Марианна Сережаевна, Юсупов Герман Эльдарович
Энергетический кризис: нефтегазовый товароборот России в условиях
санкционного давления Запада // Российский внешнеэкономический вестник.
2022. №10.

40. Патент RU2011151455/28A2011-12-19Способ интеллектуального
энергосбережения на основе инструментального многопараметрового
мониторингового энергетического аудита и устройство для его осуществления

41. Патент . O'Grady et al.2017Infrared thermography technique as an in-
situ method of assessing heat loss through thermal bridging

42. Патент US20170176032A12017-06-22Virtual flow measurement system

43. Патент
C10G7/00 B01D3/14 URL:<https://patenton.ru/patent/RU2767243C1>

44. Патент RU 2 766 951 C1
URL:https://yandex.ru/patents/doc/RU2766951C1_20220316

45. Проворная И. В. Динамики углеродоёмкости экономики по
макрорегионам с использованием индекса интенсивности снижения
энергоёмкости // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2022. №4.

46. Проект Энергетической стратегии России на период до 2035 года
(Проект ЭС-2035). URL: http://www.energystrategy.ru/ab_ins/source/ES-2035_09_2015.pdf (Дата обращения 25.03.2023).

47. Приказ ФАС России от 26 июня 2012 г. № 415 «Об утверждении административного регламента Федеральной антимонопольной службы по исполнению государственной функции по осуществлению контроля за соблюдением законодательства Российской Федерации об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности организациями, обязанными осуществлять деятельность по установке, замене, эксплуатации приборов учета используемых энергетических ресурсов, требований о заключении и исполнении договора об установке, замене, эксплуатации указанных приборов, порядка его заключения, а также требований о предоставлении предложений об оснащении приборами учета используемых энергетических ресурсов» URL: <https://fas.gov.ru/documents/689060> (Дата обращения 25.03.2023).

48. Постановление Правительства Российской Федерации от 25 апреля 2011 года № 318 «Об утверждении Правил осуществления государственного контроля за соблюдением требований законодательства об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности, и о внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации» URL: <https://base.garant.ru/12185272/> (Дата обращения 25.03.2023).

49. Рагимова В.М. Понятие и классификация объектов нефтегазодобывающих производств // Вестник науки. 2020. №2 (23). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ponyatie-i-klassifikatsiya-obektov-neftegazodobyvayuschih-proizvodstv> (дата обращения: 11.05.2023).

50. Решетников А.В. Разработка проекта технического решения, направленного на улучшение техносферной безопасности // Экономика и социум. 2023. №2 (105).

51. Ростехнадзор: Приказ от 31.01.2023 №24 "О внесении изменений в федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности

"Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности", утвержденные приказом Ростехнадзора от 15 декабря 2020 г. № 534.

52. Сайдахмедов Элёрбек Эгамбердиевич, Шафиев Рустам Умарович Пути обеспечения ресурсаи энергосбережения при обустройстве месторождений нефти с трудноизвлекаемыми запасами // Научный журнал. 2022. №2 (64).

53. Сахабутдинова Индира Ильдаровна Управление экономической эффективностью мероприятий по повышению энергосбережения на нефтегазодобывающем предприятии (на примере ООО «БАШНЕФТЬ-ПОЛЮС») // Столыпинский вестник. 2022. №4.

54. Строительство нефтегазопромысловых объектов. Учебное пособие. Переизд. Авторы В.Д. Гребнев, Д.А. Мартюшев Г.П. Хижняк,; Перм. нац. исслед. политехн. ун-т. Пермь, 2021. - 115 с.

55. Тимонина Виктория Ивановна Энергосбережение и энергоэффективность как показатели достижения энергобезопасности в стране // Теоретическая экономика. 2022. №1 (85).

56. ФЗ РФ № 28 «Об энергосбережении» от 03.04.1996 URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/9129> (Дата обращения 25.03.2023).

57. ФЗ РФ от 23.11.2009 № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ» URL: <http://www.uev.ru/potr/normadoc/> (Дата обращения 25.03.2023).

58. Цыпленков С.В., Агафонов Е.Д. Концепция комплексной системы контроля энергоэффективности механизированной добычи нефти // Известия вузов. Проблемы энергетики. 2021. №4.

59. Шинкевич А.И., Малышева Т.В., Иванова Л.Н. Мониторинг процессов энергосбережения в производственных системах на основе

математической статистики // Известия Самарского научного центра РАН. 2021. №4.

60. Энергетическая стратегия России до 2030 г. (ЭС-2030), утвержденная Распоряжением Правительства РФ № 1715-р от 13.11.2009 г. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/96681/> (Дата обращения 25.03.2023).

61. Энергосбережение и инновационные технологии в топливно-энергетическом комплексе: материалы Национальной с международным участием научно-практической конференции студентов, аспирантов, ученых и специалистов / отв. ред. А. Н. Халин. – Тюмень: ТИУ, 2020. – Текст: непосредственный. Том II. – 253 с.

62. Dong, L.; Sun, D.; Han, G.; Li, X.; Hu, Q.; Shu, L. Velocity-Free Localization of Autonomous Driverless Vehicles in Underground Intelligent Mines. *IEEE Trans. Veh. Technol.* 2020, 69, 9292–9303.

63. Fuchs, H.; Aghajanzadeh, A.; Therkelsen, P. Identification of Drivers, Benefits, and Challenges of ISO 50001 through Case Study Content Analysis. *Energy Policy* 2020, 142, 111443.

64. Jabbour, A.B.L.D.S.; Júnior, S.A.V.; Jabbour, C.J.C.; Filho, W.L.; Campos, L.S.; de Castro, R. Toward Greener Supply Chains: Is There a Role for the New ISO 50001 Approach to Energy and Carbon Management? *Energy Effic.* 2017, 10, 777–785.

65. Rampasso, I.S.; Filho, G.P.M.; Anholon, R.; de Araujo, R.A.; Lima, G.B.A.; Zotes, L.P.; Filho, W.L. Challenges Presented in the Implementation of Sustainable Energy Management via ISO 50001:2011. *Sustainability* 2019, 11, 6321.

66. Wan, J.; Li, J.; Hua, Q.; Celesti, A.; Wang, Z. Intelligent equipment design assisted by Cognitive Internet of Things and industrial big data. *Neural Comput. Appl.* 2020, 32, 4463–4472.

Приложение А

Данные для расчета экономических показателей эффективности

Таблица А.1 – Данные для расчета экономических показателей эффективности

Показатель	Обозначение	Измерение	Перед внедрением мероприятий по ОТ	После внедрения мероприятий по ОТ
Ставка рабочего	Сч	Руб/час	160	160
Коэффициент доплат за профмастерство	Кпф	%	45	45
Коэффициент соотношения основной и дополнительной заработной платы	кД	%	20	20
Норматив отчислений на соцнужды	Носн	%	30,2	30,1 4
Продолжительность рабочей смены	Тсм	час	8	8
Количество рабочих смен	S	шт	1	1
Временная утрата трудоспособности	ВУТ	-	2,41 1	0
Коэффициент материальных затрат в связи с несчастным случаем	μ	-	1,2	1
Единовременные затраты		Руб.	-	5 234 744
Численность занятых, работающих в условиях, которые не отвечают нормативно-гигиеническим требованиям		Чел.	4	0