

Интернет-журнал «Отходы и ресурсы» <https://resources.today>
Russian Journal of Resources, Conservation and Recycling

2022, №2 Том 9 / 2022, No 2, Vol 9 <https://resources.today/issue-2-2022.html>

URL статьи: <https://resources.today/PDF/17ECOR222.pdf>

DOI: 10.15862/17ECOR222 (<https://doi.org/10.15862/17ECOR222>)

Ссылка для цитирования этой статьи:

Богомолова, Е. Ю. Хранение и утилизация углекислого газа в рамках исполнения газовой программы и повышения эффективности «зеленых инвестиций» / Е. Ю. Богомолова, И. Д. Елина, З. С. Кузьмина // Отходы и ресурсы. — 2022. — Т. 9. — № 2. — URL: <https://mir-nauki.com/PDF/17ECOR222.pdf> DOI: 10.15862/17ECOR222

For citation:

Bogomolova E.Yu., Elina I.D., Kuzmina Z.S. Storage and utilization of carbon dioxide as part of the implementation of the gas program and improving the efficiency of «green investments». *Russian Journal of Resources, Conservation and Recycling*, 9(2): 17ECOR222. Available at: <https://mir-nauki.com/PDF/17ECOR222.pdf>. (In Russ., abstract in Eng.). DOI: 10.15862/17ECOR222

Богомолова Евгения Юрьевна

ФГБОУ ВО «Байкальский государственный университет», Иркутск, Россия
Доцент
Кандидат экономических наук, доцент
E-mail: bogomolova-e-u@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5425-9331>

РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=387294

Елина Ирина Дмитриевна

ФГБОУ ВО «Байкальский государственный университет», Иркутск, Россия
Студент, магистрант направления подготовки «Экономика нефтегазового комплекса»
E-mail: Irina.pozdnyakova98@yandex.ru

Кузьмина Зоя Станиславовна

ФГБОУ ВО «Байкальский государственный университет», Иркутск, Россия
Студент, магистрант направления подготовки «Экономика нефтегазового комплекса»
E-mail: zoia.kuzmina@icloud.com

РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=1055790

Хранение и утилизация углекислого газа в рамках исполнения газовой программы и повышения эффективности «зеленых инвестиций»

Аннотация. Цель исследования — снижение уровня негативного влияния выбросов газа на месторождения Акционерного Общества «Верхнечонскнефтегаз» за счет хранения и утилизации диоксида углерода в рамках использования газовой программы. В данном исследовании авторами рассмотрена актуальность темы, проанализирован разный спектр проблем утилизации попутного нефтяного газа встречающихся в нефтегазодобывающей отрасли, изучены существующие варианты его дальнейшего использования и хранения, рассмотрены их преимущества и недостатки. Указаны законодательные и нормативно-правовые акты, с помощью которых Российская Федерация регулирует вопросы снижения углеродного следа. В статье проведен анализ применения двух методов хранения и утилизации углекислого газа на месторождениях в рамках осуществления деятельности Акционерного Общества «Верхнечонскнефтегаз». Определены различные варианты дальнейшего использования и хранения попутного нефтяного газа, а также оценена его эффективность.

Наряду с уже применяемым методом закачивания в пласт, рассмотрен вариант реализации газа в магистральный газопровод «Сила Сибири». Рассмотренные методы могут быть использованы в любых дочерних обществах Публичного Акционерного Общества «Нефтяная компания «Роснефть» с целью оптимизации расходов на оплату платежей за сжигание углекислого газа, а также достижения углеродной нейтральности. В статье даны характеристики применяемых методов декарбонизации; выполнен анализ текущего состояния утилизации газа, а также предпосылок к реализации проектов экологической утилизации углекислого газа; рассмотрены преимущества и недостатки методов его хранения и утилизации; приведен расчет экономической эффективности внедрения технологии хранения и утилизации газа на примере месторождений АО «Верхнечонскнефтегаз».

Ключевые слова: энергетика; нефтегазовый комплекс; хранение и утилизация углекислого газа; зеленые инвестиции; попутный нефтяной газ; подземные хранилища газа; экономическая эффективность; АО «Верхнечонскнефтегаз»; ПАО «НК «Роснефть»

Введение

В последние годы все чаще поднимается вопрос об изменении климата, о «глобальном» потеплении на планете. Рост потребления ископаемых видов топлива; уничтожение лесов, как за счет вырубок, так и за счет пожаров; колоссальные изменения в землепользовании привели к беспрецедентному росту концентрации парниковых газов в атмосфере (прежде всего углекислого газа, метана, закиси азота и др.). Более 60 % от общего объема выбросов парниковых газов от хозяйственной деятельности в мире и в России происходит за счет сжигания угля, нефтепродуктов и газа. Потребление этих энергоресурсов в мире постоянно растет, что ведет к дальнейшему усилению парникового эффекта. По оценкам экспертов, в скором времени ущерб будет достигать 5–20 % глобального ВВП в год [1]. Попытки перейти на «зеленую энергетику» за счет солнечной и ветровой энергии пока очень рискованные, так как напрямую зависят от погодных условий. На рисунке 1 представлена динамика добычи нефти и выбросов газа в мире 2005–2019 гг.

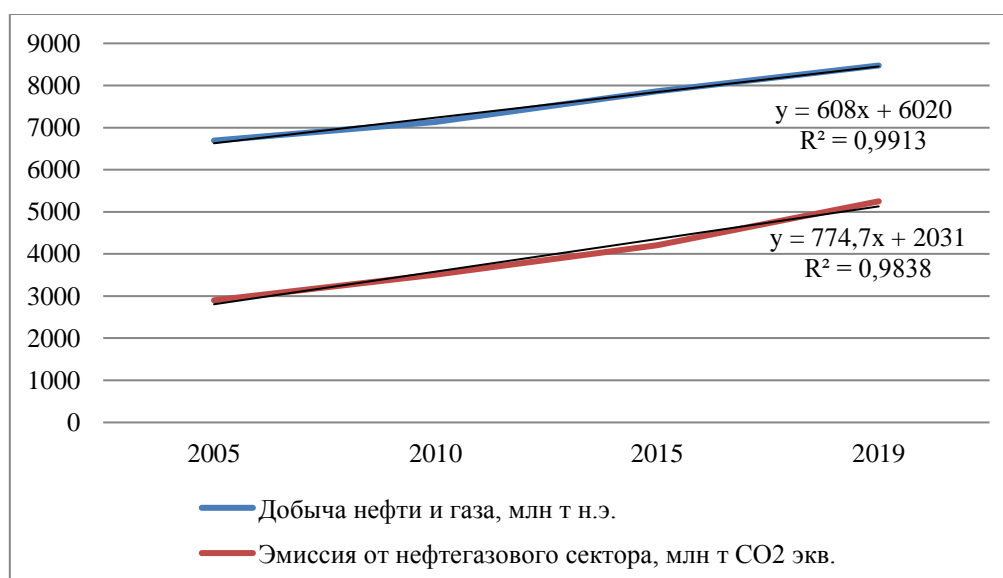


Рисунок 1. Динамика добычи нефти и выбросов газа в мире (рисунок авторов)

За анализируемый период (2005–2019 гг.) при росте объема добычи нефти на 27 %, прирост эмиссии CO₂ (углекислый газ, диоксид углерода) составил 81 %. Если проанализировать линии тренда, то с каждым годом средний абсолютный прирост эмиссии от

нефтегазового сектора (747,7 млн т CO₂ экв.) больше абсолютного прироста добычи нефти и газа (608 млн т н.э.). Необходимо учесть, что доля нефтегазового сектора в суммарных мировых выбросах CO₂ около 13 %¹.

Для снижения последствий изменения климата Европейская экономическая комиссия Организации Объединенных Наций изучает возможности достижения углеродной нейтральности (или другими словами, декарбонизации). Для достижения «нулевых чистых выбросов» в течение следующих 30 лет необходимо удалить 90 гигатонн CO₂ [1]. Улавливание, использование и хранение углерода является важной технологией в решении этой задачи, которая предполагает возможность улавливать новые выбросы CO₂ у источника или извлекать скрытые выбросы из воздуха и направлять их в подземное хранилище на неопределенный срок. В Восточной Сибири в последние годы быстрыми темпами развивается нефтегазовая отрасль. Разрабатываются новые месторождения, увеличиваются объемы добычи нефти, соответственно и попутного нефтяного газа. Проблема утилизации попутного нефтяного газа для предприятий нефте-газового комплекса Сибири также актуальны, как и для всего мира [2].

Цель исследования — снижение уровня негативного влияния выбросов газа на месторождениях Акционерного Общества «Верхнечонскнефтегаз» за счет хранения и утилизации диоксида углерода в рамках использования газовой программы.

Задачи исследования:

- изучить проблемы утилизации попутного нефтяного газа;
- рассмотреть возможности эффективного хранения и утилизации диоксида углерода на месторождениях АО «Верхнечонскнефтегаз».

Методы

Информационной базой для исследования послужили данные официального сайта ПАО «НК «Роснефть», данные «Стратегии социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года».

При проведении исследования применены общенаучные методы познания: анализ и синтез, а также методы сравнительного, горизонтального и трендового анализа.

Проблема утилизации попутного нефтяного газа

В России проблема воздействия выбросов CO₂ на окружающую среду, в отличие от других стран мира, пока имеет низкую приоритетность. Национальной целью является снижение выбросов до 75 % от уровня 1990 г., однако реальное государственное стимулирование отсутствует в нефтегазовой сфере в том числе.

Изначально ПНГ (попутный нефтяной газ) сжигали на факельных установках. Сейчас же существует возможность его дальнейшего использования в качестве ценного природного ресурса после процесса очистки и дополнительной подготовки. В связи с этим вопрос по рациональной утилизации попутного нефтяного газа всегда находится в повестке у

¹ Декарбонизация нефтегазовой отрасли: международный опыт и приоритеты России // Центр энергетики Московской школы управления СКОЛКОВО — 2021. [Электронный ресурс]. URL: https://energy.skolkovo.ru/downloads/documents/SEneC/Research/SKOLKOVO_EneC_Decarbonization_of_oil_and_gas_RU_22032021.pdf.

предприятий региона в рамках экологической ответственности предприятий нефтегазового комплекса [1].

Регулирование выбросов на законодательном уровне находится на начальной стадии: начиная с 2012 г. нефтедобывающим компаниям допускается сжигать не более 5 % добытого попутного нефтяного газа, остальное должно быть утилизировано.

Уровень выбросов газов в эквиваленте диоксида углерода по секторам нефтегазовой отрасли представлен на рисунке 2.

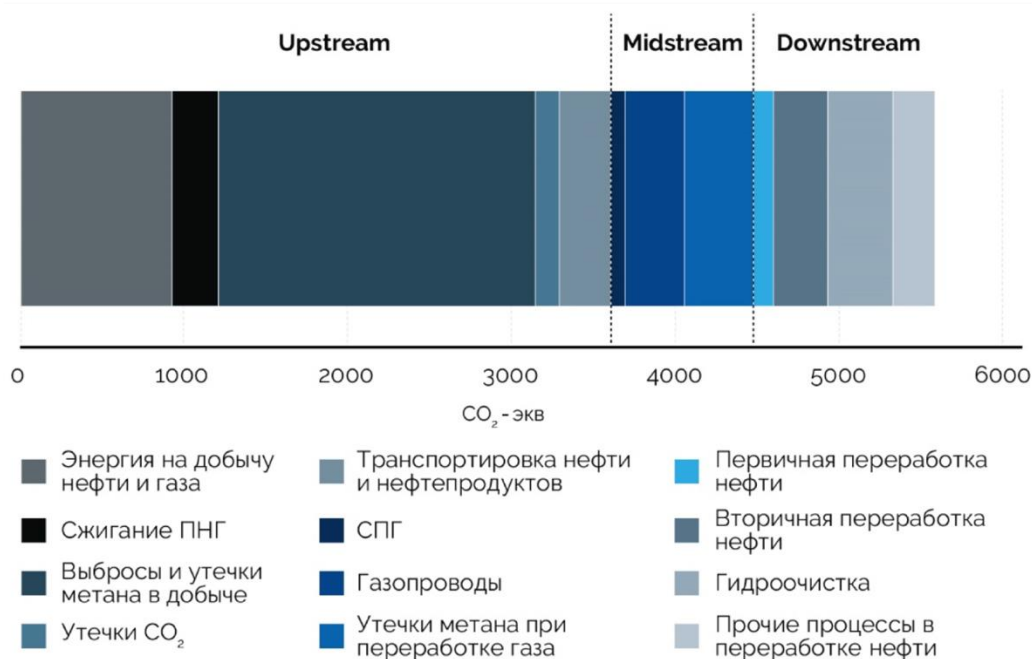


Рисунок 2. Эмиссия газа по цепочке создания стоимости¹

Как видно из графика, максимальный объем эмиссии газа происходит на этапе добыча нефти и газа (прямые выбросы) — 59 %; 27 % эмиссии происходит на этапе переработки и сбыта нефти (косвенные выбросы) и на этапе транспортировка нефти, сотрудников, материалов и оборудования и прочее происходит 14 % выбросов (прочие косвенные выбросы), также данная проблема рассматривается в работах: [3; 4].

Для решения данной проблемы применяют различные методы декарбонизации:

1. Повышение операционной эффективности: переработка, повторное использование и утилизация выбросов парниковых газов, энергоэффективность, требования к поставщикам и подрядчикам по снижению углеродного следа.
2. Эффективная монетизация газа: отказ от сжигания, предложения по способам реализации газа.
3. Переход на низкоуглеродные источники энергоснабжения предприятия: аккумулирование энергии, биотопливо, низкоуглеродное топливо.
4. Оптимизация портфеля активов: дивестиции (отказ от неэффективных углеродных активов, фокусировка на инновациях).
5. Внедрение технологий улавливания, утилизации и хранения (захоронения) углерода и использование водорода в качестве топлива.
6. Разработка стандартов и требований, включение обезуглероживания в бизнес-стратегии [5].

В 2015 г. было принято Парижское соглашение с целью сдерживания повышения средней глобальной температуры и переход к низкоуглеродному развитию. К нему присоединились 189 стран, включая Россию. К 2050 г. выброс CO₂ должны сравняться с объемами его улавливания и поглощения. Главная цель — углеродная нейтральность. В декарбонизации начинает активную роль играть и финансовый сектор, предоставляя целевые кредиты, зеленые облигации, страхование с индексом погодных условий, льготные тарифы, налоговые льготы, национальные банки развития, политика раскрытия информации и национальные климатические фонды, механизмы отчетности и проч.

По состоянию на сентябрь 2021 г. в мире насчитывается 27 объектов хранения углекислого газа общей мощностью 36,6 млн т в год. Из них 21 объект связан с увеличением нефтеотдачи [6]. В основном действующие предприятия по хранению углекислого газа расположены в США. Это связано не только с наличием разветвленной сети трубопроводов, но и спросом на CO₂ для повышения нефтеотдачи, а также программами государственного финансирования.

В исследовании PwC «ESG-фактор в инвестировании»² утверждается, что климатическими вопросами обеспокоены 83 % инвесторов. Международные инвесторы при принятии решений все больше внимания уделяют этическим аспектам бизнеса — ESG-факторы (Environmental. Social. Governance — влияние на экологию, социальную среду, управление).

В России регулируют вопросы снижения углеродного следа, следующие законодательные и нормативно-правовые акты: Федеральный закон от 02.07.2021 № 296-ФЗ. «Об ограничении выбросов парниковых газов», Указ Президента Российской Федерации от 4 ноября 2020 г. № 666 «О снижении выбросов парниковых газов», Постановление Правительства Российской Федерации от 30 ноября 2021 г. № 2127 «О порядке подготовки, согласования и утверждения технических проектов разработки месторождений полезных ископаемых, технических проектов строительства и эксплуатации подземных сооружений, технических проектов ликвидации и консервации горных выработок, буровых скважин и иных сооружений, связанных с пользованием недрами, по видам полезных ископаемых и видам пользования недрами», «Методические указания и руководство по количественному определению объема выбросов парниковых газов организациями, осуществляющими хозяйственную и иную деятельность в Российской Федерации», утвержденные Приказом Минприроды РФ от 30 июня 2015 г. № 300.

Кроме того, в 2021 г. Международный валютный фонд предложил увеличить обязательства в рамках Парижского соглашения, установив в дополнение к текущим мерам политики трехуровневый минимальный тариф за выбросы углерода только в шести участвующих регионах (Канада, Китай, Европейский Союз, Индия, Соединенное Королевство и США) — на уровне 75 долл. США, применительно к странам с высоким и средним уровнем дохода — 50 и 25 долл. США применительно к странам с формирующимся рынком [7].

С внедрением этой методики, к 2030 г. возможно сокращение глобального мирового объема выбросов углерода на 23 % ниже по сравнению с базовым уровнем. Этого будет достаточно, чтобы привести выбросы в соответствие с целью удержания роста глобальной температуры ниже 2°C.

1. CCUS (Carbon Capture, Utilization and Storage — *улавливание, использование и хранение углерода*) представляет собой технологическую цепочку. Принято применять «следующее разделение технологий CCUS.

² ESG Факторы в инвестировании // PwC — 2019. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.pwc.ru/ru/sustainability/assets/pwc-responsible-investment.pdf>.

2. CCS (Carbon Capture and Storage — *улавливание и хранение углерода*) — включает захват, транспортировку и закачку CO₂ в глубокие геологические формации для постоянного хранения. Газ хранится в пористых и проницаемых слоях горных пород на глубине нескольких тысяч метров. Он закачивается через скважины, которые потом убирают и «закупоривают» цементом, для предотвращения утечки.
3. CCU (Carbon Capture and Utilization — *улавливание и использование углерода*) — включает улавливание и использование уловленного CO₂ для производства сырья или продуктов с экономической ценностью.
4. CCUS (Carbon Capture, Utilization and Storage — *улавливание, использование и хранение углерода*). Включает CCS, CCU, а также технологии, в которых CO₂ используется и хранится. Примерами являются закачка в нефтегазовые месторождения, находящиеся на завершающем этапе разработки, для увеличения нефтеотдачи и использование в производстве строительных материалов, в которых часть или весь CO₂ хранится постоянно» [6].

Существуют различные варианты дальнейшего использования и хранения попутного нефтяного газа:

Вариант 1. Применение в качестве методов увеличения нефтеотдачи:

- закачка в пласт карбонизированной воды (вода, насыщенная CO₂);
- закачка в пласт непосредственно CO₂ в газообразном или жидком состоянии;
- закачка в пласт углекислого газа в сверхкритическом состоянии.

Несмотря на преимущество в том, что использование CO₂ увеличивает вязкость минерализованных вод при обратном положительном эффекте для нефти, в качестве недостатка выделяют тот факт, что операционные издержки при закачке CO₂ в пласт достигают до 55 % от суммарных затрат — это приводит к удорожанию добычи нефти на 10–50 долл./баррель.

Вариант 2. Закачка в геологические структуры, такие как резервуары нефти и газа; глубоко залегающие соленосные формации; не имеющие промышленного значения угольные пласты; базальтовые породы. При этих вариантах проявляются следующие преимущества: при растворении в нефти углекислый газ способствует увеличению нефти в объеме, что в свою очередь способствует вытеснению остаточной неподвижной нефти, т. к. CO₂ способен растворяться в нефти и пластовой воде в большей степени по сравнению с другими газами. Но существует риск утечки, т. к. важно наличие хорошо герметизирующей перекрывающей породы над избранным для хранения резервуаром [8].

Вариант 3. Хранение в океане, что предполагает долгосрочный период утилизации, возможность больших объемов к закачке. Однако этот вариант пока носит исследовательский характер, возможен ущерб морским организмам.

Вариант 4. Карбонизация минералов и промышленное использование. Несмотря на то, что отсутствует риск утечки, однако в настоящее время невозможно определить в какой степени может быть использована карбонизация минералов.

Возможности эффективного хранения и утилизации CO₂

В последнее время все большую популярность приобретают так называемые «зеленые инвестиции» — инвестиции в проекты, которые дают возможность не только заработать, но и не оказывать негативного влияния на окружающую среду. Улучшение показателей добычи на

текущих месторождениях, повышение уровня нефтеизвлечения, в том числе за счет закачки газа в пласт, улучшит финансовые и инвестиционные показатели компаний [9].

Стратегия развития ПАО «НК «Роснефть»³ и ее дочерних организаций «Роснефть-2030» предполагает следующие индикаторы в зависимости от прогнозного периода:

В краткосрочном периоде: сокращение абсолютных выбросов парниковых газов из источников, находящихся в собственности или управлении компаний, а также выбросов от производства энергии, используемой в процессе производства, на 5 % к 2025 г.

В среднесрочном периоде:

- нулевое рутинное сжигания попутного газа к 2030 г.;
- сокращение удельных выбросов парниковых газов в сегменте разведки и добычи до уровня менее 20 кг CO₂-экв./барр. н.э. к 2030 г. или ранее;
- снижение интенсивности выбросов метана до уровня менее 0,2 % к 2030 г.;
- сокращение абсолютных выбросов парниковых газов более чем на 25 % к 2035 г.

В долгосрочном периоде: углеродная нейтральность к 2050 г.

Эти мероприятия являются продолжением Плана по углеродному менеджменту до 2035 г. и будут способствовать ускорению инициатив по декарбонизации. На рисунке 3 показано, что в Стратегии развития ПАО «НК «Роснефть» снижение углеродного следа занимает ключевую позицию.



Рисунок 3. Ключевые индикаторы стратегии «Роснефть-2030»³

Реализация стратегии Компании будет способствовать достижению целей «Стратегии социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 г.», а также Парижского соглашения по климату.⁴

³ ПАО «НК «Роснефть»: офиц. сайт. [Электронный ресурс]. — URL: https://www.rosneft.ru/upload/site1/document_cons_report/Q42021_Results_RUS_final.pdf.

⁴ Стратегия социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года / утв. распоряжением Правительства Российской Федерации от 29 октября 2021 г. № 3052-п URL: <http://static.government.ru/media/files/ADKkCzp3fWO32e2yA0BhtIpyzWfHaiUa.pdf>.

Для внедрения технологии CCUS было выбрано одно из дочерних предприятий ПАО «НК «Роснефть» — АО «ВЧНГ», как наиболее подходящая компания связи с тем, что Северо-Даниловское месторождение расположено вблизи с компрессорной станцией Чайнинского месторождения, у которого есть перспектива реализации CO₂ из данного хранилища при подключении к МГ «Сила Сибири» (магистральный газопровод «Сила Сибири»).

Методы регулирования, применяемые на предприятии АО «ВЧНГ»:

- анализ структуры выбросов газов, за которые ответственны нефтегазовые предприятия;
- «зеленые» цели, стратегии, программы, в том числе бизнес-планирование;
- сравнительный анализ экономики проектов декарбонизации;
- создание условий на месторождении.

Описание технологического процесса реализации эффективной Газовой Технологии компании АО «ВЧНГ» представлено на рисунке 4.



Рисунок 4. Процесс реализации эффективной Газовой Технологии АО «ВЧНГ»⁵

⁵ Верхнечонскнефтегаз: эффективные газовые технологии. [Электронный ресурс]. — URL: <https://www.irk.ru/news/tarticles/20210723/rosneft/>.

На Верхнечонском месторождении в результате проведенного геолого-промыслового анализа под ПХГ (подземное хранилище газа) был выбран карбонатный коллектор осинского горизонта, обладающий лучшими характеристиками для организации подземного хранилища: расположен на минимальной глубине — 1 300 метров относительно остальных залежей месторождения и перекрыт солями с прослоями доломитов общей мощностью в среднем 200 м. Хранилище занимает площадь 330 км², общий объем финансирования проекта — более 8,7 млрд руб.⁵ С начала запуска подземного хранилища в осинский горизонт закачано свыше 2,5 млрд м³ попутного нефтяного газа. Текущее состояние утилизации CO₂ в АО «ВЧНГ» по итогам 2021 г. порядка 30 % используется для собственных нужд, чтобы обеспечивать жизнедеятельность месторождения (энергетические комплексы, технологические нужды). В течение 2019 г. АО «ВЧНГ» довел уровень утилизации газа до 97 %: на предприятии газ закачивается во ВПХГ (временное подземное хранилище газа) и сохраняется там для реализации в дальнейшем. В этом и есть отличительная особенность: сохраняются запасы газа, которые в дальнейшем, по мере необходимости можно снова «добыть». В результате реализованных в 2020 г. мероприятий удалось сократить объем выбросов в атмосферу на 14 %.⁵

Текущая мощность ПХГ (с учетом дополнительного бурения газонагнетательных скважин в 2023 г.) составляет 17,4 млрд м³. Такой объем хранилища позволит закачивать газ до 2039 г.

Для сравнительного анализа экономической эффективности были выбраны два наиболее подходящих метода хранения и утилизации CO₂ в рамках деятельности АО «ВЧНГ»:

1. Закачивание в пласт для хранения и возможного последующего использования (данный метод уже используется компанией).
2. Монетизации газа в МГ «Сила Сибири».

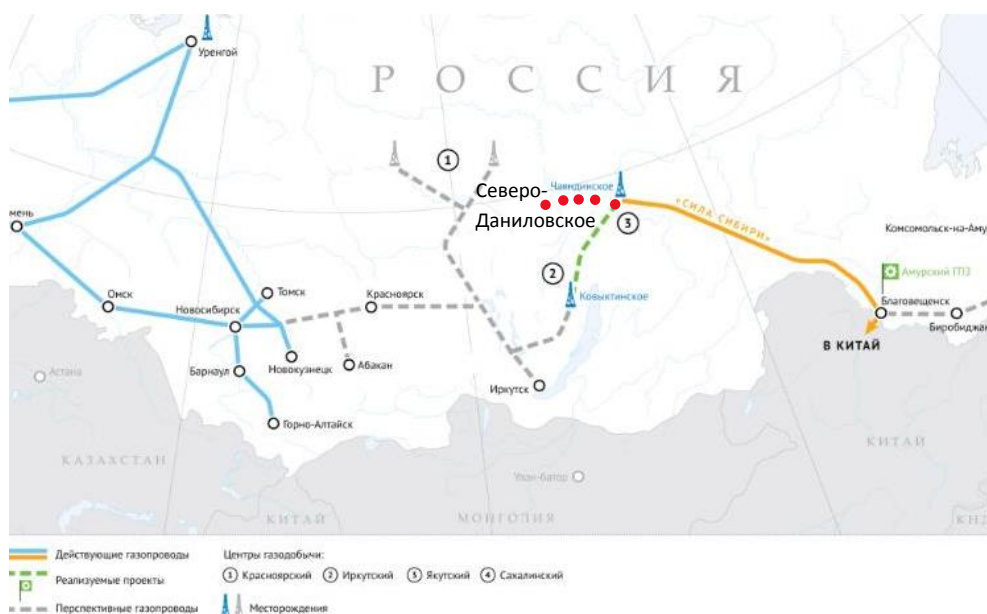


Рисунок 5. Схема МГ «Сила Сибири» с подключением Северо-Даниловского месторождения⁶

При реализации второго варианта операционными затратами выступают: затраты на подготовку конденсата, затраты на добычу и подготовку природного газа, затраты на закачку газа (пара), электроэнергия, обслуживание газовых скважин, обслуживание дорог,

⁶ Газопровод «Сила Сибири»: информ. Портал. — [Электронный ресурс]. URL: <https://gazoprovod-sila-sibiri.ru/>.

обслуживание высоковольтных линий, обслуживание трубопроводов. Капитальные затраты: стоимость строительства газовых скважин, затраты на промышленное строительство, оборудование, не входящее в смету строек.

Схема подключения Северо-Даниловского месторождения к МГ «Сила Сибири», а именно на компрессорной станции Чаяндинского месторождения представлена на рисунке 5.

Сегодня МГ «Сила Сибири» получает газ из Чаяндинского месторождения. По проекту ПАО «Газпром» в конце 2022 г. подача газа в трубу должна начаться еще с Ковыктинского месторождения.

В связи с тем, что Северо-Даниловское месторождение расположено вблизи с Чаяндинским месторождением и на его территории располагается ВПХГ, имеется перспектива реализации газа при подключении к МГ «Сила Сибири». На рисунке 6 представлен прогноз доходов и затрат при реализации газа в дальнейшем.

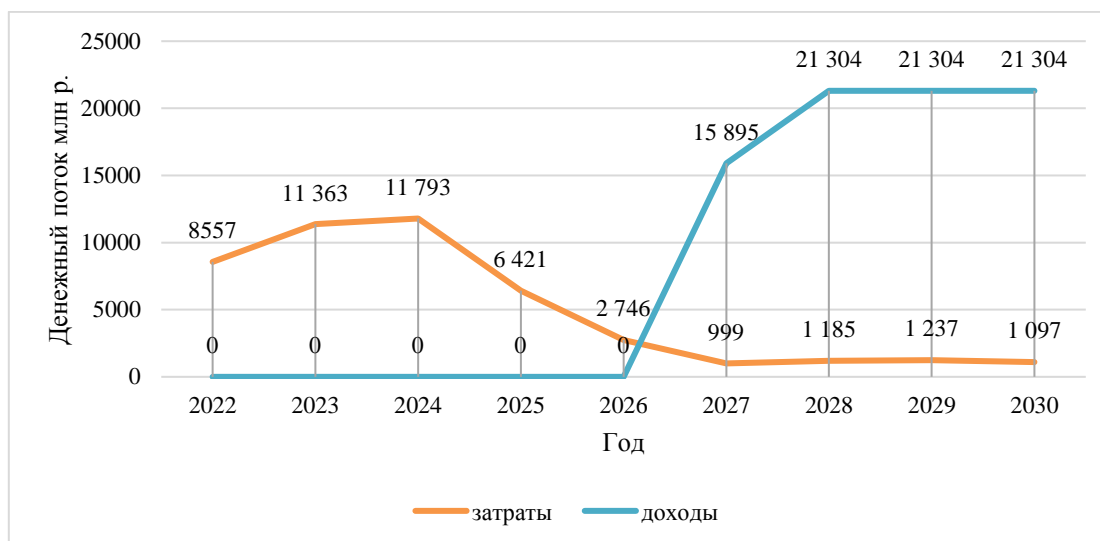


Рисунок 6. Динамика экономических показателей продажи газа на компрессорной станции Чаяндинского месторождения, млн р. (разработано авторами)

Цены на продажу газа взяты исходя из среднего уровня цен в 2021 г. С учетом геополитической ситуации в мире в 2022 г. цены на газ увеличились, что приведет к увеличению объема выручки. Так же для последующей закачки в пласт и поддержания пластового давления во временном подземном хранилище будет закачиваться в МГ «Сила Сибири» не весь объем газа.

Реализация варианта монетизации газа в МГ «Сила Сибири» является наиболее привлекательным, поскольку кроме экологического эффекта в виде сокращения уровня сжигаемого газа будет получен экономический эффект как за счет отсутствия платежей за сжигание газа, так и за счет получения дополнительного дохода от реализации газа.

Платежи за сжигание газа на факельных установках, в условиях жестких законодательных мер сопоставимы с затратами на реализацию проектов полезного использования ПНГ. Однако «вероятность 100 % сжигания газа в современных условиях маловероятна, учитывая, что государство ведет постоянный мониторинг экологической безопасности и сохранения окружающей среды и вправе в любой момент изъять лицензию на право пользования участком недр у организаций-нарушителей» [10].

Заключение

В результате проведенного исследования мы пришли к выводу, что в связи с возложением на предприятия ответственности за сокращение выбросов парниковых газов, необходимо анализировать опыт других компаний в части хранения и утилизации CO₂. Разные предприятия нефтегазового комплекса применяют несколько способов улавливания, использования и хранения углерода. В исследовании проанализированы два варианта — монетизация газа и закачка газа в пласт. По результатам расчетов реализация проекта по монетизации газа в МГ «Сила Сибири» является наиболее целесообразной и экономически выгодной. Однако и вариант с закачкой газа в пласт позволяет выполнять требование по достижению уровня полезного использования газа в 95 % и более. Любой из представленных вариантов применим во всех обществах ПАО НК «Роснефть». Эффект от применения вариантов для каждого дочернего общества ПАО «НК «Роснефть» будет разным в зависимости от объема добываемого газа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Горбунова О.И. Экологический менеджмент в нефтегазовых компаниях России: рейтинг экологической ответственности / О.И. Горбунова, Л.В. Каницкая // Известия Байкальского государственного университета. — 2017. — Т. 27, № 3. — С. 366–371.
2. Фильченкова, О.А. О плате за выбросы загрязняющих веществ, образующихся при сжигании на факельных установках и (или) рассеивании попутного нефтяного газа / О.А. Фильченкова // Нефть, газ и право. — 2016. — № 4(130). — С. 13–22.
3. Каницкая, Л.В. Новые вызовы нефтегазовому сектору России при переходе к низкоуглеродной экономике / Л.В. Каницкая, О.И. Горбунова // Известия Байкальского государственного университета. — 2022. — Т. 32. — № 1. — С. 29–38.
4. Русецкая, Г.Д. Недропользование в нефтегазовом комплексе: закономерности использования и сохранения экологических систем / Г.Д. Русецкая // Известия Байкальского государственного университета. — 2019. — Т. 29. — № 4. — С. 523–532.
5. Харитоновна, Н.А. Углеродный след России: реалии и перспективы экономического развития / Н.А. Харитоновна, Е.Н. Харитоновна, В.Н. Пуляева // Экономика промышленности. — 2021. — Т. 14. — № 1. — С. 50–62.
6. Кузнецова Е.А., Череповицына А.А. Утилизация углекислого газа и циркулярная экономика: Мир, Россия, Арктика. // Север и рынок: формирование экономического порядка. 2021. № 4. С. 42–55.
7. Чичерина, А.Г. Итоги семинара ЦКР-ТПИ Роснедр "Практика реализации требований нормативно-правовых актов в проектной документации на разработку месторождений твердых полезных ископаемых" / А.Г. Чичерина, Е.А. Полянцева // Рациональное освоение недр. — 2017. — № 2. — С. 9–17.
8. Трухина, О.С. Опыт применения углекислого газа для повышения нефтеотдачи пластов / О.С. Трухина, И.А. Синцов // Успехи современного естествознания. — 2016. — № 3. — С. 205–209.
9. Винокурова М.В. Проблемы и перспективы развития нефтяной отрасли Российской Федерации / М.В. Винокурова, М.Г. Вурганов. // Baikal Research Journal. — 2020. — Т. 11, № 2.
10. Шуплецов А.Ф. Стратегия эффективной производственно-экономической деятельности по использованию попутного нефтяного газа в Восточной Сибири / А.Ф. Шуплецов, А.И. Перельгин // Baikal Research Journal. — 2018. — Т. 9, № 1.

Bogomolova Evgeniya Yurievna

Baikal State University, Irkutsk, Russia
E-mail: bogomolova-e-u@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5425-9331>

RSCI: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=387294

Elina Irina Dmitrievna

Baikal State University, Irkutsk, Russia
E-mail: Irina.pozdnyakova98@yandex.ru

Kuzmina Zoya Stanislavovna

Baikal State University, Irkutsk, Russia
E-mail: zoia.kuzmina@icloud.com

RSCI: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=1055790

Storage and utilization of carbon dioxide as part of the implementation of the gas program and improving the efficiency of «green investments»

Abstract. The purpose of the study is to reduce the level of negative impact of gas emissions at the fields of the Joint Stock Company "Verkhnechonskneftegaz" through the storage and disposal of carbon dioxide as part of the use of the gas program. In this study, the authors considered the relevance of the topic, analyzed a different range of associated petroleum gas utilization problems encountered in the oil and gas industry, studied the existing options for its further use and storage, and considered their advantages and disadvantages. Legislative and regulatory acts are indicated, with the help of which the Russian Federation regulates the issues of reducing the carbon footprint. The article analyzes the use of two methods of storage and utilization of carbon dioxide in the fields in the framework of the activities of the Joint Stock Company "Verkhnechonskneftegaz". Various options for the further use and storage of associated petroleum gas are identified, and its efficiency is also evaluated. Along with the already used method of injection into the reservoir, the option of selling gas to the main gas pipeline "Power of Siberia" was considered. The considered methods can be used in any subsidiaries of the Public Joint Stock Company "Oil Company" Rosneft "in order to optimize the cost of paying payments for carbon dioxide combustion, as well as achieving carbon neutrality. Various options for the further use and storage of associated petroleum gas have been identified, and its effectiveness has been evaluated. The article gives the characteristics of the applied methods of decarbonization; an analysis was made of the current state of gas utilization, as well as the prerequisites for the implementation of projects for the environmental utilization of carbon dioxide; the advantages and disadvantages of methods of its storage and disposal are considered; the calculation of the economic efficiency of the introduction of gas storage and utilization technology is given on the example of the fields of Verkhnechonskneftegaz JSC.

Keywords: energy; oil and gas complex; storage and utilization of carbon dioxide; green investments; associated petroleum gas; underground gas storages; economic efficiency; JSC "Verkhnechonskneftegaz"; PJSC NK Rosneft