

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)

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

(направленность (профиль))

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ)

на тему «Энергосберегающие технологии в нефтегазовом комплексе»

Обучающийся

В.В. Рахов

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Научный
руководитель

к.т.н., доцент, Е.А. Татаринцева

(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)

Тольятти 2024

Содержание

Введение.....	3
Термины и определения	10
Перечень сокращений и обозначений.....	11
1 Концептуальные основы применения энергосберегающих технологий в нефтегазовом комплексе.....	12
1.1 Основные направления применения энергосберегающих технологий в нефтегазовом комплексе.....	12
1.2 Основные принципы энергосбережения в нефтегазовом комплексе	21
2 Энергосберегающие технологии в нефтегазовом комплексе.....	33
2.1 Сравнительный анализ отечественных и зарубежных технологий энергосбережения.....	33
2.2 Нормативно-методическое сопровождение внедрения энергосберегающих технологий в нефтегазовом комплексе	46
3 Совершенствование системы мероприятий по обеспечению энергосберегающих технологий в нефтегазовом комплексе.....	57
3.1 Оценка влияния внедрения энергосберегающих технологий на экономические параметры продукции.....	57
3.2 Анализ и оценка эффективности предлагаемых мероприятий по обеспечению техносферной безопасности в организации.....	69
Заключение	75
Список используемых источников.....	77
Приложение А. Показатели эффективности предприятия	81
Приложение Б. Показатели энергоэффективности производства.....	82
Приложение В. Оценка энергоэффективности производства	83

Введение

Актуальность и научная значимость настоящего исследования определяется тем, что развитие экономики в Российской Федерации непосредственно связано с повышением энергетической эффективности и способности конкурировать на мировом рынке промышленных компаний. Ключевое значение в этом процессе играют предприятия топливно-энергетической сферы, в аспекте их способности к добыче и переработке углеводородов, что существенно для производства энергетических ресурсов. Это ставит перед собой задачу наращивания экономических выгод и переход к устойчивому развитию, которое оценивается через результативность данных предприятий. В наибольшей степени к категории главенствующих промышленных объектов относятся предприятия нефтегазовой, тепло- и электроэнергетики, а также те, что функционируют в сфере торфяной и угольной индустрии.

Природные энергетические ресурсы Российской Федерации включают в себя одни из наиболее значительных резервуаров углеводородов, размещенных глобально. Эти запасы насчитывают приблизительно 6% мировых объемов нефти и свыше 23% запасов газа. «На нефтегазовую отрасль приходится стратегическая роль в экономическом пространстве страны, утверждая ее как фундаментальную составляющую экономики России. Удельная энергоемкость, ключевой фактор, влияющий на операционную эффективность и энергетическую продуктивность в этом секторе, заслуживает особого внимания при анализе работы нефтегазовых компаний» [12].

В настоящее время, значительные усилия направлены на оптимизацию потребления энергетических ресурсов в промышленности России. Проявляется это в рамках становления институциональной системы, где ключевую роль играют регулятивные меры на различных уровнях управления. Энергоемкость производства остается в центре внимания с целью достижения более высоких показателей эффективности и экономии.

В числе принципиальных правовых актов, направленных на стимулирование снижения энергопотребления, выделяются документы федерального уровня. Примером могут служить следующие: Указ Президента РФ «О некоторых мерах по повышению энергетической и экологической эффективности российской экономики», цель которого – улучшение энергетической и экологической эффективности экономики страны; а также закон «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ», определяющий вопросы энергосбережения и акцентирующий внимание на росте энергетической эффективности, предполагающий модификации в существующем законодательстве. Это привело к разработке комплекса нормативно-правовых актов на местном и федеральном уровнях, олицетворяющих государственную стратегию в данной отрасли. Сфера энергетической экономики активно развивается через систему законодателя.

Для снижения энергоемкости предприятий, оперирующих в разнообразных экономических секторах, необходимо осуществление современного методологического подхода, позволяющего оценить энергоэффективность в нефтегазодобыче.

Объект исследования: нефтегазовый комплекс РФ.

Предмет исследования: энергосберегающие технологии в нефтегазовом комплексе.

Цель исследования: провести анализ энергосберегающих технологий и разработать направления по совершенствованию системы мероприятий по обеспечению энергосберегающих технологий в нефтегазовом комплексе.

Гипотеза исследования состоит в том, что система мероприятий по обеспечению энергосберегающих технологий будет более эффективна, если:

- будут проанализированы основные направления применения энергосберегающих технологий;
- предложены варианты нормативно-методического сопровождения внедрения энергосберегающих технологий в нефтегазовом комплексе;

– внедрены решения по повышению уровня энергоэффективности на предприятии нефтегазовой отрасли и оценена их эффективность.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- определить основные направления применения энергосберегающих технологий в нефтегазовом комплексе;
- установить специфику основных принципов энергосбережения в нефтегазовом комплексе;
- провести сравнительный анализ отечественных и зарубежных технологий энергосбережения;
- выделить особенности нормативно-методического сопровождения внедрения энергосберегающих технологий в нефтегазовом комплексе;
- оценить влияние внедрения энергосберегающих технологий на экономические параметры продукции;
- провести анализ и оценку эффективности предлагаемых мероприятий по обеспечению техносферной безопасности в организации.

Теоретико-методологическую основу исследования составили работы российских авторов. И. И. Абдрахманов «рассматривал проблемы нефтегазового комплекса мира» [1]; О. Ф. Глаголева и В. М. Капустина «исследовали современные российские образовательные программы менеджмента в нефтегазовой отрасли» [6]; Е. Е. Грибов «изучал регулирование нефтегазового сектора экономики: государственный и корпоративный аспекты» [9]; С. С. Козлова «предлагала методики определения показателей энергоэффективности нефтеперерабатывающих предприятий» [12]; Р. М. Мухутдинов «исследовал организационно-экономический механизм повышения энергоэффективности нефтегазовых предприятий на основе энергетического аудита» [15]; А. С. Овчинников «изучал управление знаниями в нефтегазовых компаниях» [18]; В. А. Путинцев «выявил роль и место российских компаний в мировой нефтегазовой промышленности» [22];

И. О. Санникова «исследовала проблемы управления нефтегазовыми компаниями на основе потенциала» [23].

Базовыми для настоящего исследования явились также работы зарубежных исследователей в области нефтегазового комплекса и повышения его энергоэффективности.

Методы исследования: анализ документов, в т.ч. программ энергосбережения и энергоэффективности, сравнительный анализ, индукция, классификация.

Опытно-экспериментальная база исследования включает российские предприятия нефтегазовой отрасли.

Научная новизна исследования определяется тем, что подчеркивается значимость эффективного использования ресурсов в организациях топливно-энергетического комплекса, что, в свою очередь, связано с актуальностью системы управления энергоэффективностью. Из анализа вытекает заключение о необходимости организовать систему, способствующую росту энергоэффективности через авторские методики, в том числе по группе показателей. В исследовании предлагается методика расчета интегрального показателя энергоэффективности производства, позволяющего оценить компанию в сравнении с конкурентами или лидерами рынка и выявить «узкие» места. Предложенные методические подходы опробованы на примере газодобывающего производства, проведенный анализ позволил выявить основные проблемы в области управления энергоэффективностью на уровне Компании и предложить направления по обеспечению техносферной безопасности.

Теоретическая значимость исследования заключается в:

- выражении ключевой роли регулирования нормативно-методического регулирования в области энергоэффективности и энергосбережения;
- обобщении передового отечественного и зарубежного опыта управления развитием энергоэффективности на нефтегазовых предприятиях;

– анализе различных программ по повышению энергоэффективности на нефтегазовых предприятиях.

Практическая значимость исследования выражается в анализе эффективности различных программ, направленных на повышение энергоэффективности предприятий. Предложена модель системы энергетического менеджмента, разработаны рекомендации по повышению энергоэффективности и оценена экономическая эффективность проекта.

Достоверность и обоснованность результатов исследования обеспечивались:

- применением нормативно-методической документации в сфере энергоэффективности и энергосбережения;
- сравнительным анализом различных программ по повышению энергоэффективности и оценкой их результативности.

Личное участие автора в организации и проведении исследования состоит в проведении сравнительного анализа в области известных на момент исследования технологий и методов повышения энергоэффективности и энергосберегающих технологий.

Апробация и внедрение результатов работы велись в течение всего исследования. Его результаты докладывались на следующих конференциях: научные исследования студентов: от теории к практике (Международная научно-практическая конференция), август 2024 г., Пермь.

На защиту выносятся следующие результаты:

- основные направления применения энергосберегающих технологий в нефтегазовом комплексе включают технологические процессы с высокой степенью первоначальной обработки используемого сырья. Для достижения оптимальных результатов в плане сокращения потребления энергии необходима его детальная подготовка, учитывающая химические характеристики, а также физическое состояние, включающее степень очистки от отходов;

- основные принципы энергосбережения в нефтегазовом комплексе включают выбор оптимального вида сырья, комбинирования процессов, установок и производства, а также совершенствование технологии с целью снижения удельной энергоемкости;
- сравнительный анализ отечественных и зарубежных технологий энергосбережения показывает, что в России, в основном, в целях совершенствования технологии энергосбережения используют энергию охлаждения, горения, теплообменники. Большое внимание уделяется замене старого промышленного оборудования на новое, и лишь немного – получению энергии из отходов альтернативных источников энергии. Опыт других стран показывает, что должна формироваться регламентированная политика в области улучшения показателей использования энергии, строительства на базе новейших энергетических технологий и продвижение возобновляемой энергии (пример, Германии, Японии);
- в результате проведенного анализа нормативно-методических подходов к оценке на нефтегазовом предприятии автором предложен набор показателей для оценки управления энергоэффективностью, сгруппированных в пять групп: управление энергоэффективностью, финансирование энергоэффективности, экономическая эффективность, персонал, эксплуатация основных фондов. Предложенная автором система показателей дополнена интегральным показателем энергоэффективности;
- по результатам анализа на предприятии сформированы три основных направления повышения энергоэффективности: внедрение энергоэффективных технологий, развитие компетенций персонала в области энергоэффективности и энергосбережения, обеспечение основными производственными фондами;
- после реализации всех предложенных направлений интегральный показатель управления энергоэффективностью предприятия (при условии

отсутствия прогресса компаний-лидеров) составит 79,11 ед. Таким образом, предложенный комплекс мероприятий по повышению энергоэффективности производства предприятия нефтегазовой сферы позволяет добиться снижения удельного энергопотребления и повышения техносферной безопасности.

Структура магистерской диссертации. Работа состоит из введения, трех глав (разделов), заключения, содержит 22 рисунка, 9 таблиц, список использованной литературы (34 источника), 3 приложения. Основной текст работы изложен на 80 страницах.

Термины и определения

В настоящей работе применяют следующие термины с соответствующими определениями.

Аудит – «процедура независимой проверки и оценки отчётности, данных учёта и деятельности организации, а также системы, процесса, проекта или продукта» [15].

Международный стандарт ISO – «документ, устанавливающий требования, спецификации, руководящие принципы или характеристики, в соответствии с которыми могут использоваться материалы, продукты, процессы и услуги, которые подходят для этих целей» [16].

Нефтегазовый комплекс – «обобщённое название группы отраслей по добыче, транспортировке и переработке нефти (нефтяная промышленность) и газа (газовая промышленность), а также по распределению продуктов их переработки» [18].

Принцип – «руководящее положение, основное правило, установка для какой-либо деятельности» [9].

Техносферная безопасность – «защита окружающей среды от промышленной деятельности человека, а также обеспечение безопасности работников в организациях и предприятиях в сфере промышленности, строительства, транспортных организаций, сельхозпредприятий и т.п.» [17].

Трубопровод – «инженерно-техническое сооружение, предназначенное для транспортировки различных веществ» [19].

Энергетические ресурсы – «различные источники разнообразных видов энергии, доступные для промышленного и бытового использования» [19].

Энергосберегающие технологии – «промышленные и бытовые процессы, призванные сократить потребление энергетических ресурсов и материалов на единицу продукции или производство источника энергии» [19].

Энергоэффективность – «эффективное (рациональное) использование энергетических ресурсов» [16].

Перечень сокращений и обозначений

В настоящей работе применяют следующие сокращения и обозначения:

АО – акционерное общество;

ВИЭЭ – возобновляемые источники энергии

ВЭР – вторичные энергетические ресурсы

ЕС – Европейский Союз;

ИЭЭ – индекс энергоэффективности;

КПД – коэффициент полезного действия;

МО – муниципальное образование;

СИЗ – средства индивидуальной защиты;

СКЗ – средства коллективной защиты;

СОУТ – Специальная оценка условий труда;

СП – Свод правил;

ТЭК – топливно-энергетический комплекс;

ТЭР – топливно-энергетические ресурсы;

УЭП – удельное энергопотребление;

ФЗ – Федеральный закон.

1 Концептуальные основы применения энергосберегающих технологий в нефтегазовом комплексе

1.1 Основные направления применения энергосберегающих технологий в нефтегазовом комплексе

Повышение эффективности использования энергии, а также мероприятия по сокращению энергопотребления имеют ключевое значение для индустрии нефти, транспорта и разнообразных секторов экономики. В контексте вновь очерченной экологической концепции развития и улучшения состояния окружающей среды, «направленной на уменьшение эмиссии вредных продуктов горения, содержащих углерод, это особо актуально. Комплексный подход, включающий целый спектр мероприятий по оптимизации, находит свое применение для усиления энергетической эффективности на нефтеперерабатывающих заводах» [20].

Текущее потребление энергии в мире постоянно растет и, согласно прогнозам, будет расти и дальше (рисунок 1).

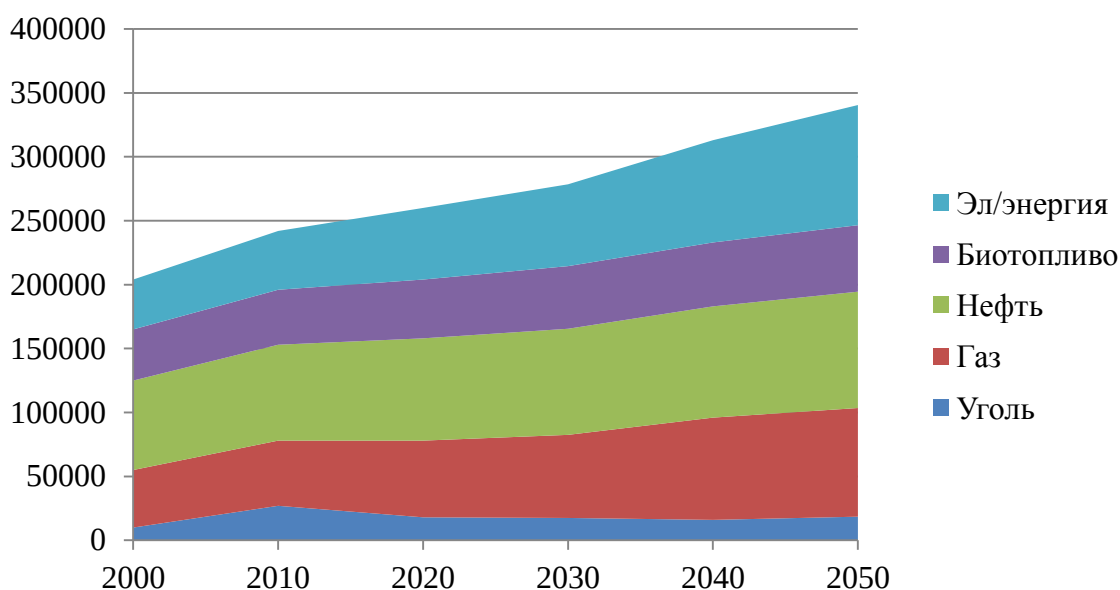


Рисунок 1 – Прогноз мирового энергопотребления, ПДж

«В 2022 году доля возобновляемых источников энергии в производстве электроэнергии составила 34 %, вместе с ядерной энергетикой – 39 %» [14].

«В силу сложившихся в 2020 г. пандемических условий, глобальный баланс предложения и спроса испытал значительные нарушения.

Тем не менее, общий консенсус среди специалистов указывает на то, что говорить о пике потребления нефтяных ресурсов пока не приходится. По данным Международного энергетического агентства, мировой спрос на энергию к 2040 году увеличится на 30 %, в связи с чем проблема сбережения энергии приобретает все большее значение» [12].

Слова «энергоэффективность» и «энергосбережение» часто упоминаются вместе. Эффективное использование ресурсов подразумевает достижение поставленных целей при затрачивании сокращенного объема энергии. Такой подход часто катализирует энергосбережение: уменьшение употребления ресурсов или полный их неприменение.

Следует подчеркнуть, что, хотя связь между эффективностью и сбережением нельзя отрицать, эти концепции различаются.

Ключевым нормативным документом в данной области является ISO 50001 – международный регламент, нормализующий критерии энергетической эффективности в различных секторах.

Промышленные предприятия, занимающие почти 40% в заборе первичных энергоносителей и в выбросе парниковых газов на планете ежегодно, оказались в центре внимания при введении данной нормы.

Экономия энергетических ресурсов означает реализацию действий, сосредоточенных на сокращении их расхода, сохраняя при этом предполагаемую функциональность применения.

Современные методы энергосбережения определяются концептуальными положениями, зафиксированными в основополагающем Федеральном законе № 261-ФЗ от 23.11.2009 «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» [16].

В анализе потребления энергетических ресурсов в различных сферах, таких как промышленный и бытовой секторы, используются единицы измерения, такие как условное топливо и нефтяной эквивалент. Это обеспечивает стандартизацию оценки энергетического потребления.

Все источники энергии оцениваются величиной удельной энергоемкости, или калорийности (таблица 1).

Таблица 1 – Энергетические эквиваленты горючих ископаемых

«Вид горючего ископаемого	Удельная энергоемкость, Q, ГДж/т	Условное топливо (у.т.), т/т	Нефтяной эквивалент (н.э.), т/т
Уголь каменный	27,6	0,95	0,66
Уголь бурый	13,8	0,47	0,54
Нефть	41,9	1,44	1,0
Природный газ	37,7 ГДж/1000 м ³	1,3/1000 м ³	0,9т/1000 м ³
Условное топливо	29,0	1,00	0,70» [15]

«Кондиционное топливо определяют как эталонное, по своим характеристикам равнозначное каменному углю или нефтяному коксу. Этот эталон обладает удельной энергоемкостью величиной 29 ГДж/1т.

В контексте прочих источников энергии, значимость ядерной энергии выделяется её высочайшей эффективностью: 1 кг урана-235 имеет теплотворную способность в 3 млн. раз выше, чем 1 кг у.т. Однако атомные электростанции требуют особых мер безопасности» [28].

«Удельная энергоемкость Q природного газа = 52,6 ГДж/т. Большое внимание привлекает и водородная энергетика, не только как эффективная (Q водорода 119,7 ГДж/т), но и экологичная» [28].

В контексте устойчивого развития, мировое сообщество фиксирует значительные темпы прогресса в направлении безуглеродной энергетики, причем диверсификация энергоисточников осуществляется неоднородно в различных регионах.

Маркетинговая активность, связанная с производством и распространением транспортных средств, работающих на водородных

энергоносителях, выявляет повышенный интерес и развитие этого направления в автомобильной индустрии.

Энергетическая интенсивность ВВП является индикатором эффективности использования ресурсов в экономике государства. Она выражается в количестве килограммов или тонн условного топлива (т.у.т.). «В соответствии с данными статистики энергоемкость мировой экономики за период с 1971 по 2012 годы снизилась на 32 %, а на период до 2040 год прогнозируется ее сокращение еще на 44% » [27].

В 2015 году индекс энергоэффективности экономики Российской Федерации занимал 44-ю строчку в международном классификаторе, оценивающем энергопотребление относительно валового внутреннего продукта стран.

Относительно высокий уровень энергозависимости российской экономики частично обусловлен уникальностью климатических реалий, в рамках которых она вынуждена функционировать. «80% Российской Федерации относится к северным территориям.

Свыше 40 – 45% затрат тепловой энергии направлялось на отопление и горячее водоснабжение» [21]. Тем не менее, очевидно, что «энергоресурсы требуют рационального использования в промышленной сфере и сфере быта для обеспечения их сбережения и экономичного расходования» [24].

Вместе с ТЭК, на который «приходится 4 % потребления энергии, распределение энергии по отраслям следующее: коммунально-бытовой сектор – 23%, промышленность и строительство – 20%, транспорт – 10%» [12]. Согласно оценке Европейской комиссии, «строительство новых эффективных ТЭЦ и повышение эффективности большинства действующих ТЭЦ до среднего КПД в 51,5% в 2020 году приведет к уменьшению годового потребления 15 млрд. м³ природного газа и 25 млн. тонн угля» [24].

«Энерготопливные запасы являются ключевой статьей затрат для предприятий, работающих в области переработки нефти и газа. Порядка 68% энергоресурсов в нефтепереработке потребляется в качестве топлива, 26% –

теплоэнергии и 7% – электроэнергии. В нефтехимии доля топлива и теплоэнергии составляет соответственно 42 и 46%» [24].

«Уровень полезного использования потребляемых НПЗ энергоресурсов составляет 23-26%, а 74-77 % теряется (14-16% с дымовыми газами, 48-52% с охлаждающей водой и воздухом и 8-12% в окружающую среду)» [24]. Соответственно, значительная часть промышленных предприятий определяет как приоритетное направление деятельности редукцию издержек на энергоресурсы, что ведет к более низкой себестоимости изготавливаемой продукции.

В результате аналитической оценки производительности оборудования, задействованного в процессах нефтепереработки, было установлено, что максимальный уровень потерь наблюдается у трубчатых печей. Совершенно ясно, что «основной потенциал экономии (90%) заключается в самих технологических процессах, особенно в схеме рекуперации тепла» [19].

«Оптимизация схем рекуперации теплоты обуславливает сокращение энергетических затрат на работу промышленных печей и парогенераторов, а равно и охлаждающих устройств водной и аэродинамической природы. За счет этого снижение потребления энергоносителей может составить 10-20% (а в отдельных случаях – до 40-50%) от начального энергопотребления» [11].

Объединение нескольких технических процессов в масштабных и высокомоощных комбинированных системах усиливает общий КПД за счёт исключения повторных процедур нагревания и охлаждения различных фракций и промежуточных продуктов.

На российском уровне необходимо выделить прогресс в области конструирования фундаментальных моделей комбинированных установок генерации следующего эшелона. Этот курс направлен на адаптацию топливных и энергетических активов более продуктивно, содействуя сокращению общих энергопотерь.

Преобразование советских нефтеперерабатывающих заводов в декадах 70-80-х осуществлялось путем запуска усовершенствованных агрегатов,

способствующих оптимизации как капитальных, так и эксплуатационных расходов. Это обновление было направлено на эскалацию производительности за счёт эксплуатации объединённых и увеличенных по мощности установок, которые были выпущены в производство в указанный период. В результате увеличения мощности установки «только в два раза, укрупнения основного оборудования и применения нового принципа компоновки удельные капиталовложения уменьшились на 30 %, а эксплуатационные затраты – на 28%» [12].

Потребление энергии технологическими трубчатыми печами Омского НПЗ, являющееся значимым фактором производственной деятельности завода, действительно преобладает над энергетическими потребностями одной из крупнейших ТЭЦ, задача которой – снабжение необходимой энергией всего комплекса.

Указанный завод отличается от других предприятий отрасли уникальной комбинацией технического оснащения, масштабов производственных процессов и объема выпускаемой продукции.

Высокотехнологичный комплекс «Евро +» на территории Московского нефтеперерабатывающего завода предназначен для замещения пяти морально и технически устаревших установок, став тем самым созвездием новейших промышленных систем на месте давнего производства. Смена поколений производственных объектов ознаменована одновременным выводом из эксплуатации неперспективных единиц и вводом амбициозных индустриальных комплексов.

«Следствием применения передового комплекса стало усовершенствование факторов энергоэффективности Московского НПЗ: значительное увеличение глубины и объема переработки нефти» [12], повышение выхода ценных нефтепродуктов и одновременное сокращение отрицательного воздействия на природную среду.

Технологическое оснащение сочетает в себе инновационные цифровые решения, высокую степень автоматизации процессов, отличающуюся в

отрасли, и использование последних достижений в области переработки углеводородов. В ходе разработки была также учтена необходимость оптимизации потребления ресурсов и их сбережения.

Для продвижения вопроса сохранения энергетических ресурсов и оптимизации их использования на объектах, занимающихся переработкой и химической обработкой нефтяного сырья, назрела необходимость реализовать инновационные методики снижения затрат энергии.

Особое внимание требуется уделить подбору и внедрению стратегий, направленных на минимизацию расходования энергоносителей, что актуально как для эксплуатируемых промышленных объектов, так и для тех, что находятся в процессе строительства.

Акцент на снижение энергетических потерь предполагает использование ряда ключевых подходов (рисунок 2).

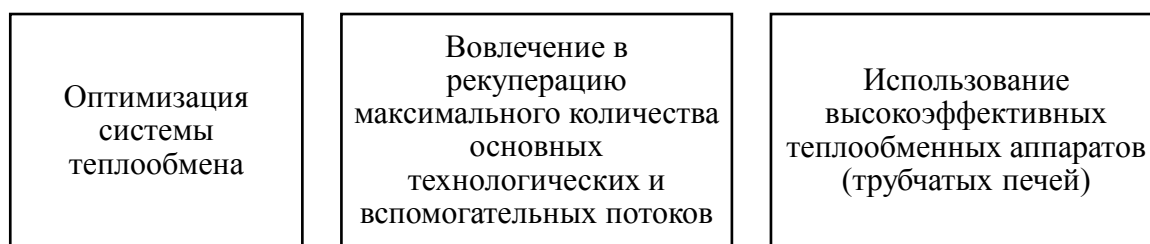


Рисунок 2 – Способы экономии энергоносителей

Основанный на идеях сжатия и сужения потоков, методология пинч-анализа позволяет проводить сравнения оценок энергоэффективности. Это подход, предназначенный для нахождения оптимального минимума использования энергии в процессах.

«Пинч-анализ» осуществляет эту задачу за счет совершенствования системы возврата тепла и эффективного подбора методов подвода энергии. Такой анализ также известен под различными наименованиями, включая, но не

ограничиваясь, тепловой интеграцией, энергетической интеграцией или просто пинч-технологиями» [13].

Необходимо акцентировать внимание на том, что качество функционирования теплообменной аппаратуры и прочего соответствующего оборудования напрямую связано с коллоидной природой используемых материалов.

Особую значимость этот аспект приобретает при рассмотрении применения тяжелых компонентов и асфальтосмолистых концентратов, обуславливающих эффективность тепло- и массообмена и, в свою очередь, способствующих энергосбережению.

Итак, можно сформулировать следующие основные способы энергосбережения:

- «подготовка сырья путем различных внешних воздействий, прежде всего оптимального смешения соответствующих компонентов для достижения максимальной однородности смеси, что позволит повысить эффективность нагрева и продлить срок службы нагревательной аппаратуры без заметного ее закоксовывания;
- снижение времени прохождения сырья через змеевики печи, что уменьшает расход топлива;
- применение современного эффективного неразрушающего гидромеханического способа очистки труб печи (как внутри, так и снаружи);
- снижение потерь тепла с дымовыми газами и газами регенерации катализаторов;
- предварительный подогрев воздуха горения для печей и для регенерации катализаторов;
- снижение теплопотерь от стенок технологических аппаратов (печей, реакторов и др.) в окружающую среду;

- совершенствование конструкции теплообменников и реакторов, форсунок ввода сырья в узлы его смешения с катализатором, а также жидкого топлива в форсунки печей;
- улучшение рекуперации тепла потоков ректификационной колонны;
- минимизация потребления энергии процессов путем расчета необходимого минимума ее потребления и его достижения через оптимизацию схемы рекуперации тепла, а также методов подвода энергии» [17].

«Промышленные установки в России обладают немалым потенциалом для усовершенствования использования энергетических ресурсов. Для достижения наивысшего уровня энергоэффективности, важно определить наиболее оптимальные пути консервации энергии, специфические для каждого предприятия. Это относится ко всем отраслям, будь то нефтепереработка, газопереработка, или нефтехимия» [24].

Неоценимую роль в этом процессе играют квалифицированные профессионалы, обладающие глубоким пониманием всех элементов системы и способные выявить наиболее эффективные методы снижения энергопотребления.

В данном разделе были рассмотрены возможности для сокращения потребления энергетических ресурсов в отрасли добычи нефти и газа. Тщательный анализ применения энергоэффективных технологий, представленных в различных сценариях, указывает на их значимость для сектора.

Подготовка сырья, особенно тщательное очищение от примесей и детальное изучение его физико-химических характеристик, выступает неотъемлемым условием для повышения производительности и существенного снижения энергетических расходов.

1.2 Основные принципы энергосбережения в нефтегазовом комплексе

Острота вопроса об эффективности использования энергоресурсов и топливных материалов в химическом и нефтехимическом секторах усматривается в контексте поиска путей затратной оптимизации продукции. «С целью сокращения себестоимости, промышленные компании стремятся к реализации комплексных мер, направленных на экономию энергетических ресурсов. Эта задача предполагает развертывание энергосберегающей стратегии, которая претворяется в жизнь последовательными действиями» [9]. Основные принципы энергосбережения применительно к нефтепереработке и нефтехимии целесообразно разбить на две основных группы (рисунок 3).



Рисунок 3 – Основные принципы энергосбережения

Изучение разнообразия сырьевых источников представляет собой ключевой этап поиска стратегий для оптимизации энергопотребления на промышленном уровне. В целях улучшения производительности без потери качества выходной продукции, анализ энергетической эффективности различных методов оказывается неизбежным. Рассматривая альтернативные процедуры создания однородных изделий, первостепенное значение имеет критический осмотр затрат энергии на каждом этапе производства. Результатом вдумчивого анализа становится выбор наилучшего процесса, катализирующего понижение уровня энергозатрат.

Сырье, применяемое в процессах нефтепереработки и нефтехимии, должно обеспечивать выполнение следующих показателей (рисунок 4).

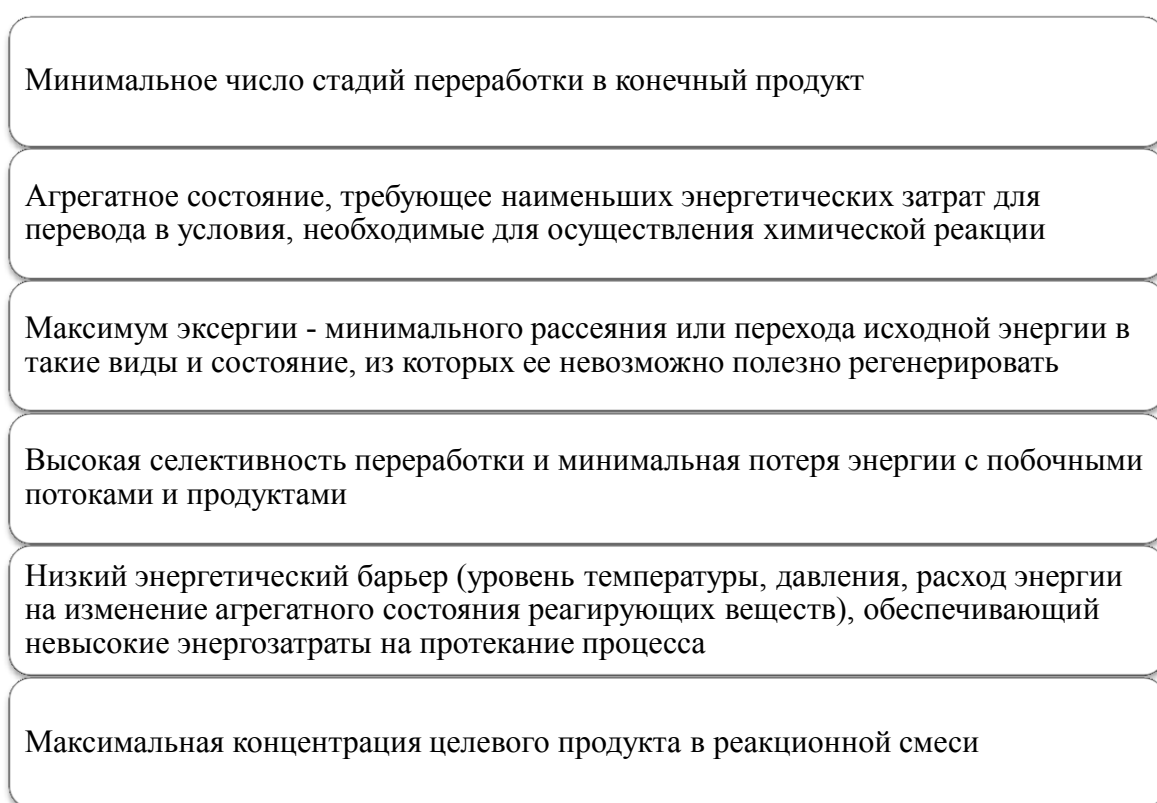


Рисунок 4 – Критерии эффективности используемого сырья

Неоспоримо, надлежащее рассмотрение химических свойств и физической кондиции, в частности чистоты, имеют первостепенное значение

для уменьшения энергетических расходов на стадии производства. Именно избирательный подбор и адаптация первичных ресурсов в соответствии с упомянутыми атрибутами проливают свет на общие энергетические издержки последующих технологических операций. Таким образом, глубокая проработка сырья предшествует эффективному функционированию технологических циклов, обеспечивая значительные преимущества в энергетическом аспекте.

Так, например, «подготовка сырья для производства ароматических углеводородов (гидроочистка, четкое фракционирование) позволяет снизить суммарные энергетические затраты на 23%» [22].

«Сегодня около 85% промышленных процессов в области переработки нефти и нефтехимии протекает в присутствии катализаторов» [24]. «Применение передовых катализаторов с высоким уровнем активности, селективности и стабильности приводит к прогрессивному уменьшению затрат энергии в области химического производства.

Эффективность энергопотребления улучшается благодаря инновационным каталитическим системам, способствующим оптимизации процессов.

Так, в процессе риформинга при повышении селективности катализатора на 1% энергозатраты снижаются на 1,8%, при повышении его активности на 1 % – на 2,9%» [27].

«Применение гомогенных катализаторов способно существенно минимизировать затраты энергии за счет усиления интенсивности каталитических реакций. Элиминируется необходимость в высокотемпературных условиях, обычно требуемых при использовании гетерогенных катализаторов, благодаря чему достигается энергетическая эффективность» [9].

Основными источниками энергосбережения при ректификации являются следующие (рисунок 5).

Отказ от последних обусловлен исключением необходимости в цикле регенерации, традиционно сопровождающемся чрезмерными энергетическими

потерями, что является существенным преимуществом гомогенного подхода. С другой стороны, повышение стабильности катализаторов при применении гетерогенного метода также способно улучшить энергетическую эффективность процесса.

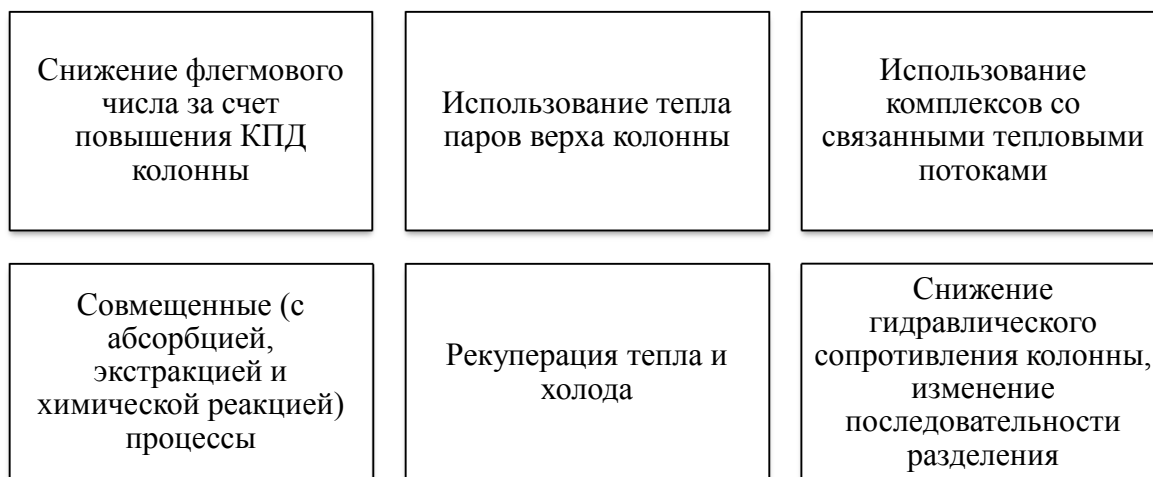


Рисунок 5 – Источники энергосбережения при ректификации

«На стадию выделения готового продукта в большинстве процессов нефтепереработки и нефтехимии приходится от 30 до 50% общих энергетических затрат» [9]. Реконструкция контактных устройств - путь к уменьшению энергетических затрат, связанных с применением процедуры ректификации, известной своим высоким потреблением энергии.

Особую сложность представляет разделение смесей, содержащих компоненты с высокой температурой кипения и склонных к термической нестабильности, учитывая, что КПД энергопотребления в данных условиях обычно оказывается чрезвычайно невысоким (рисунок 6).

Иные формы мероприятий представлены на рисунке 8.

Кроме этого, могут быть использованы «совмещение различных процессов в одном аппарате и рекуперация тепла продуктов разделения» [15].

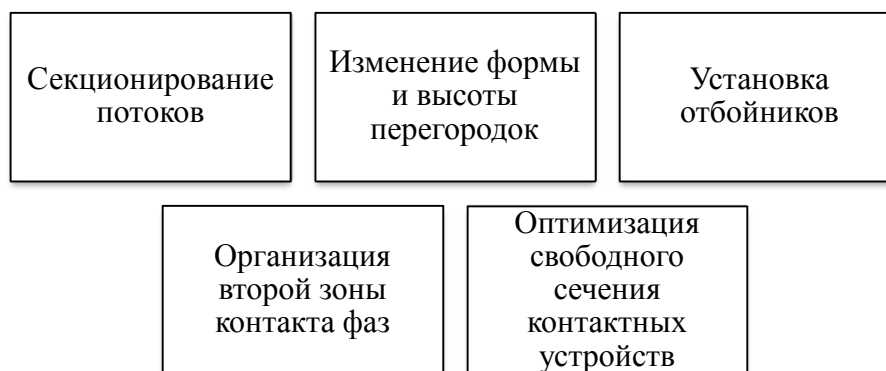


Рисунок 6 – Изменения и дополнения в конструкциях при минимальной реконструкции массообменных тарелок

Следующей группой мероприятий является оптимизация режимов работы (рисунок 7).

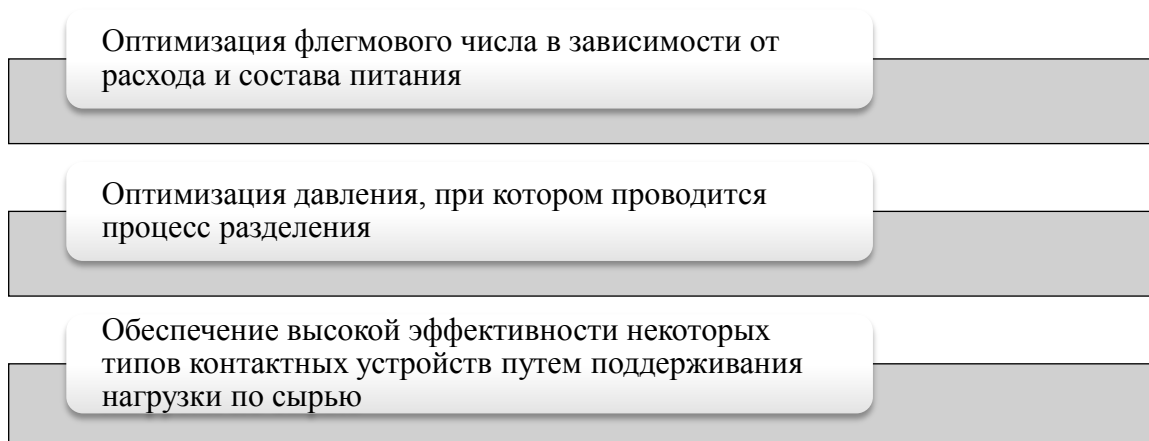


Рисунок 7 – Варианты оптимизации режимов работы

«Другим направлением экономии энергоресурсов в процессах разделения может быть замена крайне энергоемкого процесса ректификации, отличающегося значительными безвозвратными потерями энергии, на процессы экстракции или сорбции, характеризующиеся гораздо меньшими потерями энергии» [3].

снижению расхода электроэнергии в 2 раза, тепловой энергии на 30 % и охлаждающей воды на 40; по сравнению с отдельной схемой получения альдегидов и их последующим гидрированием в спирты» [11].

«Значительная экономия энергоресурсов во многом связана с комбинированием типовых технологических установок. Например, объединение установок обессоливания и первичной переработки нефти, риформинга бензиновых фракций, гидроочистки дизельных и керосиновых фракций, газофракционирование в одной комбинированной установке типа ЛК-6У позволяет снизить расход топлива на 15%, электроэнергии – на 22%, воды оборотной на 36% по сравнению с переработкой аналогичного количества нефти на отдельных установках» [10].

«Специфика выполнения процессов теплообмена, а также нагрева и охлаждения, существенно обусловлена качеством используемого оборудования. Оптимизация параметров оборудования и её эксплуатационные свойства влияют на эффективность транспортировки реагирующих потоков и конечных продуктов реакции» [12]. Несовершенство техник расчета, которые применяются для объектов с теплообменными узлами и агрегатами, переносящими материалы, повлекло за собой увеличение энергетических потерь.

Прямая связь между ошибками проектирования – будь то неправильные габариты теплообменных аппаратов, неверные параметры мощности для электрических двигателей, либо некорректные диаметры и длины трубопроводов – с избыточным энергопотреблением и тепловыми потерями, становится явной. Поиск путей повышения точности данных методик расчета становится императивом для минимизации такого рода неоправданных затрат энергоресурсов.

«Низкое качество теплоизоляции трубопроводов и аппаратуры приводит к тому, что в зимнее время теплотери достигают 8÷10% от общего расхода тепловой энергии» [7].

Текущее управление энергопотреблением часто характеризуется эксплуатацией оборудования в условиях неполной загрузки, что является следствием ряда факторов: недостатка сырья, проблем с распределением продукции и несовпадения мощностей отдельных производственных участков. Чтобы минимизировать энергозатраты, предлагается преобразование методик оценивания эффективности использования химической аппаратуры. Помимо этого, существует потенциал для урезания объемов и размерности, а также снижения веса технологического оборудования, что способствует уменьшению энергетических потерь. Реализация экономии энергоресурсов достижима посредством интеграции автоматизированных систем управления, которые точно настраивают расход энергии в соответствии с текущей загруженностью производственных механизмов, оптимизируя их работу и уменьшая неоправданные траты.

Снижение энергозатрат за счет совершенствования химической схемы достигается путем следующих мероприятий (рисунок 9).



Рисунок 9 – Варианты снижения энергозатрат

Чтобы добиться снижения затрат энергии, пропорционального убыванию нагрузки на аппаратуру, применение интеллектуальных управляющих модулей в соответствующих системах становится ключевым. Разрабатывая энергоэффективное промышленное оборудование, неотъемлемой частью

являются теплообменники, отмеченные в качестве основополагающих элементов. Оптимизация ресурсопотребления, достигаемая интеграцией этих узлов в проект, позволяет компаниям сохранять высокое производство без ущерба для эффективности [2].

Эффективное предложение в технологических каскадах с комплексными элементами для дифференциации продуктов данной реакции касается оптимизации процессов путем снижения числа последовательных стадий. Так, «переход на одностадийное дегидрирование бутана в бутadiен обеспечивает экономию по крайней мере 22% энергоресурсов, потребляемых на осуществление двухстадийного процесса» [7]. Внедрение экзотермического окислительного дегидрирования н-бутана «позволяет в более чем 2 раза снизить расход водяного пара на единицу продукции, что приводит к значительному снижению ее себестоимости» [7]. «Прямое окисление этилена в ацетальдегид обеспечивает снижение энергоресурсов примерно на 17% по сравнению с двухстадийным методом получения ацетальдегида из этилена через стадию получения этилового спирта» [25].

Говоря о направлении «Повышение эффективности использования энергоресурсов» можно утверждать, здесь улучшение использования энергоресурсов достигается по двум направлениям (рисунок 10).

Энергетическая отдача от трансформационных установок в сфере нефтепереработки и нефтехимической промышленности может повышаться благодаря серии инженерных модернизаций. В число улучшений входят нововведения в структурное построение таких устройств, как технологические печи, из паровых котлов и перегревателей. Достижение уменьшения такого показателя, как коэффициент избыточного воздуха, а также снижение потребления пара для отопления и атомизации топлива, ведет к уменьшению потерь энергии из-за бесполезной утечки топлива. Эти интегрированные решения способствуют увеличенной эффективности энергетических ресурсов. Пирование к примеру, на данной основе, горелок пиролизных печей модели

АГГ оказывает влияние на сокращение расхода топлива минимум на 15% и двукратное уменьшение эмиссий оксидов азота в окружающую среду [2].

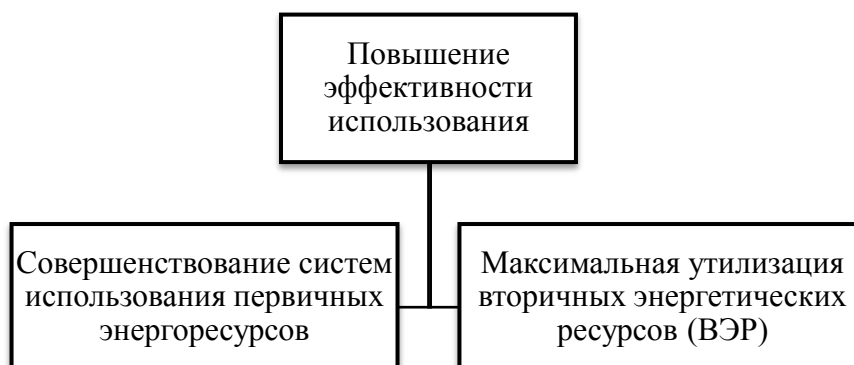


Рисунок 10 – Направления повышения эффективности использования энергоресурсов

Избрание начальных источников энергетического спектра, в частности газа, мазута или угля, является превалирующим аспектом.

Подобная первостепенность распространяется и на определение оборудования, задействованного в эксплуатации компрессорных агрегатов, систем транспортировки, насосных устройств и азрационного оборудования. Привлечение внимания к мероприятиям, осуществляемым с минимальным вложением средств, оказывается особенно актуальным в данном контексте.

К таким мероприятиям относятся следующие (рисунок 11).

Важность комплексной утилизации побочных и вторичных энергетических ресурсов в областях нефтехимии и нефтепереработки неоспорима, учитывая, что доминирующий объем первичной энергии, использованный в процессах, конвертируется именно в эти виды ресурсов.

«Вторичные энергоресурсы, получаемые в ходе нефтепереработки и нефтехимической промышленности, могут быть задействованы различными способами: как непосредственно в качестве топлива, так и путем конвертации в альтернативные энергетические носители в специальных комплексах утилизации» [3].

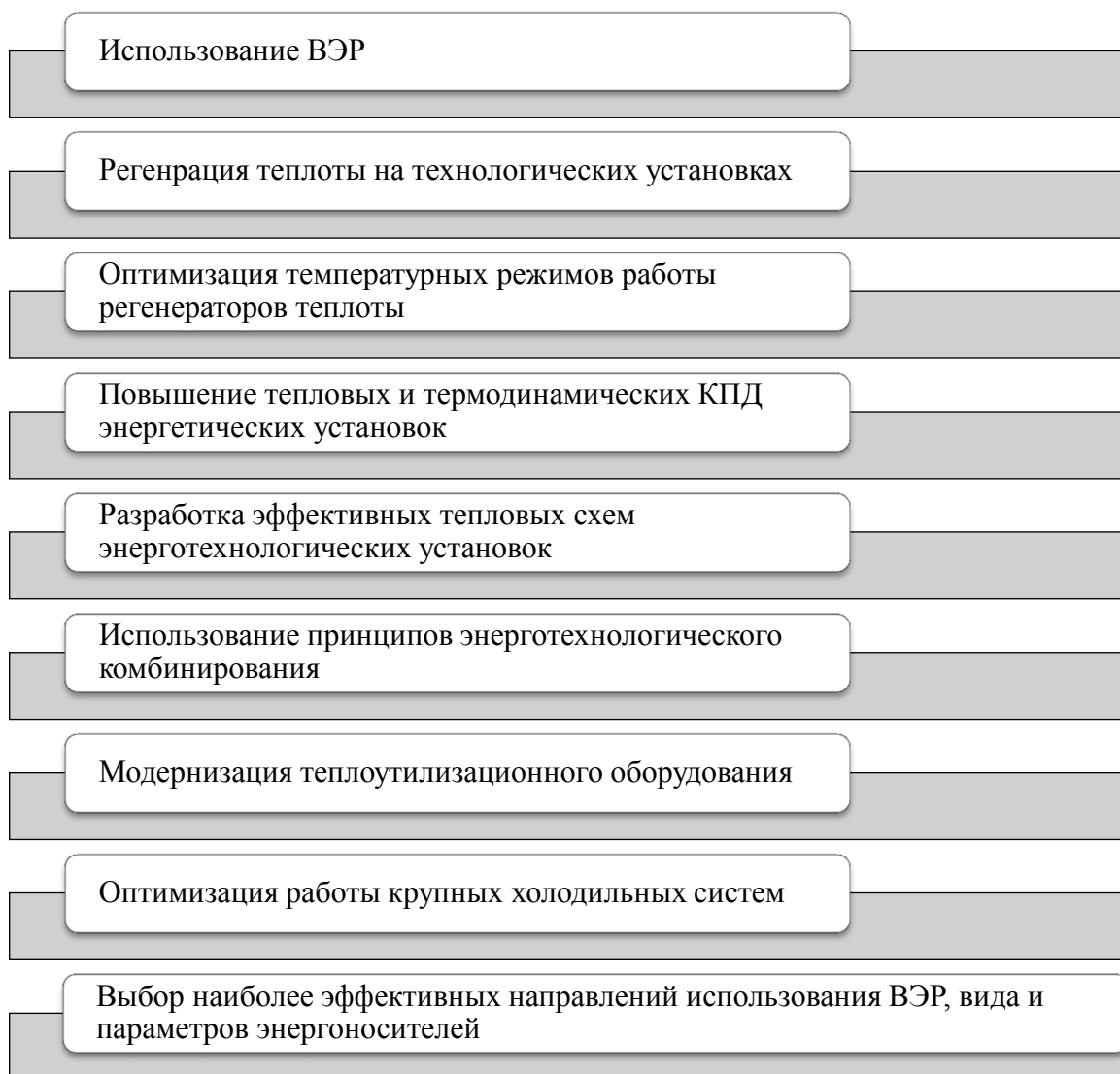


Рисунок 11 – Мероприятия без капитальных вложений

Ключевая роль высокотемпературных вторичных энергоресурсов заключается в применении в установках котлов-утилизаторов, где они способствуют генерации водяного пара, а также в системах воздухонагревателей, как рекуперативного, так и регенеративного видов, целями которых является нагрев воздуха для поддержания процессов горения.

С учетом последних тенденций, можно предположить, что «спрос на традиционные энергоносители, такие как нефть, газ и уголь, постепенно снизится в обозримом будущем. Напротив, стабильное увеличение интереса к

сырью нефтехимического синтеза, включая этилен, пропилен, ароматические углеводороды, метанол, аммиак и прочие продукты, прогнозируется» [32].

В данном разделе определено, что для оптимизации расхода энергетических ресурсов в производственной практике уделяется значительное внимание стратегиям выбора сырья и интеграции процессов, что способствует снижению энергетической интенсивности на объем выпускаемой продукции. Авторский контрастный анализ многообразных техник управления производственными действиями раскрывает наиболее эффективные методы с точки зрения минимизации энергопотребления. «В дополнение, акцентирование на разработке передовых технологий как ключевого элемента энергосберегающей политики подчеркивает их неоспоримый вклад в сокращение затрат энергии на производство» [4].

Выводы по разделу 1

Определение потенциала снижения энергетических потребностей в нефтегазовом секторе стало предметом тщательного рассмотрения в иницилирующей главе исследования. Различные сценарии применения технологий, нацеленных на экономию энергии, были тщательно проанализированы. Важность подробной подготовки сырья становится очевидной в контексте его дальнейшего влияния на эффективность процессов. Так, было отмечено, что без углубленного анализа состава и физических свойств, включая уровень избавления от примесей, достичь значительного сокращения затрат на энергию невозможно.

Также следует обратить внимания на избирательный подход к сырью и стратегические решения о комбинировании процессов и оборудования, которые ведут к уменьшению энергетических затрат на единицу продукции. Разработка передовых технологий в этой области также выделяется как фундаментальный аспект энергосбережения. Подробный контрастный анализ разнообразных методик ведения производственных операций позволил автору четко идентифицировать наиболее выгодные с точки зрения энергетической нагрузки подходы, ведущие к уменьшению потребления энергетических ресурсов.

2 Энергосберегающие технологии в нефтегазовом комплексе

2.1 Сравнительный анализ отечественных и зарубежных технологий энергосбережения

Энергосбережение является одной из приоритетных задач РФ. Актуальность рассмотрения данной проблемы обусловлена, прежде всего, введением в действие в 2009 г. Федерального закона № 261-ФЗ от 23.11.2009 г. «Об энергоэффективности и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» [16].

В соответствии с данным ФЗ, необходимость развития технологий энергосбережения связана со следующими аспектами (рисунок 12).

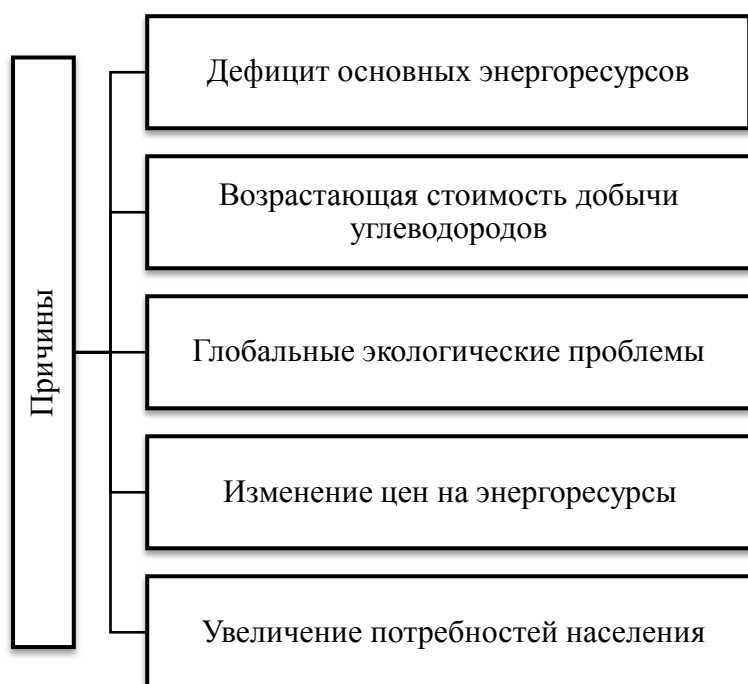


Рисунок 12 – Причины повышенного внимания к проблеме поиска новых технологий энергосбережения [25]

Наряду с внутренними аспектами, следует понимать, что энергосбережение невозможно без учета внешних экономико-политических факторов РФ. В частности, некоторые из них представлены на рисунке 13.



Рисунок 13 – Экономико-политические факторы внешней среды [15]

Следует признать, что в российском секторе нефти и газа инициативы по импортозамещению стали одним из факторов энергосбережения. В стремлении к автономии от внешних ресурсов, российские нефтегазовые гиганты активизировали инициативы в сфере импортозамещения, что имеет критическое значение для энергетической безопасности и экономического равновесия страны. «В частности, ключевые игроки – Роснефть, Газпром, Газпром нефть, СИБУР, ЛУКОЙЛ и Сургутнефтегаз – задействованы в этом процессе с целью реализации до 2025 года проектов на сумму вплоть до 10 млрд. руб. в нефтегазовом комплексе. Осознавая значимость укрепления внутренних компетенций, представители отрасли сосредоточили свои усилия на замене ключевых импортных технологий отечественными аналогами, что объективно поднимает степень самодостаточности в области ресурсообеспечения» [18].

В таблице 2 представлены ключевые мероприятия крупнейших нефтегазовых компаний в области повышения энергосбережения.

Таблица 2 – Действия крупнейших российских игроков и институтов нефтегазового сектора

Компания	Действия
ПАО «Роснефть»	В рамках стратегической инициативы, направленной на достижение полной независимости от импортных технологий в долговременной перспективе, корпорация предпринимает шаги к компенсации импорта программного обеспечения, а также техники, используемой на морских шельфах и в проектах, связанных с природным газом и нефтеперерабатывающими заводами. Организован тендер с финансовым покрытием в размере 30 млн. руб., центрированный на анализе техногенного ущерба от введенных санкций.
ПАО «НОВАТЭК»	Для проведения ГРП подрядчику предписывается употребление технологического оборудования и материалов российского происхождения, причём 70% техники должны составлять отечественные насосные и смесительные установки с российскими комплектующими. Кроме того, не менее 85% используемых в ходе работ химических веществ должны быть произведены в России.
ПАО «Газпром»	Происходит активная интеграция дорожных карт, ориентированных на снижение зависимости от зарубежных поставок, с учетом интересов различных субъектов Российской Федерации и сотрудничества с Республикой Беларусь. С целью координации процесса импортозамещения был организован специализированный департамент.
ОАО «Газпром нефть»	Создан конкурс инновационных проектов «Техностарт»
Министерство промышленности и торговли РФ	Координирование процессов импортозамещения, при которой синхронизация требований, предъявляемых нефтегазовым сектором, и технологических возможностей отечественной машиностроительной промышленности, выполняется основополагающим образом.
Правительство РФ	В рамках уникальной рабочей коллегии происходит регулярный сбор экспертов из нефтяной и газовой отраслей. Взаимодействие этих специалистов с представителями машиностроения направлено на разработку стратегии замещения зарубежных технологических агрегатов отечественными решениями.

Ситуация, которая сложилась в РФ в связи с принятием программы импортозамещения, привела к реализации принципиально новых направлений в области технологий энергосбережения в нефтегазовой отрасли. В частности, на рисунке 14 приведена динамика снижения доли импорта в нефтегазовом машиностроении за период 2013-2023 гг.

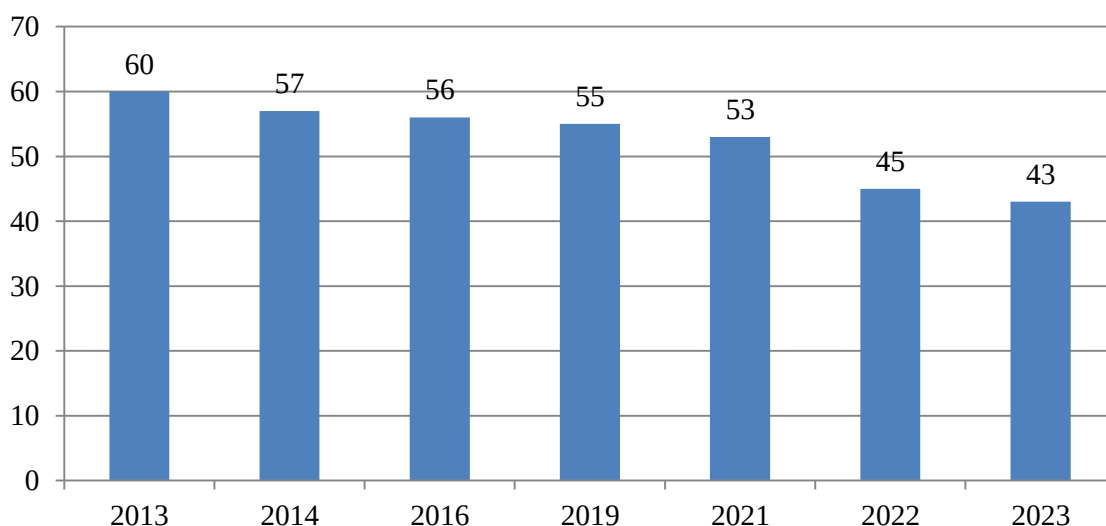


Рисунок 14 – Динамика снижения доли импорта в нефтегазовом машиностроении, % [14]

Так, сокращены импортные закупки труб и металлопродукции, арматуры, насосного и запорного оборудования, турбин, программного обеспечения. Между тем, энергосбережение – не самоцель, а составная часть повышения энергоэффективности за счет инновационного развития.

Согласно анализу Аналитического центра, находящегося при Правительстве РФ, значительное число предприятий нефтегазовой отрасли активно применяют стратегии по эффективному использованию энергетических ресурсов. Более половины (56%) этих компаний ориентированы на повышение эффективности энергетического хозяйства, а 62% руководствуются принципами модернизации технологического оборудования [23].

Не менее четверти нефтегазовых предприятий вкладывают сумму порядка 100 млн. руб. ежегодно в мероприятия, направленные на сокращение потребления энергетических ресурсов.

Стратегической целью энергоэффективности и ее повышения в РФ является создание устойчивой национальной инновационной системы (рисунок 15).



Рисунок 15 – Направления создания национальной инновационной системы энергосбережения [14]

В России широкое распространение получило энергетическое обследование как процесс. Сбор информации и ее анализ, связанные с применением энергетических ресурсов, относятся к процессу, известному как энергетическое обследование. Данное действие направлено на извлечение надёжных данных относительно объёма потребляемой энергии, а также индикаторов эффективности использования таковых. Инспекция раскрывает перспективы для экономии энергии и для улучшения её эффективного использования. Все результаты, полученные в результате данного анализа, должны быть отражены в специализированном документе – энергетическом паспорте объекта [11].

Технологии со значительным энергосберегающим эффектом, уже применяющиеся на отечественных предприятиях нефтегазовой отрасли, представлены на рисунке 16.



Рисунок 16 – Применяемые в России технологии энергосбережения в нефтегазовой отрасли [14]

На ранних этапах своего развития в данной области Россия сейчас находится, отчего значительный интерес вызывает практика, характерная для государств с продвинутыми экономиками [5]. Глубоко проработанное законодательство, присущее этим странам, а также механизмы, функционирующие на высоком уровне эффективности и стимулирующие оперативность процессов, заслуживают внимательного изучения. «Особое место занимает взаимодействие институциональных инструментов и синергия государственного и частного секторов. Целью стоит имплементация этих положительно зарекомендовавших себя аспектов в экономическую среду России, добиваясь их функциональной и результативной работы на территории РФ» [12]. Ожидается, что это может способствовать адаптации зарубежных методик и практик в контексте отечественных реалий.

Япония и Германия опережают другие страны в сферах сохранения и рационального использования энергии. «Германия, один из главных потребителей энергетических ресурсов на глобальном уровне, также

выделяется в плане перепродажи энергоносителей, обеспечивая восемь десятых от общих потребностей страны» [12].

Германию отличает регламентированная политика в области улучшения показателей использования энергии, строительства на базе новейших энергетических технологий и продвижение возобновляемой энергии. Данная политика базируется на законодательных актах, сформированных под эгидой Еврокомиссии и ориентированных на энергетические сектора государств-членов ЕС [34].

Центральными регулятивными актами в области сохранения энергии являются: директивы ЕС, направленные на поддержку производства электроэнергии из возобновляемых источников, применение новаторских технологий в строительной индустрии и стимулирование использования биомассы в качестве энергетического ресурса.

Такие общеевропейские и национальные инициативы, способствующие энергоэффективности, возникли не на пустом месте. «Их разработка произошла в рамках Киотского протокола от 1997 года и стратегии ЕС «20/20/20», предполагающей до 2020 года существенное повышение доли возобновляемых источников энергии в структуре общего потребления ЕС, а также увеличение энергоэффективности до 20%» [11].

В ответ на существующие энергетические вызовы, Федеративная Республика Германия «приняла на себя амбициозные обязательства увеличения доли возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в своем общем энергоконсумировании до 21 % к 2030 году» [1]. Реализация такой цели предполагает активное участие ряда правительственных органов, включая Министерство экономики и технологий, федеральное правительство, Министерство транспорта, строительства и городского развития, а также Министерство по вопросам окружающей среды, защиты природы и безопасности реакторов. Помимо этого, значительную роль в повышении уровня энергоэффективности страны играет Германское энергетическое агентство «ДЕНА» [31].

«Возложенная на апрель 2009 года задача перед японским правительством заключалась в активизации национального промышленного роста через сокращение CO₂, отраженное в концепции, нацеленной на борьбу с экономической стагнацией» [5]. Данная стратегия, основываясь на аспектах экономического прорыва и антикризисных мероприятиях, предполагала значительное оживление производственных мощностей Японии. Ожидаемый результат – достижение устойчивого экономического развития, возможно, в перспективе охватывающего период как среднесрочного, так и продолжительного времени [26].

Внедрение триединого подхода, объединяющего использование солнечной энергии, распространение электромобильности и применение энергоэффективной бытовой техники, было определено как средство для экономической стимуляции. Предпосылкой стало осознание необходимости проникновения этих технологий во все уровни социально-бытовой сферы. Цель, стоящая перед Японией, – удвоить присутствие возобновляемых источников энергии в структуре национального энергопотребления в сравнении с текущим показателем. «Апогей данного стремления – вывод Японии на первенство в мировом рейтинге по доле возобновляемых источников, достигнув отметки в 20%» [29].

Мировое сообщество, учитывая истощение запасов органического топлива, в последнее время уделяет повышенное внимание разработке программ по энергосбережению и реализации их на практике. Усовершенствованные и инновационные технологические процессы, обладающие улучшенными показателями эффективного применения энергии, становятся ключом к достижению более высокого коэффициента полезного действия топливно-энергетических ресурсов. Это способствует оснащению промышленных предприятий и сферы ЖКХ передовым энергосберегающим оборудованием и стимулированию внедрения прогрессивных методов понижения энергопотребления [30].

Решающую роль в увеличении эффективности использования энергии отводят современным энергосберегающим технологиям. Применение нововведений и улучшение существующих процессов ведут к внушительным результатам в контексте энергопотребления. Промышленно развитые государства возводят стремление к повышенной энергоэффективности в ранг национальной концепции. Государственное управление этих стран нацелено на сокращение энергозатрат через спектр мер, идущих от энергосбережения до стимулирования возобновляемых видов энергии и разнообразия источников поставок.

Споры и многочисленные экспертные дебаты в общественных кругах касаются текущих направлений развития мировой энергетики и степени ее надежности в контексте доступности соответствующих энергетических ресурсов. Обсуждения этих проблем значительно способствуют формированию осознания необходимости мер по экономии энергии, а также привлекают значительные инвестиции в сферы, связанные с энергосбережением [8].

В рамках стремления к увеличению эффективного использования энергетических резервов, индустрия фокусируется на внедрении энергосберегающих технологий и стратегий. Таковая практика на карте инновационных подходов нефтегазового сектора обозначена как разработка и внедрение концепций, направленных на повышение уровня энергоэффективности на производственных объектах [22].

Значительные достижения в этой области были продемонстрированы на примере пионерской постройки в Манчестере, штат Нью-Хэмпшир, США, осуществленной в 1972 году. Этот объект стал фундаментом для анализа результатов, достигаемых путем рационального комплекса архитектурных и технических приемов, которые в совокупности обеспечивают внушительное сокращение потребления энергии.

Характерным для данного здания явилось применение инновационных методов, позволяющих сократить потребление энергии за счет оснащения вентиляционной системы рекуператорами тепла. Такие технические устройства

предоставили возможность снижения затрат на охлаждение и отопление воздуха на уровне 60-75% [10]. А оптимизация путем сокращения притока наружного воздуха, замещения его очищенным рециркулирующим аналогом и грамотное распределение воздушных потоков повысили общую энергоэффективность объекта. Система управления искусственным светом, в свою очередь, способствует дополнительной экономии электрической энергии.

Таким образом, уделяя внимание на снижение энергетических затрат на примере одного здания, отрасль приходит к ощутимым общим результатам в виде роста энергетической производительности на уровне предприятий. Это демонстрирует влияние тщательно проработанных решений на рациональное потребление ресурсов и подчеркивает важность инвестирования в инновационные энергоэффективные технологии.

В 1979 году, в финском Отаниеми, архитектор Хеймо Каутонен возглавил возведение здания EKONO-house, замечательного своим энергоэффективным дизайном. Здание разделилось на две внешне схожих части: одна часть соответствовала стандартным строительным нормам того времени, другая же инкорпорировала передовые энергосберегающие технологии. Сравнительный анализ энергопотребления этих секций позволил архитекторам оценить результативность примененных энергоэффективных решений [33].

Революционные энергосберегающие меры включали в себя оптимизацию внутреннего объема зданий, что привело к уменьшению размеров ограждающих конструкций и, как следствие, снижению теплопотерь через них. Значительный вклад в энергоэффективность внесла усиленная теплоизоляция этих конструкций, за счет чего улучшилась их способность накапливать тепло, обеспечивая зданию высокий уровень термостойкости [16].

Инновационная система вентилируемых окон с трехслойными стеклопакетами внешне и одинарным стеклом внутри значительно повысила энергоэффективность. Воздух из помещения, проникающий через узкие входные отверстия в нижней части внутреннего переплета и забирающий тепло от солнечных лучей в межстекольном пространстве, превратил эти окна в

активные солнечные коллекторы. Такая система способствовала обогреву воздуха в помещениях за счет использования до 55% солнечного тепла [26].

Вклад тепловой радиации солнца внесен в фундамент здания, уменьшая тем самым нагрузку на его отопительные системы. Архитектура сооружения спроектирована таким образом, что минимизируется утечка воздуха благодаря высокому уровню герметизации. Система автономного контроля, интегрированная в здании, регулирует оборудование для климат-контроля и освещения, повышая эффективность энергопотребления. Используемые изоляционные материалы высшего качества эффективно запирают тепло внутри помещений [17].

Охлаждение внутреннего воздуха достигается за счет использования грунтовых вод низкой температуры, что предотвращает необходимость в стандартных кондиционирующих системах, заменяя их инновационными охлаждающими потолками. В периоды теплой погоды здание использует преимущества пассивной вентиляции – воздух циркулирует естественно через двойные вентилируемые фасады. В системе водяного отопления применяются насосы, которые могут автоматически изменять скорость своих вращающихся элементов, что уменьшает потребление энергии и способствует поддержанию комфортного температурного режима в помещениях. Тепловая энергия отработанного воздуха тоже не уходит впустую, а перераспределяется для дополнительного подогрева свежего приточного воздуха.

Система автоматизированного контроля обуславливает на протяжении всего года поддержание микроклиматических условий на оптимальном уровне в здании, что приводит к значительному сокращению энергопотребления. Сравнительный анализ показывает, что в здании лондонской мэрии экономия на отоплении и вентиляции может достигать 75% [7] в отличие от зданий сопоставимого масштаба.

Аналогичная стратегия энергосберегающих сооружений обретает все большее признание в Российской Федерации. Маркером такой тенденции является проект «Энергоэффективный жилой дом в микрорайоне Никулино-2»,

осуществленный в Москве в промежутке между 1998 и 2002 годами [4]. В основу данного проекта положено комплексное использование энергии от внешних источников, таких как электричество и тепло, а также применение внутренних источников, в частности тепловых насосов, функционирующих за счет тепловой энергии земного грунта и отработанного тепла вентиляционных потоков.

Примечательно, что в контексте обсуждаемого проекта отмечается возведение первой в России теплонасосной горяче-водоснабжающей системы для многоквартирного дома. Источниками тепловой энергии для испарителей тепловых насосов данной системы служат поверхностные слои грунта и тепло воздуха, удаляемого в процессе вентиляции, что расширяет возможности использования незначительных тепловых потенциалов природы в качестве энергетической базы [3].

Отмечено, что западные государства активно осуществляют применение технологий, ориентированных на экономию энергии, начиная с периода времени до военных лет. Тем не менее, заметный рост интереса и внедрение данных технологий начались впоследствии крупнейшего энергетического кризиса 1970-ых годов. Такое увлечение сохранениями ресурсов способствует ускорению темпов энергосбережения год за годом. В развитых странах особенно акцентируется внимание на внедрение высокоэффективной теплоизоляции при реконструкции зданий и в нефтегазовой сфере [10].

Дополнительно для минимизации потерь тепла в вентиляционных системах устанавливаются устройства рекуперации, чья задача – возвращение тепла вытяжного воздуха в помещение. Важным аспектом является исключение инфильтрации теплого воздуха через оконные системы или двери, что достигается путем использования современных конструкций для окон, а также входных и балконных дверей. Отдельное значение имеют котельные установки с высоким КПД и устройства, регулирующие температуру в каждом отдельном жилом объекте, что существенно воздействует на улучшение энергетической эффективности.

Российская практика сбережения энергии, несмотря на увеличение активности в данной области, по-прежнему находится в фазе интеграции в инфраструктуру. Факторы, замедляющие распространение энергоэффективных технологий в России, по мнению экспертов, заключаются в отсутствии желания у владельцев жилой недвижимости и недостатке государственных стимулов для создания энергоэффективного жилья. Данные научные убеждения основываются на анализе многочисленных проектов [23].

Для того чтобы эффективно использовать энергосберегающие технологии на российской территории, тщательное исследование для разработки таковых, учитывающее уникальные климатические условия и характеристики местных промышленных и жилищных объектов, является необходимым. Эти исследования должны взять за основу передовой зарубежный опыт, адаптировав его к отечественным условиям. В дополнение к этому, важно потребуется не только усовершенствование существующего законодательства, но и реализация специфических экономических стимулов для достижения распространения строительных технологий, способствующих сохранению энергии.

Научно-исследовательский анализ позволяет выделить, что стратегические планы властей ориентированы на интенсификацию работы существующих атомных электростанций: предусматривается повышение их грузочной способности с 60 до 85%. Реализация данного направления потребует увеличения производительности почти на треть. «Прогнозируется, что к 2030 году будет запущено в эксплуатацию восемь новых атомных электростанций, а следующее десятилетие доведет число новых объектов до шестнадцати, с учетом возведения еще шести станций к 2035 году» [8].

В контексте импортной политики, «установлено правило: не менее 50% энергоносителей, приобретаемых на международном рынке, должны происходить из проектов с участием японских корпораций» [16]. В настоящее время заметно, что углеводороды, получаемые с привлечением японских инвестиций, занимают незначительную часть в структуре импорта – «лишь 15

% нефтяных поставок, примерно 20 % импорта природного газа и около 40 % поставок угля зафиксировано на данный момент» [9].

Оптимизация технических возможностей и расширение границ энергетической независимости представляются ключевыми задачами, стоящих перед правительством РФ, если учитывать проводимую аналитику текущих и перспективных показателей отрасли в зарубежных странах.

В данном разделе были определены современные технологии энергосбережения, используемые в России. В России, в основном, в целях совершенствования технологии энергосбережения используют энергию охлаждения, горения, теплообменники. Большое внимание уделяется замене старого промышленного оборудования на новое, и лишь немного – получению энергии из отходов альтернативных источников энергии. Опыт других стран показывает, что должна формироваться регламентированная политика в области улучшения показателей использования энергии.

2.2 Нормативно-методическое сопровождение внедрения энергосберегающих технологий в нефтегазовом комплексе

Федеральный закон от 23.11.2009 №261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» закрепляет ключевые требования в области энергосбережения [20].

Для возможности управления и регулирования в области энергосбережения и повышения энергоэффективности сформулированы также основные требования и ограничения:

- «ограничение производства либо запрет на производство товаров с низкой энергоэффективностью, при наличии в достаточном количестве на рынке товаров с высокой энергоэффективностью;
- требования по обеспечению энергоэффективности строений, зданий, сооружений;

- требования по контролю за использованием ТЭР;
- требования к программе проведения энергообследования и к содержанию результатов;
- установление порядка исполнения обязательств, предусмотренных настоящим законом;
- другие меры государственного регулирования в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности» [30].

Под техногенной опасностью подразумевается «такое внутреннее состояние объекта, технической системы, оказывающее негативного воздействие в виде причинения ущерба в отношении человека и окружающей среды.

Причинами техногенных аварий на сегодняшний день являются чрезвычайные ситуации техногенного характера, оказывающие колоссальное негативное воздействие в виде причинение материального ущерба экономике и окружающей среде» [18].

В данный момент выделяют следующие источники возникновения техногенных аварий:

- «производственные объекты (промышленные предприятия металлургической, химической и машиностроительной промышленности, предприятия ТЭК);
- естественные явления окружающей среды (землетрясения, цунами, ураганы и другое);
- социально-человеческий фактор (экстремизм, терроризм, преступления)» [15].

«Любая система стремится к состоянию стабильности. Для предприятий топливно-энергетического комплекса это стремление к устойчивому состоянию выражается в определенном объеме выпуска готовой продукции, прибыльности, уменьшению количества инцидентов и аварий. Главной целью развития предприятий топливно-энергетического комплекса это постоянное

увеличение финансовых доходов и удовлетворение желаний и запросов потребителей услуг в долгосрочной перспективе» [21].

Основными целями энергетической политики в нефтеперерабатывающей сфере являются:

- «оказание услуг потребителям в виде стабильной и бесперебойной поставке производимой продукции;
- совершенствование единой системы поставки нефти и нефтепродуктов;
- развитие структуры нефтепереработки для улучшения состояния экономики, создание здоровой конкуренции на рынке производства нефтепродуктов» [19].

Однако «в развитии энергетической безопасности нефтеперерабатывающего комплекса можно выделить проблемы инфраструктурных особенностей транспортировки некоторых видов готовой продукции, недостаточная регулировка цен, отсутствие достаточной либерализации рынка» [20].

На федеральном уровне для поддержания стабильности и развития ТЭК:

- «в сфере законодательства разрабатываются нормативно-правовые акты, создающие и определяющие основы функционирования ТЭК;
- формируется система отношений в сфере экономики, завязанная на поставке топлива и энергетики;
- функционирует контрольно-надзорная деятельность в отношении энергетических систем, разрабатываются и утверждаются регламенты, технические нормы и стандарты; поддерживается конкурентоспособность» [23].

«Нормативно-правовые акты в сфере энергетики включают в себя: федеральные законы, указы президента и нормативные акты» [4].

«Центральным нормативно-правовым актом является федеральный закон от 21 июля 2011 года №256-ФЗ «О безопасности объектов топливно-энергетического комплекса», который регламентирует организационные основы и определяет законодательную базу в сфере обеспечения безопасности

ТЭК, определяет полномочия органов исполнительной власти в сфере энергетики, а также обязанности и полномочия владельцев объектов ТЭК» [6].

«В связи с возрастающей актуальностью сохранения энергетических ресурсов и необходимостью реализации политики в области энергосбережения Правительством РФ утверждена «Энергетическая стратегия развития России на период до 2030 года».

Стратегия развития регламентирует вопросы эффективного использования ресурсов, обеспечивает рост экономики, направлена на укрепление внешних экономических позиций и повышения уровня достатка населения» [10].

Указом президента РФ № 889 от 4 июня 2008 года «О некоторых мерах по повышению энергетической и экологической эффективности российской экономики» поставлена задача по снижению энергоемкости отечественной экономики к 2020 году на 40 %. Для выполнения поставленной задачи необходимо выполнить следующее:

- «обеспечивать и поощрять инициативы компаний в рамках инновационной, энергосберегающей политики;
- обеспечивать функционирование и формирование благоприятной экономической среды для реализации полномочий ТЭК (антимонопольное и тарифное регулирование);
- внедрение стандартов, технических регламентов и норм, направленных на улучшение взаимодействия и стимулирующих развитие энергоэффективности;
- организованное управление собственностью государства в сфере энергетики» [24].

«Другим важным документом в области энергоэффективности можно считать государственную программу РФ, утвержденную постановлением Правительства РФ № 321 от 15.04.2014 г «Энергоэффективность и развитие энергетики»» [7].

«В декабре 2021 года внесены ряд изменений и дополнений в части оценки текущего состояния топливно-энергетического комплекса, описание целей и приоритетов в рамках реализации политики, задачи государственного регулирования и обеспечения национальной безопасности и другое» [8].

«Согласно стратегии повышения энергетической и экологической эффективности промышленных предприятия одной из важной задачей в нефтегазовой отрасли является реконструкция объектов добычи и транспортирования сырья, внедрении системы автоматизации и телекоммуникации, организация технологических процессов и улучшение систем контроля и мониторинга» [8].

«Основными целями политики в сфере энергетического развития страны для промышленных объектов на сегодняшний день является: поддержка инновации, в частности повсеместное внедрение систем искусственного интеллекта для обеспечения технологического процессов производств, развитие национальной экономики путем развития импорт замещения отечественными товарами и поддержание, и развитие экологической» [7].

Важным является Межгосударственный стандарт ГОСТ 31607-2012. Энергосбережение. Нормативно-методическое обеспечение. Основные положения. «Стандарт устанавливает основные понятия, принципы, цели и субъекты деятельности в области нормативно-методического обеспечения энергосбережения, состав и назначение основополагающих нормативных, методических документов и распространяется на деятельность, связанную с эффективным использованием топливно-энергетических ресурсов (далее - ТЭР), на энергопотребляющие объекты (установки, оборудование, продукцию производственно-технического и бытового назначения), технологические процессы, работы, услуги» [15].

Согласно положениям ГОСТ 31607-2012, «результатами нормативно-методического обеспечения энергосбережения являются:

- нормативные документы в области энергосбережения на межгосударственном (ГОСТ), государственном, отраслевом (ОСТ)

уровнях, а также на уровнях стандартов научно-технических обществ (СТО) и предприятий (СТП);

- технические регламенты, правила, руководства и другие нормативные документы по энергосбережению, принятые органами исполнительной государственной власти;

- методические документы по расчетам экономии энергоносителей и обоснованию экономической эффективности энергосберегающих проектов;

- методические документы, в которых изложены полностью или со ссылками на первоисточники рекомендации, методы, способы, схемы, алгоритмы, модели энергосбережения за счет повышения эффективности использования и снижения потерь первичных ТЭР, использования вторичных ТЭР, возобновляемой энергии и альтернативных топлив» [18].

Стандарт не распространяется на объекты военной техники, ядерные, химические и биологические энергопотребляющие объекты.

ГОСТ Р ИСО 50001-2012 «Система энергетического менеджмента. Требования и руководство по применению».

Цель настоящего стандарта - дать возможность организациям разработать системы и процессы, необходимые для улучшения энергетической результативности, включая энергетическую эффективность, использование и потребление энергии. Предполагается, что внедрение настоящего стандарта приведет к уменьшению выбросов в атмосферу парниковых газов и других воздействий на окружающую среду, а также уменьшит затраты на энергию посредством систематического управления энергетическими ресурсами. Настоящий стандарт предназначен для организаций любых типа и размера независимо от условий географического, культурного или социального характера. Успешное внедрение зависит от обязательств, принимаемых всеми функциями и всеми уровнями организации, и особенно от высшего руководства [13].

Настоящий стандарт устанавливает требования к системе энергетического менеджмента, на основе которых организация может разработать и внедрить энергетическую политику, осуществить постановку целей, задач и разработку планов мероприятий с учетом законодательных требований и информации, относящейся к аспектам, связанным со значительным использованием энергии. Система энергетического менеджмента позволяет организации выполнять принятые обязательства, сформулированные в политике, принимать меры, необходимые для улучшения энергетической результативности, и демонстрировать соответствие своей системы требованиям настоящего стандарта.

Таким образом, проведенный анализ законодательной документации в сфере энергосберегающих технологий позволил обобщить требования, предъявляемые к нефтегазовому комплексу в части экономии энергетических ресурсов и достижения стабильной ситуации внутри сектора нефтехимии [27].

«Топливо-энергетический комплекс – это сложная система, объединяющая в себе процессы добычи, транспортировки, преобразования и потребления ТЭР. ТЭК включает в себя следующие группы, различающиеся по отраслям, а именно:

- объекты электроэнергетики,
- объекты транспортировки, хранения и переработки газа,
- объекты добычи нефти, транспортировка, переработка нефти и нефтепродуктов,
- объекты переработки угля, торфа и их хранения,
- объекты теплоснабжения» [21].

В соответствии со статьей 2 Федерального закона «О промышленной безопасности опасных производственных объектов», «опасным производственным объектом (ОПО) можно считать предприятия, его обособленные части, такие как: участки, площадки или иные объекты, на которых используются, хранятся, получают и уничтожаются опасные вещества в определенных количествах» [2].

«К ОПО также можно отнести объекты, использующие оборудование, применяемое под давлением более 0,07 МПа, стационарные или грузоподъемные механизмы, объекты сплавов цветных и черных металлов, объекты ведения горных работ и объекты хранения и переработки растительного сырья» [21].

«На основании обзора объектов ТЭК, можно сделать вывод, что объекты ТЭК относятся к ОПО.

В связи с этим к объектам ТЭК предъявляются действующие требования законодательства в области промышленной безопасности» [24].

«Объекты, на которых перерабатываются, транспортируются используются и хранятся опасные вещества всегда сохраняют риск возникновения аварий, инцидентов, отклонений от заданного технологического процесса параметров, случаев производственного травматизма. В свою очередь, крупные промышленные компании ТЭК для снижения рисков возникновения негативных последствий направляю значительные средства в модернизацию, реконструкцию и доведение до норм опасные производственные объекты» [11].

Однако проблема нормативного сопровождения за соблюдением требований промышленной безопасности на сегодняшний день является одной из важных.

Так со слов А. С. Холодионова, «для обеспечения безаварийной эксплуатации ОПО необходимо обеспечить динамичное изменение законодательства в области промышленной безопасности, а именно:

- принятие нормативных актов, соответствующих техническому прогрессу,
- исключение противоречий и двойных толкований из ряда федеральных актов» [27].

Для более полного и детального анализа проблемы правового обеспечения промышленной безопасности необходимо рассмотреть действующие нормы и правила.

Стоит отметить, что «нормативно-правовая база в области обеспечения промышленной безопасности на опасных производственных объектах в данный момент перетерпела ряд значительных изменений, связанных с необходимостью изменений в связи с усовершенствованием технологических процессов, модернизаций и реконструкций производств и типов применяемого оборудования, а также внедрение риск-ориентированного подхода.

Так, в 2021 году произошла «Регуляторная гильотина», которая отменила действие более 25 нормативных актов и 155 документов Федеральной службы по экологическому, технологическому, а также атомному надзору. Целью, которой, стало упразднение избыточных, малоэффективных и изживших себя норм, и правил в области промышленной безопасности. Федеральный закон от 21.07.1997 № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» на сегодняшний день является основным документом, регулирующим правовое обеспечение промышленной безопасности ОПО, и как следствие объектов ТЭК» [12].

Федеральным законом от 21.07.1997 № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» закреплены основные понятия в области промышленной безопасности и даны их объяснения, стоит выделить такие понятия как: промышленная безопасность, опасный производственный объект, авария и инцидент.

Закон «утверждает комплекс мер, обеспечивающих безопасную эксплуатацию промышленных производств, эксплуатирующих опасные производственные объекты, а также обязует эксплуатирующие организации разрабатывать меры и действия по локализации и ликвидации аварий.

Проводя анализ Федерального закона, необходимо отметить, что Правительством РФ регулярно идет обновление нормативной базы в сфере безопасности. В течение последних 5 лет в него внесены поправки в части правового обеспечения промышленной безопасности опасных производственных объектов, а именно: классификация опасных

производственных объектов по количеству содержащихся опасных веществ, об изменении политики в области экспертизы промышленной безопасности» [12].

«В данный момент внесены некоторые изменения в Федеральный закон о промышленной безопасности, данный проект находится на рассмотрении Советом Государственной Думы РФ.

В частности, изменениями вводятся такие понятия как: обследование технического состояния зданий и сооружений, специалист по обследованию, техническое диагностирование» [18].

«Также, 25 января 2023 года Государственная Дума РФ в первом чтении приняла проект изменения федерального закона, в части, касающейся классификации опасных производственных объектов. В новой редакции, если при утверждении декларации безопасности объекта будет установлено, что опасные производственные объекты находятся вне зоны действия поражающего фактора, даже если расстояние будет менее 500 метров, то при установлении класса опасности учет суммарного количества вещества в радиусе 500 метров происходить не будет» [17].

«Главными нормативно-правовыми актами в области промышленной безопасности в нефтегазовом комплексе являются федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Общие правила взрывобезопасной для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств», «Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности», «Правила безопасности для опасных производственных объектов магистральных трубопроводов»» [18].

«Данные нормативные акты регламентируют требования промышленной безопасности в нефтегазовом комплексе с учетом специфики технологических процессов при разработке месторождений, транспортировке продукции до нефтеперерабатывающих производств и потребителя, а также с учетом специфических параметров процессов переработки нефти и нефтепродуктов» [19].

Содержание федеральных норм в области промышленной безопасности можно условно поделить на следующие разделы:

- «требования, предъявляемые к наличию и содержанию проектной документации, локальных нормативных документов организации;
- требования, предъявляемые к работникам и состоянию оборудования на опасном производственном объекте;
- требования по обеспечению безопасности технологического процесса;
- требования безопасности при возникновении нештатных ситуаций (аварий, инцидентов, отказов оборудования) и меры, направленные на локализацию и ликвидацию данных ситуаций» [3].

В данном разделе был проведен анализ законодательной документации в сфере энергосберегающих технологий, который позволил обобщить требования, предъявляемые к нефтегазовому комплексу в части экономии энергетических ресурсов и достижения стабильной ситуации внутри сектора нефтехимии

Выводы по разделу 2

Нормативно-правовая база в области обеспечения промышленной безопасности на опасных производственных объектах в данный момент перетерпела ряд значительных изменений, связанных с необходимостью изменений в связи с усовершенствованием технологических процессов, модернизаций и реконструкций производств и типов применяемого оборудования, а также внедрение риск-ориентированного подхода.

Объекты, на которых перерабатываются, транспортируются используются и хранятся опасные вещества всегда сохраняют риск возникновения аварий, инцидентов, отклонений от заданного технологического процесса параметров, случаев производственного травматизма. В свою очередь, крупные промышленные компании ТЭК для снижения рисков возникновения негативных последствий направляю значительные средства в модернизацию, реконструкцию и доведение до норм опасные производственные объекты.

3 Совершенствование системы мероприятий по обеспечению энергосберегающих технологий в нефтегазовом комплексе

3.1 Оценка влияния внедрения энергосберегающих технологий на экономические параметры продукции

Публичное акционерное общество «Газпром» — глобальная энергетическая компания, являясь лидером топливно-энергетического комплекса Российской Федерации, успешно реализует стратегию повышения эффективности своей деятельности.

В ПАО «Газпром» создана и успешно действует система управления энергосбережением и повышением энергетической эффективности производственной деятельности или система энергетического менеджмента (СЭнМ).

«Система управления энергоэффективностью направлена на улучшение энергорезультативности, более эффективное использование энергии, а также снижение выбросов парниковых газов. Область ее применения — управление дочерними обществами, осуществляющими виды деятельности, связанные с добычей и подготовкой природного газа и газового конденсата, транспортировкой и подземным хранением газа, энерготепловодоснабжением и эксплуатацией энергетического оборудования объектов Единой системы газоснабжения, переработкой углеводородного сырья» [29].

В 2018 году Правление ПАО «Газпром» утвердило основополагающий документ системы управления энергетической эффективностью и энергосбережением — Политику ПАО «Газпром» в области энергоэффективности и энергосбережения.

Целью данной политики является максимально эффективное использование природных энергетических ресурсов и потенциала энергосбережения. «Для достижения поставленных целей в ПАО «Газпром» разрабатываются и реализуются трехлетние программы энергосбережения и

повышения энергетической эффективности в дочерних обществах по транспортировке, добыче, переработке, подземному хранению и распределению газа» [33].

Текущая редакция Программы была утверждена в 2023 г. и «имеет цель дальнейшего снижения потребления природного газа и электроэнергии на компримирование природного газа, а также предотвращение срамливания природного газа при проведении ремонтных работ на объектах ЕСГ» [29].

По итогам 2023 г. корпоративные энергетические цели ПАО «Газпром» были полностью достигнуты (таблица 3).

Таблица 3 – Достижение корпоративных энергетических целей ПАО «Газпром» в 2023 г.

Наименование цели	2018 г.	2021 г.	2022 г.	План 2023 г.	Факт 2023 г.	План 2024 г.
Снижение удельного расхода ТЭР при транспортировке, %	100	+1,8	-13,5	-1,2	-13,9	-12,0
Экономия природного газа, млн м ³	2951,9	4009,0	4015,5	3550,2	3719,7	3027,4
Экономия электроэнергии, млн кВт / ч	364,2	377,8	407,2	367,9	389,3	383,3
Экономия тепловой энергии, тыс. Гкал	235,9	185,8	227,9	339,2	346,0	328,1

«Существенное сокращение показателя снижения удельного расхода ТЭР при транспортировке обусловлено снижением товаротранспортной работы на 24,6% относительно уровня 2018 г., а также успешной реализацией энергосберегающих мероприятий» [29].

В 2023 г. большинство показателей в области потребления энергии в Группе Газпром снизились (таблица 4).

Таблица 4 – Потребление энергии в Группе Газпром, млн ГДж

Показатель	2021	2022	2023	Изменение 2023/2022, %
Общее потребление энергии внутри Группы Газпром	3 102,5	2 495,8	2 448,2	–1,9
Общее потребление топлива по Группе Газпром из невозобновляемых источников	3 917,0	3 357,8	3 299,2	–1,7
Общее потребление энергии по Группе Газпром из ВИЭ	47,3	47,3	45,7	–3,3
Электроэнергия, отопление, охлаждение и пар, закупаемые для потребления организациями Группы Газпром	197,7	197,2	204,7	+3,8
Объем собственного производства электроэнергии, отопления, охлаждения и пара	123,2	130,6	128,7	–1,5
Объем проданной электроэнергии, отопления, охлаждения и пара	1 059,5	1 106,5	1 101,4	–0,5

«Увеличение потребления закупаемой электроэнергии, отопления, охлаждения и пара на 3,8% было вызвано ростом производственных показателей ООО «Газпром переработка Благовещенск» и Группы Газпром нефть. Общее потребление энергии из ВИЭ сократилось на 3,3 % по причине снижения выработки электроэнергии на гидроэлектростанциях Газпром энергохолдинга» [29].

Для обеспечения энергоэффективности производственных объектов нефтегазодобычи важным является управление энергоэффективностью. Для оценки уровня управления энергоэффективностью автором предлагается использовать работы авторов – А. Б. Лоскутова, Е. Б. Солнцева, С. А. Петрицкого, П. В. Терентьева. Данная группа авторов исследовала энергоэффективность непромышленных объектов. Набор показателей для оценки не соответствует объекту исследования и не может быть использован для настоящего исследования, однако авторами предложена интересная группировка всех показателей, которая позволяет комплексно подойти к оценке управления энергоэффективностью, в том числе промышленного объекта. В частности, авторами предложена следующая группировка:

- «эффективность реализации энергосберегающих мероприятий;

- персонал, управление энергосбережением;
- наличие (комплектность) документации по энергосбережению;
- финансирование энергосберегающих мероприятий;
- эксплуатация энергохозяйства» [29].

По мнению автора, предложенная группировка показателей может быть применена для промышленного объекта и обеспечит комплексный подход к оценке управления энергоэффективностью. Однако набор показателей в каждой группе должен соответствовать объекту исследования.

Отобранные показатели для оценки энергоэффективности производства нефтегазодобывающего предприятия представлены на рисунке 17.

Управление энергоэффективностью	•Наличие политики по энергоэффективности •Наличие программы энергосбережения на отчетный период •Включение показателей программы в отчеты (годовой, об устойчивом развитии, экологический)
Финансирование энергоэффективности	•Индекс инвестиций в производство (в сравнении с лидером рынка) •Доля инвестиций в производство в активах (в сравнении с лидером рынка)
Экономическая эффективность	•Экономия ТЭР в общем потреблении (в сравнении с лидером рынка) •Доля собственной генерации в общем объеме потребления (в сравнении с лидером рынка) •Уровень использования ПНГ
Персонал	•Наличие аттестованного персонала по энергоэффективности •Ежегодное повышение квалификации персонала по энергоэффективности
Эксплуатация основных фондов	•Коэффициент обновления (в сравнении с лидером рынка) •Коэффициент износа (в сравнении с лидером рынка)

Рисунок 17 – Авторская группировка показателей для оценки энергоэффективности в нефтегазодобыче

Все показатели разбиты на группы для обеспечения комплексности исследования. В каждой группе выделено 2-3 показателя, информация для расчета которых размещена в открытых источниках.

Предложенная автором система показателей дополнена оценкой интегрального показателя энергоэффективности.

Для расчета интегрального показателя энергоэффективности производства ПАО «Газпром» за основу принята методика, предложенная авторами А. Б. Лоскутов, Е. Б. Солнцев, С. А. Петрицкий, П. В. Терентьев.

Суть методики расчет интегрального показателя заключается в следующем: «формируется перечень показателей, сгруппированных по основным направлениям.

Затем, методом экспертных оценок определяется значимость каждого показателя ($1 \dots N_{пг}$) и значимость каждого направления ($K_{зн}$). $K_{зн}$ - значимость направления» [29].

Далее рассчитывается коэффициент значимости показателей ($K_{зп}$) по формуле (1):

$$K_{зп} = (N_{пг} + 1 - N_i) \cdot \frac{100}{N_{пг}}, \quad (1)$$

где « $N_{пг}$ - количество показателей в группе;

N_i - важность (значимость) i -го показателя» [29].

Рассчитывается взвешенное значение коэффициента значимости показателя, $K_{зв}$ по формуле (2):

$$K_{зв} = K_{зп} \cdot K_{зн}, \quad (2)$$

где $K_{зн}$ - значимость направления.

Рассчитывается максимальная величина единичного показателя энергоэффективности, $Ke_{\max}$ по формуле (3):

$$Ke = (K_{\Sigma} / \Sigma K_{\Sigma} \cdot 100). \quad (3)$$

«Для итоговой комплексной оценки энергоэффективности объекта предложен интегральный показатель энергоэффективности» [29], рассчитываемый по формуле (4):

$$K_i = \Sigma Ke_i \cdot \alpha_i. \quad (4)$$

Показатели оцениваются по следующим критериям: наличие – присваивается значение 1, отсутствие – значение 0. Если по показателю компания находится в лидерах рынка, то присваивается 1, если ниже лидера рынка, то показатель рассчитывается как отношение показателя компании к показателю лидера рынка. Для расчета интегрального показателя определены важность (значимость) показателя внутри каждой группы, коэффициенты значимости согласно предложенной ранее методике. Расчет единичных показателей энергоэффективности приведен в приложении.

Показатели энергоэффективности производства ПАО «Газпром» за последние три года представлены в приложении.

Результаты оценки энергоэффективности производства ПАО «Газпром» в 2021-2023 гг. представлены в приложении.

Уровень интегральной оценки энергоэффективности производства ПАО «Газпром» в 2023 году оценен на 70,95 баллов из 100. Это нормальный уровень энергоэффективности производства. Динамика интегральной оценки приведена на рисунке 18.

Уровень энергоэффективности производства ПАО «Газпром» повысился с 66,15 баллов в 2021 году до 70,95 баллов в 2023 году. Рост показателя составляет 4,8 балла. Динамика свидетельствует об улучшении

энергоэффективности производства в Компании, однако одновременно показывает наличие некоторых проблем.

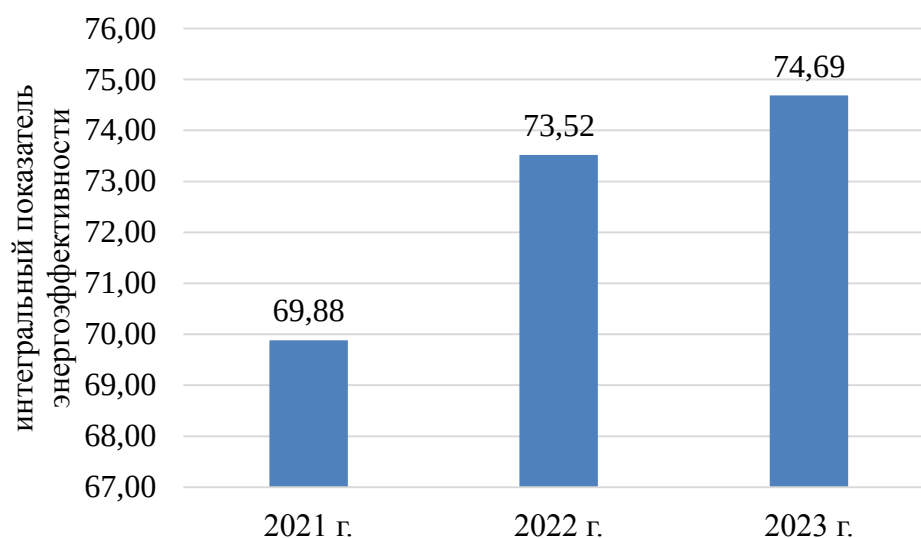


Рисунок 18 – Интегральная оценка энергоэффективности производства ПАО «Газпром»

Снижены показатели в области инвестиций в производство, в том числе в энергоэффективные технологии по сравнению с лидером (ПАО «Лукойл»), сниженные показатели по экономии ТЭР по сравнению с лидерами рынка (ПАО «Сургутнефтегаз»). Низкие показатели по сравнению с лидерами рынка (ПАО «НК «Роснефть») по ежегодному повышению компетенций персонала в области энергоэффективности. Низкие показатели эксплуатации основных фондов, в частности низкий темп обновления фондов по сравнению с лидером рынка (ПАО «РН «Роснефть»), высокий износ фондов по сравнению с лидером рынка (ПАО «Лукойл»), могут стать причиной нерационального потребления и потерь топливно-энергетических ресурсов.

По результатам анализа можно рекомендовать ПАО «Газпром» в течение 1 - 2 лет разработать и реализовать энергосберегающие мероприятия, при этом особое внимание стоит уделять добыче и переработке газа.

Проведенный анализ позволил выявить основные проблемы в области управления энергоэффективностью на уровне Компании:

- сравнительно низкие объемы внедрения энергоэффективных технологий;
- сравнительно низкие показатели развития компетенций персонала в области энергоэффективности и энергосбережения;
- сравнительно низкие темпы обновления основных производственных фондов.

Соответственно основными направлениями по обеспечению техносферной безопасности должны стать: внедрение энергоэффективных технологий, повышение компетенций персонала, обновление основных производственных фондов (рисунок 19).



Рисунок 19 – Основные направления по обеспечению техносферной безопасности ПАО «Газпром»

В рамках направления внедрения энергоэффективного оборудования в нефтедобыче можно рекомендовать применение энергоэффективных решений при магистральном транспорте газа.

«Система охлаждения газа с использованием аппаратов воздушного охлаждения (АВО) на компрессорных станциях позволяет уменьшить энергоемкость магистральных газопроводов. В последние годы доля работающих отечественных АВО увеличилась с 68% в 2013 году до 85% в 2023 году» [28]. «С учетом прогнозов развития газовой отрасли потребность в этом оборудовании с годами будет увеличиваться. Поэтому появление АВО нового

поколения российских производителей позволит снизить энергопотребление и избежать зависимости от импорта» [29].

В данной работе приведен обзор аппаратов воздушного охлаждения газа, представленных в системе газоснабжения в настоящее время в России, и сравнение показателей их энергоэффективности и энергопотребления.

«Основным видом энергии, используемой в системе газоснабжения, является электрическая энергия. Это связано с тем, что при переработке, транспортировке, хранении и распределении природного газа используется различное промышленное оборудование, оснащенное электродвигателями. В качестве рассматриваемой операции в системе газоснабжения было выбрано транспортирование газа. Исследование проводилось на примере АВО газа отечественного производства – промышленного агрегата, который предназначен для охлаждения газа в технологических процессах газовой промышленности» [6].

«В таблице 5 приведены паспортные характеристики фактически используемого оборудования и оборудования нового поколения с представлением наиболее значимых показателей для ознакомления и дальнейшего анализа» [20].

Таблица 5 – Паспортные характеристики аппаратов воздушного охлаждения газа

Наименование показателя	Единица измерения	Тип аппарата (страна изготовитель)		
		2АВГ-75 (Россия)	Nuovo Pignone (Италия)	АВГ-85МГ (Россия)
Рабочее давление	Мпа	7,36	7,36	8,34
Число труб в секции/в аппарате	-	180/540	210/420	249/498
Число вентиляторов	-	2	2	6
Диаметр колеса вентилятора	м	5	-	2,7
Мощность электродвигателя	кВт	37	30	6

«На российских компрессорных станциях магистральных газопроводов более 80% установленных АВО представлены отечественными аппаратами

типа 2ABГ-75 и аппаратами зарубежного производства Nuovo Pignone. Среди АВО нового поколения российских производителей» [12] можно выделить аппарат АВГ-85МГ, разработанный ЗАО «Гидроаэроцентр».

«Для оценки эксплуатации АВО газа использованы средние показатели при нормальных условиях работы и температуре окружающей среды, равной 0°С» [12]. Эксплуатационные характеристики магистрального газопровода приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Показатели работы АВО газа [12]

АВО	Потребляемая мощность, кВт	Температура газа, °С		Атмосферное давление, мм рт. ст.	Плотность газа при н. у., кг/см ³
		на входе АВО	на выходе АВО		
2ABГ-75	37	30	15	760	0,684
ABГ-85МГ	6	30	15	760	0,684

«Рабочее давление переведено из измерительных единиц МПа в кгс/см². При сравнении рабочего давления в АВО 2ABГ-75, равном 75,05 кгс/см², и в АВГ85МГ – 85,04 кгс/см² можно сделать вывод, что энергоэффективность оборудования нового поколения выше, несмотря на то, что мощность электродвигателя в АВГ-85МГ ниже в 6,1 раза» [29].

В рамках направления повышения компетенций персонала рекомендуется организовать обучение в онлайн-режиме по системе повышения энергоэффективности и энергосбережения. Для этого необходимо разработать методический материал по программам обучения для различных категорий работников:

- работников, занятых в процессах закупки оборудования, материалов, услуг (обучение о включении критерия энергоэффективности при технической оценке и выборе поставщика);
- работников, формирующих планы мероприятий по повышению энергоэффективности;
- работников, осуществляющих энергоаудит и мониторинг энергопотребления;

– прочих групп работников.

Для обеспечения мотивации персонала по повышению энергоэффективности в производстве рекомендуется использовать предложенный ранее интегральный показатель энергоэффективности в качестве ключевых показателей эффективности руководителя структурного подразделения и ключевых показателей профильного топ-менеджера. Далее необходимо обеспечить каскадирование ключевых показателей руководителей первого уровня на руководителей второго и третьего уровней в форме интегрального показателя в соответствующей области деятельности.

«Высокую результативность по сохранению природного газа при выполнении ремонтных работ на магистральных газопроводах показал ряд мероприятий» [29], представленных на рисунке 20.

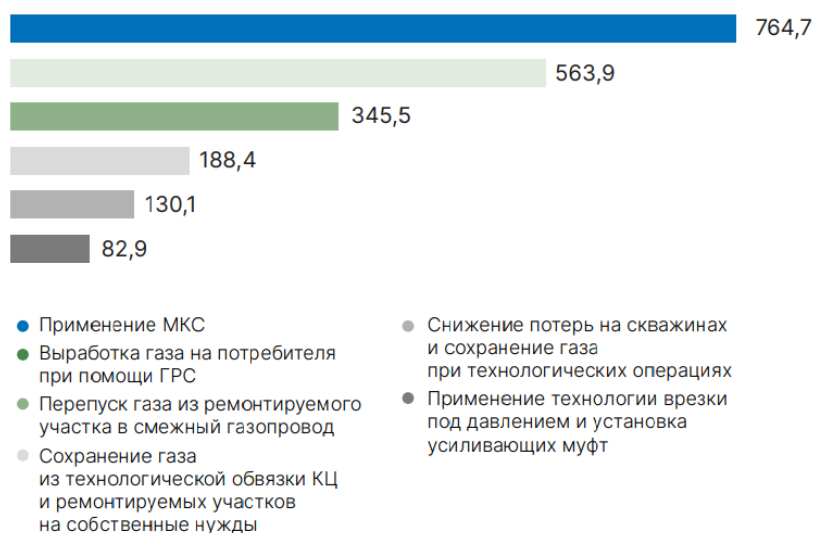


Рисунок 20 – Эффект экономии газа от применения технологий сохранения природного газа при проведении ремонтных работ на объектах ЕСТ в 2023 г., млн м³

Наибольший эффект дает применение мобильных компрессорных станций (МКС).

«Работы по техническому обслуживанию и ремонту трубопроводов, как правило, требуют снижения давления в трубопроводе для удаления газа из

повреждённых участков трубопровода и обеспечения безопасного производства работ. Первый вариант снижения давления – это отсечение повреждённого участка и стравливание газа из этого участка в атмосферу. Второй вариант снижения давления – использование технологии откачки газа с целью снижения давления газа в трубопроводе перед проведением стравливания. Использование технологии откачки газа является предпочтительным, т.к. позволяет сохранить большее количество газа для реализации потребителю и снизить выбросы метана в атмосферу» [29].

«Технология откачки газа реализуется с применением мобильной компрессорной станции (МКС). Мобильная компрессорная станция — это современный комплекс основного и вспомогательного оборудования. Основное оборудование — две мобильные компрессорные установки, в каждой из которых используется компрессор высокого давления мощностью 695 кВт и газопоршневой двигатель мощностью 750 кВт» [12].

«Вспомогательное оборудование включает в себя передвижную авторемонтную мастерскую, передвижной жилой модуль, автомобиль с кран-манипуляторной установкой (КМУ). Также в составе комплекса быстроразъемные шлейфы, укомплектованные гибкими рукавами высокого давления. Они позволяют за сутки соединить точки врезки на расстоянии до 200 метров без применения специального оборудования и сварочных работ. Вспомогательное оборудование обеспечивает мобильной компрессорной установке автономность и мобильность» [29].

На данный момент при помощи МКС сохранено более 1 млрд. куб. м природного газа. Этот объем обеспечил снижение выбросов парниковых газов на 17 млн. т CO₂-эквивалента.

Расширение практики использования МКС требует решений по обновлению основных фондов, то есть инвестиционных затрат. Поэтому для решения данной задачи сформирован альтернативный вариант обеспечения предприятий Группы – аренда МКС.

В данном разделе была проведена оценка влияния внедрения энергосберегающих технологий на экономические параметры продукции. Сделан вывод о том, что на ПАО «Газпром» система управления энергоэффективностью направлена на улучшение энергорезультативности, более эффективное использование энергии, а также снижение выбросов парниковых газов. Область ее применения — управление дочерними обществами, осуществляющими виды деятельности, связанные с добычей и подготовкой природного газа и газового конденсата.

3.2 Анализ и оценка эффективности предлагаемых мероприятий по обеспечению техносферной безопасности в организации

На основе предлагаемых мероприятий, описанных в п.3.1 магистерской диссертации необходимо провести анализ и оценку их эффективности по обеспечению техносферной безопасности в организации.

Преимущество внедрения технического решения - системы охлаждения газа с использованием аппаратов воздушного охлаждения АВГ85МГ обусловлено его конструктивными особенностями. «В отличие от аппарата старого образца, состоящего из трех секций, в которых каждая из секций насчитывает 180 труб, аппарат нового поколения поделён на две секции по 249 труб. Из этого следует, что охлаждение газа происходит быстрее, т. к. одна секция имеет большее количество труб.

Увеличение количества вентиляторов в три раза по сравнению с 2АВГ-75 также способствует более интенсивной работе системы охлаждения» [25]. Основным показателем для определения энергопотребления являются затраты электроэнергии на охлаждение газа.

Сравнение энергопотребления системы охлаждения газа (АВО) с использованием аппаратов воздушного охлаждения представлено на рисунке 21.

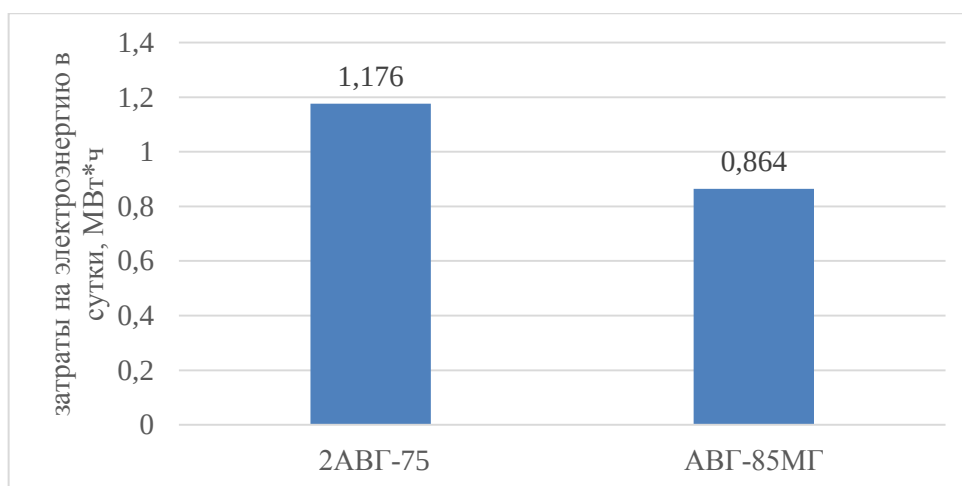


Рисунок 21 – Сравнение энергопотребления системы охлаждения газа с использованием аппаратов воздушного охлаждения

Расчеты показали «снижение энергопотребления для нового АВО газа на 26 %. Для 2ABГ-75 затраты на электроэнергию в сутки составили 1,176 МВт·ч, для ABГ-85МГ – 0,864 МВт·ч.

Чистый экономический эффект от реализации мероприятия составит 3162,53 тыс. руб., чистый дисконтированный эффект составит 1882,98 тыс. руб., период окупаемости 1,71 года, индекс доходности 1,88 ед.» [29].

Таким образом, можно сделать вывод, что использование оборудования нового поколения ABГ-85МГ позволяет значительно сократить производственные издержки в процессе транспортировки природного газа за счет обеспечения наиболее эффективной системы его охлаждения на компрессорных станциях.

Для анализа экономической целесообразности аренды мобильных компрессорных станций (МКС) проведен опрос рынка, проанализированы предложения поставщиков: ООО «Завод дозировочной техники «Ареопак», ООО «Хёрбигер», ООО «Ветэк», ООО «ИнноТехЛаб», ООО «ГЕА Рефрижерейшн РУС», ООО «Невьянский машиностроительный завод», ОАО «РУМО», ООО «Тегас».

Результаты опроса рынка представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Результаты опроса рынка поставщиков МКС [10]

Стадии взаимодействия с изготовителями-поставщиками	Компании							
								
2. Сбор исходных данных, проработка опросных листов, направление официальных писем	+	+	+	+	+	+	+	+
3. Откликнулись на предложение	+	+	+	+	+	+	+	+
4. Техничко-коммерческое предложение	+	+	-	-	+	-	на стадии проекта	+
- Аренда МКУ	161,5 млн руб./год	84,5 тыс. руб./сутки						-
- Покупка МКУ «под ключ»		55 млн руб.			198 млн руб.*			60 млн руб.*

В ходе проведенного анализа предоставленных материалов технико-коммерческой стоимости аренды/покупки МКУ, за проект МКУ было выбрано предложение изготовителя ООО «Хёрбигер». «Изготовитель предлагает за единицу МКУ единичной производительности 13 млн. м³/год: аренду — 84,5 тыс. руб./сутки, покупку — 55 млн. руб. В случае аренды содержание дополнительного привлекаемого персонала, затраты на техническое обслуживание и ремонт компрессорных установок, затраты на электроэнергию, покупка и замена масла входят в стоимость аренды» [12].

Сравнительный анализ эффективности использования мобильных компрессорных установок на правах аренды/собственности представлен в таблице 7.

Как видно из представленного сравнительного анализа использование аренды целесообразно в следующих случаях:

- привлечение МКС на короткий промежуток времени и/или в редких случаях;
- срочность привлечения МКС.

«В случаях больших объемов ремонтных работ на объектах (привлечение на длительный период времени, многократно) целесообразнее использовать МКС по варианту покупки» [32].

Анализ эффективности использования мобильных компрессорных установок на правах аренды/собственности представлен в таблице 8.

Таблица 8 – Сравнительный анализ эффективности использования мобильных компрессорных установок на правах аренды/собственности

Мероприятие	Преимущества	Недостатки
Аренда МКУ	1) Содержание дополнительного персонала, затраты на техническое обслуживание и ремонт КУ, затраты на электроэнергию, покупка и замена масла входит в стоимость Аренды 2) Отсутствие капитальных вложений 3) Возможность быстрой мобилизации, возможность использования на короткое время	Значительное увеличение операционных затрат за счет высокой стоимости арендной платы
Покупка МКУ	1) Возможность задействования высвободившихся единиц МКУ на других объектах 2) Возможность использования длительное время	1) Высокие капитальные затраты 2) Необходимость содержание дополнительного персонала 3) Дополнительные затраты на обслуживание МКС

Ожидаемое изменение показателей представлено в таблице 9.

Таблица 9 – Оценка изменения единичных показателей управления энергоэффективностью ПАО «Газпром»

Показатель	ПАО «Газпром»		Лидер рынка	В сравнении с лидером рынка	
	факт	проект		факт	проект
Доля инвестиций в производство в активах (в сравнении с лидером рынка)	0,045	0,045	0,20	0,222	0,223
Экономия топливно-энергетических ресурсов в общем потреблении (в сравнении с лидером рынка)	0,021	0,032	0,06	0,336	0,513
Ежегодное повышение квалификации персонала по энергоэффективности	0,800	1,000	1,00	0,800	1,000

Реализация предложенных направлений повышения энергоэффективности производства ПАО «Газпром» повлияет на следующие единичные показатели управления энергоэффективностью:

- доля инвестиций в производство в активах (в сравнении с лидером рынка);
- экономия топливно-энергетических ресурсов в общем потреблении (в сравнении с лидером рынка);
- ежегодное повышение квалификации персонала по энергоэффективности.

Улучшатся показатели инвестиций в энергосбережение, экономии топливно-энергетических ресурсов и повышения компетенции персонала в области энергоэффективности.

Изменение интегрального показателя управления энергоэффективностью ПАО «Газпром» представлено на рисунке 22.

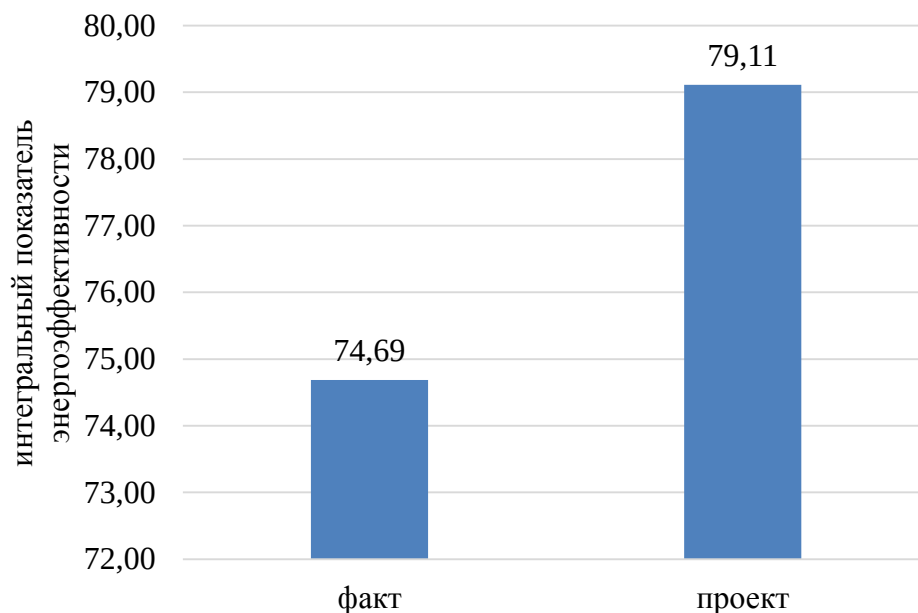


Рисунок 22 – Изменение интегрального показателя управления энергоэффективностью ПАО «Газпром»

После реализации всех предложенных направлений интегральный показатель управления энергоэффективностью компании (при условии

отсутствия прогресса компаний-лидеров) составит 79,11 ед., что является высоким показателем и свидетельствует о высокой эффективности предложенных направлений.

Выводы по разделу 3

Предложенный комплекс мероприятий по повышению энергоэффективности производства ПАО «Газпром» позволяет добиться снижения удельного энергопотребления в таких производственных процессах как магистральный транспорт газа, ремонтные работы на объектах ЕСГ. Это позволяет добиться высоких показателей экономии энергетических ресурсов в Компании и повысить свою конкурентоспособность на нефтегазовых рынках. Даны рекомендации по выбору способа привлечения МКС для сохранения природного газа при проведении ремонтных работ на объектах ЕСГ. Даны рекомендации по повышению компетенций персонала в области энергосбережения и энергоэффективности. В совокупности предложенные подходы способны создать системный подход к повышению энергоэффективности ПАО «Газпром».

В данном разделе проведены анализ и оценка эффективности предлагаемых мероприятий по обеспечению техносферной безопасности в организации. Преимущество внедрения технического решения – системы охлаждения газа с использованием аппаратов воздушного охлаждения АВГ85МГ обусловлено его конструктивными особенностями.

По результатам анализа сформированы три основных направления повышения энергоэффективности: внедрение энергоэффективных технологий, развитие компетенций персонала в области энергоэффективности и энергосбережения, обеспечение основными производственными фондами.

В рамках направления внедрения энергоэффективного оборудования в нефтедобыче можно рекомендовать применение энергоэффективных решений при магистральном транспорте газа. Путем сравнительного анализа разных технических решений предложен к использованию наиболее энергоэффективный аппарат воздушного охлаждения газа.

Заключение

По результатам исследования можно сделать следующие выводы.

В первой главе работы были, прежде всего, определены основные направления применения энергосберегающих технологий в нефтегазовом комплексе. Выявлено, что энергетическая эффективность технологических процессов в значительной мере зависит от первоначальной обработки используемого сырья.

Кроме того, в первой главе рассматривались основные принципы энергосбережения в нефтегазовом комплексе, среди которых особое значение имеет выбор оптимального вида сырья, комбинирования процессов, установок и производства, а также совершенствование технологии с целью снижения удельной энергоемкости. При сравнении альтернативных подходов к выпуску идентичной продукции автор пришел к выводу о том, что необходим предметный анализ энергетических затрат, сосредоточившись на конечных затратах энергии. После такого анализа предстоит выбор наиболее приемлемого метода, обеспечивающего снижение энергопотребления.

Во второй главе был проведен сравнительный анализ отечественных и зарубежных технологий энергосбережения. В России, в основном, в целях совершенствования технологии энергосбережения используют энергию охлаждения, горения, теплообменники.

В результате проведенного анализа методических подходов к оценке автором предложен набор показателей для оценки управления энергоэффективностью, сгруппированных в пять групп: управление энергоэффективностью, финансирование энергоэффективности, экономическая эффективность, персонал, эксплуатация основных фондов. Предложенная автором система показателей дополнена интегральным показателем энергоэффективности.

По предложенной автором методике проведен анализ энергоэффективности ПАО «Газпром», который показал, что уровень

энергоэффективности Компании повысился с 66,15 баллов в 2021 году до 70,95 баллов в 2023 году. В то же время выявлено, что снижены показатели в области инвестиций в производство, в том числе в энергоэффективные технологии, сниженные показатели по экономии ТЭР, низкие показатели по ежегодному повышению компетенций персонала в области энергоэффективности, низкие показатели эксплуатации основных фондов, в частности низкий темп обновления фондов.

По результатам анализа сформированы три основных направления повышения энергоэффективности: внедрение энергоэффективных технологий, развитие компетенций персонала в области энергоэффективности и энергосбережения, обеспечение основными производственными фондами.

В рамках направления внедрения энергоэффективного оборудования в нефтедобыче можно рекомендовать применение энергоэффективных решений при магистральном транспорте газа. Путем сравнительного анализа разных технических решений предложен к использованию наиболее энергоэффективный аппарат воздушного охлаждения газа. В рамках направления повышения компетенций персонала рекомендуется организовать обучение в онлайн-режиме по системе повышения энергоэффективности и энергосбережения. В рамках направления обеспечения основными производственными фондами предложен вариант использования мобильных компрессорных установок на правах аренды. Сформированы рекомендации по использованию МКС в аренду: привлечение МКС на короткий промежуток времени и/или в редких случаях; срочность привлечения МКС.

После реализации всех предложенных направлений интегральный показатель управления энергоэффективностью предприятия (при условии отсутствия прогресса компаний-лидеров) составит 79,11 ед. Таким образом, предложенный комплекс мероприятий по повышению энергоэффективности производства предприятия позволяет добиться снижения удельного энергопотребления и повышения техносферной безопасности.

Список используемых источников

- 1 Абдрахманов И. И. Энергосбережение в электроэнергетике: технологии и подходы // Научный аспект. 2024. Т. 31. № 3. С. 3951-3955.
- 2 Алимгазин А. Ш. Энергосбережение и энергоэффективные технологии // Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии в промышленности. 100 лет отечественного проектирования металлургических печей. Москва: Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС». 2016. С. 238-250.
- 3 Анненкова А. П. Инновационные технологии – путь к энергосбережению // Ресурсосбережение и экология строительных материалов, изделий и конструкций. Курск: Юго-Западный государственный университет. 2019. С. 35-38.
- 4 Барабош С. В. Инновационная система «умный щит» как наиболее эффективная технология энергосбережения и повышения энергетической эффективности // Молодёжь XXI века: шаг в будущее. Благовещенск: Благовещенский государственный педагогический университет. 2017. С. 1208-1209.
- 5 Бейлина Н. Ю., Глаголева О. Ф. Опыт использования смесового сырья для получения коксов улучшенной структуры // Нефтепереработка и нефтехимия. 2020. № 5. С. 6-10.
- 6 Глаголева О. Ф. Капустин В. М. Повышение эффективности процессов подготовки и переработки нефти (обзор) // Нефтехимия. 2020. т. 60. № 6. С. 745-754.
- 7 Глаголева О. Ф., Капустин В. М., Пискунов И. В., Усманов М. Р. Регулирование агрегативной устойчивости сырьевых смесей и товарных нефтепродуктов (обзор) // Нефтехимия. 2020. т. 60, № 5. С. 577-585.
- 8 Глебова Н. С. Применение современных информационных технологий в решении задач энергосбережения // Новые информационные

технологии в нефтегазовой отрасли и образовании. Тюмень: Тюменский индустриальный университет. 2017. С. 100-105.

9 Грибов Е. Е. Совершенствование технологий энергосбережения как фактор обеспечения энергетической безопасности России // Экономика и государство: эффективное управление и взаимодействие: Сборник статей / Под ред. Т. М. Степанян. М.: ООО «МАКС Пресс», 2019. С. 69-73.

10 Дмитриев В. Д. Разработка новых технологий в области энергосбережения // Экономика и предпринимательство. 2022. № 5(142). С. 1457-1460.

11 Капустин В. М., Рудин М. Г., Кукес С. Г. Справочник нефтепереработчика. М.: Химия, 2018. 416 с.

12 Козлова С. С. Технологии энергосбережения и энергосберегающего оборудования для инженерных систем // Молодые ученые – развитию Национальной технологической инициативы (ПОИСК). 2023. № 1. С. 233-234.

13 Королева О. А. Пинч-технология. Энергосбережение в топливно-энергетическом комплексе // Энергосбережение и инновационные технологии. Тюмень: Тюменский индустриальный университет. 2018. С. 76-78.

14 Кулагин К. М. Когенерация как технология энергосбережения // Гагаринские чтения – 2022: Сборник тезисов работ международной молодёжной научной конференции XLVIII, Москва, 12–15 апреля 2022 года. Москва: Издательство «Перо». 2022. С. 792-793.

15 Мухутдинов Р. М. Потенциал энергосбережения с применением технологий интеллектуального здания // Современные проблемы науки и образования: Материалы Международной (заочной) научно-практической конференции, Астана, 20 ноября 2015 года. Астана: Научно-издательский центр «Мир науки». 2015. С. 63-67.

16 Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации: Федеральный закон от 23.11.2009 № 261-ФЗ [Электронный ресурс]. URL:

https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_93978/ (дата обращения: 01.08.2024).

17 Об охране окружающей среды: Федеральный закон от 10.01.2002 N 7-ФЗ [Электронный ресурс]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/?ysclid=m0exfifm1f537717823 (дата обращения: 15.07.2024).

18 Овчинников А. С. Новые технологии в ресурсо-и энергосбережении // НЕФТЬГАЗТЭК. Тюмень: Печатник, 2015. С. 325-328.

19 Перспектива развития современных технологий в области энергетики с целью энергосбережения // Студенческий вестник. 2019. № 19-6(69). С. 71-73.

20 Пискунов И.В. Перспективы развития водородной энергетики и транспорта // Нефть. Газ. Новации. 2020. № 4 (233). С. 18-21.

21 Подтверждение эффективности технологий активного энергосбережения / Т. А. Ахмяров, В. А. Лобанов, А. В. Спиридонов, И. Л. Шубин // Энергосбережение. 2015. № 3. С. 66-80.

22 Путинцев В. А. Новейшие технологии энергосбережения/ Развитие научной, творческой и инновационной деятельности молодёжи Лесниково: Курганская государственная сельскохозяйственная академия им. Т.С. Мальцева. 2016. С. 82-84.

23 Санникова И. О. Биоэнергетика в промышленном и производственном секторе как технология энергосбережения (опыт Великобритании) // Наука и образование: новое время. 2018. № 6(29). С. 77-79.

24 Технологии энергосбережения / К. А. Головин, А. Б. Копылов, А. Д. Золотарев, А. А. Коцинян // Социально-экономические и экологические проблемы горной промышленности, строительства и энергетики. Тула: Тульский государственный университет. 2021. С. 309-312.

25 Убиенных Д. А. Инновационные технологии в энергетике и энергосбережении // Введение в энергетику. Кемерово: Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева. 2016. С. 54.

26 Усманов М. Р., Подвинцев И. Б., Гималетдинов Р. Р. Повышение производительности и эффективности производственных активов. Технологическая поддержка предприятий нефтепереработки, нефтехимии и газопереработки. СПб.: Питер. 2018. 304 с.

27 Холодионова А. С. Энергосбережение и энергосберегающие технологии в Российской промышленности // Фундаментальные научные исследования: теоретические и практические аспекты. Кемерово: Общество с ограниченной ответственностью «Западно-Сибирский научный центр», 2016. С. 320-322.

28 Черепанов А. В. Технологии энергосбережения при эксплуатации газоперекачивающих агрегатов трубопроводного транспорта природного газа // Нефтегазовый терминал. Тюмень: Тюменский индустриальный университет. 2017. С. 218-224.

29 Официальный сайт ПАО «Газпром» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.gazprom.ru/?ysclid=m39z3getfn12932960> (дата обращения: 16.10.2024).

30 Becht M., Bolton P., Röell A., Corporate Governance and Control/ European Corporate Governance Institute (ECGI) - Finance Working Paper. 2012. 122 с.

31 Bloomberg NEF. New Energy Outlook 2020 //Hydrocarbon Engineering. 2020. № 10. V. 20. p. 10-12.

32 Denis Diane K., McConnel John. J., International Corporate Governance European Corporate Governance Institute (ECGI) -Finance Working Paper. 2013. № 05. 34-39.

33 Kalinenko A E. Journey down the stream //Hydrocarbon Engineering. – 2020. № 11. V. 25. p. 12-18.

34 Jir Jarom r Kleme, Petar Sabev Varbanov, Sharifah Rafidah Wan Wan Alwi, Zainuddin Abdul Manan. Process Integration and Intensification: Saving Energy, Water and Resources. Walter de Gruyter GmbH & Co KG. 2014-05-26. 268 с

Приложение А

Показатели эффективности предприятия

Таблица А1 – Расчет единичных показателей энергоэффективности

Показатель	Важность (значимость) показателя, Ni	Коэффициент значимости показателя, Кзп	Взвешенное значение коэффициента значимости показателя, Кзв	Максимальный единичный показатель энергоэффектив ности, Кеэ.мах
Управление энергоэффективностью	К=6			
Наличие политики по энергоэффективности	1	100	600	16,00
Наличие программы энергосбережения на отчетный период	2	66,67	400,02	10,67
Включение показателей программы в отчеты (годовой, об устойчивом развитии, экологический)	3	33,33	199,98	5,33
Финансирование энергоэффективности	К=3			
Индекс инвестиций в производство (в сравнении с лидером рынка)	2	50	150	4,00
Доля инвестиций в производство в активах (в сравнении с лидером рынка)	1	100	300	8,00
Экономическая эффективность	К=6			
Экономия ТЭР в общем потреблении (в сравнении с лидером рынка)	1	100	600	16,00
Доля собственной генерации в общем объеме потребления (в сравнении с лидером рынка)	2	66,67	400,02	10,67
Уровень использования ПНГ	3	33,33	199,98	5,33
Персонал	К=3			
Наличие аттестованного персонала по энергоэффективности	2	50	150	4,00
Ежегодное повышение квалификации персонала по энергоэффективности	1	100	300	8,00
Эксплуатация основных фондов	К=3			
Коэффициент обновления (в сравнении с лидером рынка)	2	50	150	4,00
Коэффициент износа (в сравнении с лидером рынка)	1	100	300	8,00
Итого			3750	100,00

Приложение Б

Показатели энергоэффективности производства

Таблица Б1 – Показатели энергоэффективности производства ПАО «Газпром»

Показатель	ПАО «Газпром»			Лидер рынка	В сравнении с лидером рынка		
	2021 г.	2022 г.	2023 г.		2021 г.	2022 г.	2023 г.
Управление энергоэффективностью							
Наличие политики по энергоэффективности	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Наличие программы энергосбережения на отчетный период	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Включение показателей программы в отчеты (годовой, об устойчивом развитии, экологический)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Финансирование энергоэффективности							
Индекс инвестиций в производство (в сравнении с лидером рынка)	0,95	1,02	1,01	1,01	0,94	1,00	1,00
Доля инвестиций в производство в активах (в сравнении с лидером рынка)	0,05	0,04	0,05	0,20	0,26	0,22	0,22
Экономическая эффективность							
Экономия ТЭР в общем потреблении (в сравнении с лидером рынка)	0,01	0,02	0,02	0,06	0,19	0,26	0,34
Доля собственной генерации в общем объеме потребления (в сравнении с лидером рынка)	0,48	0,49	0,49	0,49	0,98	1,00	1,00
Уровень использования ПНГ	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Персонал							
Наличие аттестованного персонала по энергоэффективности	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Ежегодное повышение квалификации персонала по энергоэффективности	0,50	0,80	0,80	1,00	0,50	0,80	0,80
Эксплуатация основных фондов							
Коэффициент обновления (в сравнении с лидером рынка)	0,05	0,05	0,05	0,10	0,52	0,52	0,49
Коэффициент износа (в сравнении с лидером рынка)	0,80	0,78	0,77	0,31	0,39	0,40	0,40

Приложение В

Оценка энергоэффективности производства

Таблица В1 – Оценка энергоэффективности производства ПАО «Газпром» в 2021-2023 гг.

Показатель	Максимальный единичный показатель энергоэффектив ности, Кеэ.мах	Фактический показатель энергоэффективности, Кеэ		
		2021	2022	2023
Управление энергоэффективностью				
Наличие политики по энергоэффективности	16,00	16,00	16,00	16,00
Наличие программы энергосбережения на отчетный период	10,67	10,67	10,67	10,67
Включение показателей программы в отчеты (годовой, об устойчивом развитии, экологический)	5,33	5,33	5,33	5,33
Финансирование энергоэффективности		0,00	0,00	0,00
Индекс инвестиций в производство (в сравнении с лидером рынка)	4,00	3,76	4,00	4,00
Доля инвестиций в производство в активах (в сравнении с лидером рынка)	8,00	2,12	1,76	1,78
Экономическая эффективность		0,00	0,00	0,00
Экономия ТЭР в общем потреблении (в сравнении с лидером рынка)	16,00	3,08	4,10	5,38
Доля собственной генерации в общем объеме потребления (в сравнении с лидером рынка)	10,67	10,45	10,67	10,67
Уровень использования ПНГ	5,33	5,31	5,33	5,33
Персонал		0,00	0,00	0,00
Наличие аттестованного персонала по энергоэффективности	4,00	4,00	4,00	4,00
Ежегодное повышение квалификации персонала по энергоэффективности	8	4,00	6,40	6,40
Эксплуатация основных фондов		0,00	0,00	0,00
Коэффициент обновления (в сравнении с лидером рынка)	4,00	2,08	2,09	1,95
Коэффициент износа (в сравнении с лидером рынка)	8,00	3,09	3,17	3,18
Итого	100,00	69,88	73,52	74,69