

УДК 622.324.5

РАССМОТРЕНИЕ КОМПЛЕКСНОГО ПРОЕКТА ОСВОЕНИЯ МЕТАНОУГОЛЬНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ С ПРОИЗВОДСТВОМ СЖИЖЕННОГО ПРИРОДНОГО ГАЗА (СПГ) В АСПЕКТЕ РЕАЛИЗАЦИИ ДОЛГОСРОЧНОЙ ПРОГРАММЫ РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДСТВА СПГ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

К.А. Левак, студент группы ФПс-151, VI курс
Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

А.П. Коровицын, начальник технического отдела
ООО «Газпром добыча Кузнецк»
г. Кемерово

Кузбасс – развитый индустриальный регион, в котором работает более 46,5 тыс. предприятий и организаций всех видов деятельности. Причем около пятидесяти из них – это гиганты, флагманы угольной, металлургической, химической промышленности не только области, но и всей России. По сути, на каждые 17 кв. км территории Кемеровской области приходится по одному предприятию.

Такая концентрация промышленного производства неизбежно влечет за собой большую нагрузку на окружающую среду – выбросы в атмосферу, загрязнение вод, накопление отходов производства.

В настоящее время по уровню загрязнения окружающей среды Кузбасс занимает второе место в Сибирском федеральном округе после Красноярского края, а сам уровень загрязнения воды и воздуха остается высоким [1].

При этом существуют решения в дочернем обществе ПАО «Газпром» и имеется положительный опыт автономной газификации населенных пунктов, так ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург» в Свердловской области завершил второй этап реализации уникального для России проекта беструбопроводной газификации – в рабочем поселке Староуткинск пущен в эксплуатацию комплекс хранения и регазификации СПГ. Он заменит собой около 100 километров дорогостоящей газовой магистрали и позволит обеспечить качественной услугой теплоснабжения всех потребителей поселка.

Следующей немаловажной проблемой для бизнеса региона является снижение стоимости угля. В условиях падения цен на энергетический уголь на мировом рынке ключевым фактором повышения конкурентоспособности угля является снижение затрат на его производство и транспортировку. Существенную долю в себестоимости при добыче угля, особенно открытым способом, где работает крупнотоннажная карьерная техника, составляют затраты на дизельное топливо – 30-40%.

Для снижения этих расходов в Кузбассе реализован проект по производству СПГ и созданию инфраструктуры для его потребления в качестве моторного топлива. Построен завод мощностью 1,5 тонн СПГ в час (13. тыс. тонн в год). Заправку обеспечивают мобильные криогенные топливозаправщики на организованных специализированных площадках заправки СПГ на участках горных работ [2].

Так как сжижение газа на базе МРС-цикла уже нашло свое применение в ООО «Сибирь-Энерго» (г. Новокузнецк), применение этой технологии уместно и в условиях данного проекта, тем более, что она характеризуется низким потреблением электроэнергии и приемлемыми затратами в капитальное строительство.

В составе комплекса по сжижению природного газа (КСПГ) на базе МРС-цикла предусмотрены следующие технологические этапы подготовки и сжижения природного газа (рисунок 1).

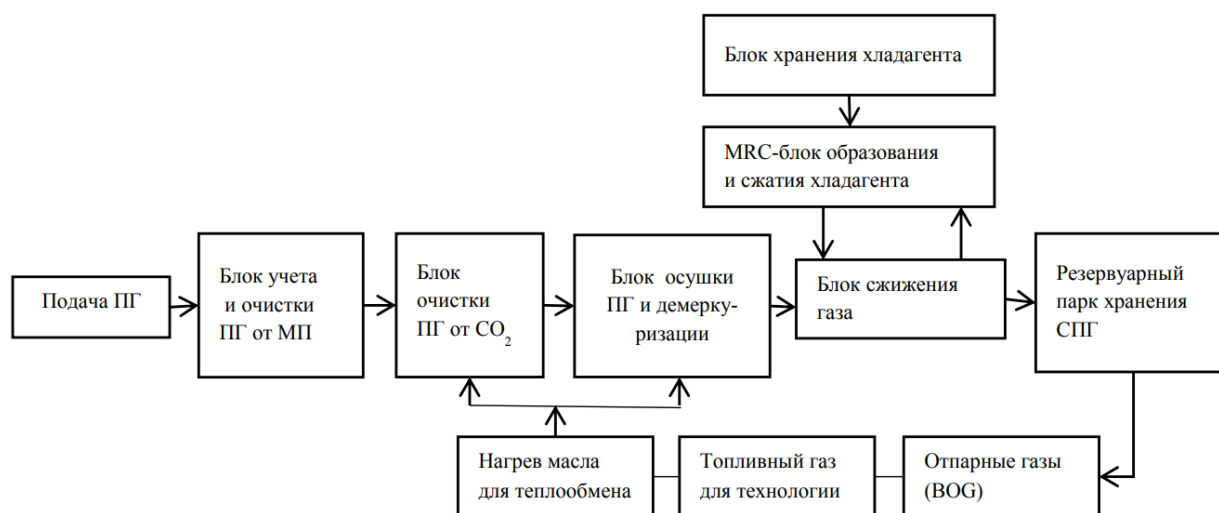


Рисунок 1 – Технологическая схема процесса сжижения МРС-процесса

Подача природного газа

Учет и очистка природного газа от механических примесей

Блок очистки природного газа от CO₂

Для решения задачи подготовки природного газа в составе комплекса предусмотрен узел очистки природного газа от CO₂ с применением метилдиэтанолamina (МДЭА) активированного пиперазином. Добавление пиперазина в раствор МДЭА резко увеличивает скорость абсорбции CO₂. Пиперазин напрямую реагирует с CO₂, повышает растворимость углекислого газа в воде, ускоряет реакцию. Применение МДЭА в настоящий момент является одной из передовых технологий в мире, применимых для подготовки и очистки газа от CO₂ и H₂S.

Блок осушки природного газа и удаление ртути (дегидратация и демеркуризация)

Для обеспечения процесса осушки природного газа применяется технология TSA- адсорбции. TSA-адсорбция – изобарический процесс с использованием молекулярных сит из твердых адсорбентов класса 4А.

Предварительно очищенный от CO_2 и H_2S газ поступает в колонну осушки где, проходя сверху-вниз через молекулярное сито, вода остается на кромке адсорбента, а осушенный газ уходит в продуктопровод на следующий этап демеркуризации.

Извлечение воды из адсорбента происходит на этапе регенерации адсорбента предварительно нагретым до температуры 200-220 °С газом регенерации. Затем газ регенерации охлаждается и направляется в колонну для охлаждения адсорбента до температуры 20-45 °С. После охлаждения газ регенерации снова нагревается до температуры соответствующей началу цикла адсорбции и направляется в колонну предварительной адсорбции.

Изобарический процесс адсорбции не требует цикла сжатия, что также снижает затраты на инвестиции и обслуживание оборудования.

После завершения цикла дегидратации осушенный газ поступает в колонну извлечения ртути, которая заполнена импрегнированным серой активированным углем. Соединения ртути, в потоке осушенного газа проходя через колонну, полностью извлекаются в результате химической реакции с адсорбентом.

Газ десорбции охлаждается и отправляется в блок сепарации, где происходит конденсация воды и сепарация тяжелых углеводородов. При этом фракции углеводородов направляются в печь масляного теплообменника для сжигания, а полученные производственные стоки в специальный резервуар сборник для последующей утилизации.

Для предотвращения попадания пыли твердых адсорбентов в составе блока предусмотрены два фильтра-пылеуловителя. После очистки от пыли, полностью очищенный и осушенный природный газ направляется в блок сжижения.

Блок сжижения природного газа

Для более эффективного использования ресурсов и минимизации потерь исходного сырья в процессе производства СПГ в Комплексе предусмотрен цикл использования отпарного газа, который образуется в результате хранения СПГ в криорезервуарах. Это порядка 10% от объема резервуара. Отпарный газ используется в качестве топливного газа нагрева технического масла для обеспечения процессов осушки и очистки природного газа перед сжижением.

Таким образом, при использовании части отпарного газа на повторном сжижении затраты на электроснабжение комплекса снижены на 5-10% от плановых показателей.

Основными компонентами для приготовления смешанного хладагента являются Метан (CH_4), Азот (N_2), Этилен (C_2H_4), изо-Бутан (1- C_4H_{10}).

Метан (CH_4) для хладагента отбирается из исходного сырья после этапа дегидратации и демеркуризации газа.

Остальные компоненты хладагента, приобретаются отдельно.

Газообразный азот (N_2), необходимый для обеспечения стабильности температур смешанного хладагента в рабочей зоне криогенного теплообменника производится на вспомогательном блоке PSA предусмотренном в КСПГ и его приобретение не требуется.

Блок хранения и реализации СПГ

Исходя из нормы хранения СПГ в пределах 3-4 суток, для хранения готового продукта в составе оборудования КСПГ предусмотрены криогенные резервуары общим объемом по 150 м^3 каждый (2 единицы для КСПГ-1,5).

В ходе работы был выполнен расчет срока окупаемости мини-завода СПГ.

1. Оценка капиталовложений в строительство мини-завода осуществлялась на основании технико-коммерческого предложения [3]. Капитальные затраты на строительство завода составят 765,3376 млн руб. (по курсу 1 долл.=64 руб.). В стоимость включены технологическое оборудование и стационарные криоёмкости для хранения СПГ.

Исходные данные для расчета эксплуатационных затрат представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Исходные данные для оценки эксплуатационных затрат.

Параметр	Значение	Ед. измерения
Производительность мини-завода, U	1,5	СПГ т/час
Объем подачи сырьевого газа, V	2	т/час
Время работы завода, t	8000	ч/год
Потребляемая мощность установки, N	≈ 1000	кВт на 1,5 т/час
Стоимость 1 кВт·час электроэнергии	3,60	руб./кВт·ч
Оптовая цена сырьевого газа	4600	руб./т
Средняя з/п работников, $Z_{\text{ср}}$	40000	руб./мес.
Кол-во работников, $Ч_{\text{п}}$	10	человек

2. Эксплуатационные затраты складываются из: оплаты труда, отчислений во внебюджетные фонды, материальных и прочих затрат.

Прочие затраты – это затраты по оплате услуг организации связи, транспорта, услуг банка и так далее. Они принимаются в размере 10% от всех эксплуатационных затрат.

Эксплуатационные затраты с учетом прочих: 119,5106 млн руб.

3. Оценка экономических показателей:

При энергоэквивалентной цене 1 т СПГ к цене ДТ = 60,907 тыс. руб./т, при скидке в 40% отпускная цена на заводе составит 36,544 тыс. руб./т

При этом годовая выручка от реализации без учета НДС: 365,44 млн руб.

Годовая прибыль с учетом налога на прибыль (20%): 196,74352 млн руб., откуда срок окупаемости завода СПГ составит примерно 4 года.

На сегодняшний день Кузбасс является самым крупным в России потребителем СПГ в качестве моторного топлива (суточное потребление составляет 30 тонн СПГ транспорта). Переведено 60 крупнотоннажных самосвалов из 2500 шт. Потенциальный рынок потребления СПГ в качестве моторного топлива на карьерной технике в Кузбассе составляет 350 тыс. тонн в год (483 млн м³/год, проектная мощность Нарыкско-Осташкинского месторождения – 600 млн м³/год).

Для метанодобывающей компании ООО «Газпром добыча Кузнецк», находящейся на этапе поисково-оценочных работ, геологоразведочных работ или опытно-промышленной разработки, становится возможным получение первого газа с систем демонстрационных скважин, и подготовка и старт полномасштабной реализации проекта на Нарыкско-Осташкинском месторождении со строительством завода СПГ.

Срок окупаемости завода СПГ, с применением технологии на базе МРС-цикла, составит примерно 4 года (с учетом эксплуатационных затрат). Реализация проекта позволит увеличить степень газификации Кемеровской области, повысить безопасность труда шахтеров, дать региону газомоторное топливо и электроэнергию, улучшить экологическую обстановку и создать новые рабочие места.

Список литературы:

1. Официальный сайт Администрации Правительства Кузбасса [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://кузбасс-2035.рф/> (дата обращения 06.12.20 г.)
2. Официальный сайт ООО «Сибирь-Энерго» [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://sibir-energo.ru/> (дата обращения 01.12.2020 г.).
3. Техничко-коммерческое предложение ПАО «Криогенмаш» на завод СПГ.