УДК 622.276.8:504.064.4(571.1)

Фельзингер Ксения Денисовна, студент
(ФГБОУ ВО «ЮГУ», г. Ханты-Мансийск)
Felzinger Ksenia Denisovna, student
(FSBEI HE “Yugra State University”, Khanty-Mansiysk

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ УТИЛИЗАЦИИ ПОПУТНОГО НЕФТЯНОГО ГАЗА НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

TECHNOLOGICAL AND ENVIRONMENTAL ASPECTS OF ASSOCIATED PETROLEUM GAS UTILIZATION IN THE FIELDS OF WESTERN SIBERIA

Аннотация

Рассмотрены технологические и экологические аспекты утилизации попутного нефтяного газа (далее – ПНГ) в Западной Сибири. Проанализированы данные о добыче и факельном сжигании ПНГ за 2024–2025 гг. и технологии. Показано, что выбор технологии зависит от удалённости месторождения, объёмов газа и инфраструктуры.

Аннотация

The technological and environmental aspects of associated petroleum gas (APG) utilization in Western Siberia have been examined. Data on APG production and flaring for 2024–2025, as well as the technologies used, have been analyzed. It has been shown that the choice of technology depends on the distance to the field, the volume of gas, and the infrastructure.

1. Актуальность и постановка проблемы

Основной объём добычи попутного нефтяного газа в России приходится на Западную Сибирь, при этом крупнейший субъект по добыче ПНГ – Ханты-Мансийский автономный округ – Югра. По данным за 2025 г., объём добычи ПНГ в России составил около 84,2 млрд м³ (снижение на 4,4 % к 2024 г.), при этом уровень утилизации в компаниях-лидерах достигает 96–99,5 %, однако общий уровень по стране остаётся ниже 95 % [2].

Параллельно фиксируется рост факельного сжигания: по данным Росстата, в 2025 г. в факелах сожжено 25,1 млрд м³ ПНГ – на 6,8 % больше, чем в 2024 г. [2]. По данным Всемирного банка, Россия в 2025 г. заняла первое место в мире по объёму факельного сжигания ПНГ – 30,28 млрд м³, или 18,2 % мирового объёма [6]. Для Западной Сибири проблема особенно остра: значительная часть месторождений удалена от газотранспортной

инфраструктуры, а объёмы ПНГ на отдельных промыслах недостаточны для экономически оправданной переработки.

Тем не менее положительная динамика отмечается: в 2025 г. наиболее заметные темпы роста полезного использования ПНГ зафиксированы именно в Западной Сибири – коэффициент увеличился на 3,4 процентного пункта [2]. Уровень утилизации ПНГ на месторождениях ЛУКОЙЛа в Западной Сибири составляет 97 % [3], а на Ванкорском месторождении («Роснефть») полезное использование ПНГ достигает практически 100 %. Таким образом, именно западносибирские промыслы становятся полигоном для отработки технологических решений, анализ которых представлен ниже.

2. Технологии утилизации ПНГ: сравнительный анализ

Существующие технологии утилизации ПНГ различаются по капиталоёмкости, требованиям к инфраструктуре и достигаемому экологическому эффекту. Рассмотрим основные из них последовательно – от наиболее распространённых к перспективным.

2.1. Переработка на газоперерабатывающем заводе (далее – ГПЗ)

Наиболее распространённый метод при наличии инфраструктуры. ПНГ сдаётся на ГПЗ, где разделяется на сухой отбензиненный газ, широкую фракцию лёгких углеводородов (далее – ШФЛУ) и газовый бензин. В Западной Сибири действует развитая сеть ГПЗ: «СибурТюменьГаз» объединяет восемь газоперерабатывающих заводов в Югре и на Ямале, обеспечивая 50 % переработки попутного газа в Югре [4].

В 2025–2026 гг. предприятия демонстрировали рост эффективности за счёт снижения давления при приёме газа и оптимизации технологических режимов. Только на Губкинском ГПЗ за первое полугодие 2026 г. дополнительно направлено на переработку более 7 млн м³ ПНГ [5]. В Пыть-Яхе реализован проект, позволивший вовлечь в переработку дополнительно более 9 млн м³ попутного газа и произвести 2,2 тыс. тонн ШФЛУ [4].

Ограничение: требует транспортной инфраструктуры и стабильных объёмов.

2.2. Закачка ПНГ в пласт (сайклинг-процесс)

Если транспортировка газа нерентабельна, применяется обратная закачка ПНГ в нефтеносный пласт через компрессорные станции. Это позволяет одновременно решить две задачи: избежать сжигания и повысить коэффициент извлечения нефти за счёт поддержания пластового давления. Для ачимовских отложений Западной Сибири проведены комплексные фильтрационные исследования: минимальное давление смешивания для ПНГ составило в среднем 45,03 МПа. Моделирование показало, что время начала закачки целесообразно устанавливать после отбора 30, 50 или 85 % газа [7].

Ограничение: высокие капитальные затраты на компрессорное оборудование; не все коллекторы пригодны для закачки.

2.3. Генерация электроэнергии (далее – ГТЭС / ГПЭС)

Наиболее динамично развивающееся направление в Западной Сибири. ПНГ направляется на газотурбинные электростанции, вырабатывающие энергию для нужд промысла. Ключевые проекты:

- Ванкорское месторождение: ГТЭС «Полярная» мощностью 150 МВт введена в декабре 2024 г.; потребление – более 270 млн м³ ПНГ в год.
- Ватьеганское и Тевлинско-Русскинское месторождения (ЛУКОЙЛ): ГТЭС отметили 10 лет бесперебойной работы, использовано 1,4 млрд м³ ПНГ.
- Повховское месторождение: ГТЭС-48 обеспечила уровень утилизации ПНГ 95 % при 65 млн м³/год [3].
- Красноленинское месторождение: проект «Пальян» с утилизацией 51 млн м³/год для электроснабжения центра обработки данных.

Ограничение: экономически эффективно при достаточной мощности и стабильном дебите газа.

2.4. Производство СПГ и метанола

Наряду с традиционными методами развиваются технологии переработки ПНГ в товарные продукты. Технологии PEGAZ позволяют получать на выходе СПГ и СУГ, снижая сжигание на 42 %. Сибирские учёные (СО РАН) разрабатывают структурированные катализаторы для синтеза метанола из ПНГ прямо на месторождениях. На Юрхаровском ГКМ проектируется установка производительностью 12,5 тыс. т метанола в год; переработка 1000 м³ ПНГ в 500 кг метанола снижает выбросы CO_2-экв. примерно на 1,3 т [8].

Ограничение: высокая капиталоёмкость стадии получения синтез-газа; требуется масштаб для рентабельности.

2.5. GTL-технология (gas-to-liquids)

Наиболее глубокий уровень переработки обеспечивает конверсия ПНГ в синтетическую нефть через процесс Фишера – Тропша . В ТюмГУ создана лабораторная установка; технология позволяет получать дизельное топливо стандарта EURO5. Установка мини-GTL™ (10–200 млн м³/год) при объёме 25 млн м³/год даёт до 6,4 тыс. т/год синтетической нефти.

Ограничение: дороговизна строительства завода и неконкурентная себестоимость топлив.

Таблица 1 – Сравнительный анализ технологий переработки газа

Технология	Применимость в Западной Сибири	Экологический эффект	Ключевое ограничение
Переработка на ГПЗ	Высокая	Снижение выбросов до 95–99 %	Транспортная инфраструктура
Закачка в пласт	Высокая (удалённые)	Полное исключение сжигания	Капзатраты на компрессоры
ГТЭС / ГПЭС	Высокая	Утилизация до 100 %	Стабильный дебит газа

СПГ / метанол	Средняя (перспективная)	Снижение сжигания до 42 %	Масштаб и капзатраты
GTL	Средняя (перспективная)	Глубокая переработка	Себестоимость топлив

Как видно из таблицы, ни одна из технологий не является универсальной: выбор определяется конкретными условиями промысла. При этом технологический эффект утилизации напрямую связан с экологическим, что требует отдельного рассмотрения.

3. Экологические аспекты

При факельном сжигании ПНГ в атмосферу выбрасываются сажа (C), диоксид азота (NO_2), оксид углерода (CO), метан (CH_4), а также канцерогенные полиароматические соединения. По данным расчётов для условий Нефтеюганского района ХМАО, распределение загрязняющих веществ при сжигании ПНГ составляет: монооксид углерода (CO) – 83 %, диоксид азота (NO_2) – 0,7 %, сажа – 10 %, метан – 6 % [9]. Тепловое воздействие факелов приводит к превышению фоновой температуры воздуха на 25–40 °C.

Медико-экологические исследования фиксируют, что уровень заболеваемости жителей Среднего Приобья на 40 % выше, чем в среднем по стране, а количество онкологических заболеваний превышено трёхкратно [9]. Сокращение сжигания ПНГ и переход к переработке способны значительно уменьшить климатическое воздействие нефтяной отрасли. Однако реализация этих решений напрямую зависит от нормативных требований, рассмотренных ниже.

4. Нормативно-правовое регулирование

Предельно допустимое значение показателя сжигания ПНГ составляет не более 5 % от объёма добытого газа (Постановление Правительства РФ от 22.05.2025 № 710) [1]. При нарушении лимита плата за выбросы увеличивается в 25 раз, а при отсутствии приборов учёта – коэффициент повышается до 120 [1]. Требование об уровне использования ПНГ не менее 95 % закреплено в лицензионных соглашениях; его невыполнение квалифицируется как нарушение условий недропользования [1]. Постановление действует в течение 6 лет – до 2031 г.

5. Выводы о применимости в Западной Сибири

1. Переработка на ГПЗ остаётся базовой технологией для месторождений, расположенных в зоне действия существующей газотранспортной сети (центральная часть ХМАО, ЯНАО). «СибурТюменьГаз» обеспечивает 50 % переработки ПНГ в Югре, и объёмы переработки продолжают расти за счёт оптимизации технологических режимов.
2. Закачка в пласт – наиболее рациональное решение для удалённых и труднодоступных месторождений, где транспорт газа нерентабелен;

одновременно даёт прирост нефтеотдачи. Для ачимовских отложений Западной Сибири подтверждена эффективность закачки ПНГ с МДС около 45 МПа.

3. ГТЭС / ГПЭС – наиболее динамично развивающееся направление в Западной Сибири. Ванкорская ГТЭС «Полярная» (150 МВт) обеспечивает практически 100 % утилизации ПНГ; проекты ЛУКОЙЛа на Ватьеганском, Тевлинско-Русскинском и Повховском месторождениях демонстрируют устойчивую работу на протяжении 10 лет.

4. Производство СПГ и метанола – перспективные технологии для удалённых месторождений с малыми объёмами газа. Разработки новосибирских и тюменских учёных позволяют создать компактные установки для локальной переработки ПНГ; однако требуется дальнейшее снижение капитальных затрат и подтверждение рентабельности в условиях Сибири.

5. GTL-технологии перспективны для труднодоступных месторождений, однако главная проблема – дороговизна строительства завода и неконкурентная себестоимость топлив. Установки мини-GTL™ (от 10 млн м³/год) могут стать решением для малых месторождений.

Таким образом, дифференцированный подход – с учётом удалённости, объёма газа и инфраструктуры – позволяет достичь целевого уровня утилизации 95 % и выше без ущерба для экономики промысла.

Список литературы

1. Постановление Правительства РФ от 22.05.2025 N 710 (ред. от 23.09.2026) "Об утверждении Правил исчисления платы за негативное воздействие на окружающую среду при выбросах в атмосферный воздух загрязняющих веществ, образующихся при сжигании на факельных установках и (или) рассеивании попутного нефтяного газа". — Текст : электронный — URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_505928/ (дата обращения: 06.10.2026).

2. ТЭК России | Пламя меньше – пользы больше. — Текст : электронный // ЦДУ ТЭК : [сайт]. — URL: https://www.cdu.ru/tek_russia/issue/2014/10/322/ (дата обращения: 06.10.2026).

3. ЛУКОЙЛ повышает утилизацию попутного нефтяного газа в Западной Сибири // ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь. – URL: https://zs.lukoil.ru (дата обращения: 06.10.2026).

4. Борщенко, С Д Кобзева Д Д Кондакова В В Эколого-экономическое обоснование проекта по утилизации попутного нефтяного газа ПАО "Славнефть" / С Д Кобзева Д Д Кондакова В В Борщенко. — Текст : непосредственный // Научный взгляд будущих ученых. — 2023. — № 1. — С. 190-201.

5. Более 7 млн кубометров ПНГ дополнительно направили на переработку на Губкинском ГПЗ СИБУРа. — Текст : электронный // Neftegaz.RU : [сайт]. — URL: https://neftegaz.ru/news/Gazohimija/936392-bolee-7-mln-

kubometrov-png-dopolnitelno-napravili-na-pererabotku-na-gubkinskom-gpz-sibura/ (дата обращения: 08.10.2026).
6. Рынок попутного нефтяного газа: масштаб ресурса, направления монетизации и перспективы развития. — Текст : электронный // Финансовый университет при правительстве РФ : [сайт]. — URL: https://www.fa.ru/university/structure/university/uso/press-service/press-releases/rynok-poputnogo-neftyanogo-gaza-masshtab-resursa-napravleniya-monetizatsii-i-perspektivy-razvitiya (дата обращения: 07.10.2026).
7. Оценка эффективности вытеснения нефти газом путем проведения комплексных фильтрационных исследований на модели тонкой трубки с различными газами закачки для ачимовских отложений Западной Сибири . — Текст : электронный // PROНЕФТЬ : [сайт]. — URL: https://proneft.elpub.ru/jour/article/view/527 (дата обращения: 06.10.2026).
8. Установка производства метанола с производительностью 12 500 т/год . — Текст : электронный // АО ГРАСИС : [сайт]. — URL: https://www.grasys.ru/proekty/proizvodstvo-metanola/yurckarovskoe-12500/ (дата обращения: 07.10.2026).
9. В, В Кириллин С А Глобенко С Г Гулькова Наилучшие доступные технологии переработки попутного нефтяного газа: экологические и технологические аспекты в нефтегазовой отрасли россии / В Кириллин С А Глобенко С Г Гулькова В. — Текст : непосредственный // «Энергетика и рациональное природопользование». — 2026. — С. 224-229.