

Солодовников Даниил Михайлович,
ФГБОУ ВО «СамГТУ»,

Губанов Сергей Игоревич,
ФГБОУ ВО «СамГТУ»

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ОБЪЕКТОВ ДОБЫЧИ НЕФТИ НА МЕСТОРОЖДЕНИИ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОПУТНОГО НЕФТЯНОГО ГАЗА

Аннотация. В статье рассматривается проблема использования попутного нефтяного газа (ПНГ) на месторождении Самарской области. Анализируются экологические и экономические последствия сжигания ПНГ в факельных установках, а также предлагается решение в виде внедрения газотурбинной установки (ГТУ) для генерации электрической энергии. Приведено краткое описание вариантов эффективного использования ПНГ, а также представлен технико-технологический и экономический расчет предлагаемого решения.

Ключевые слова: Попутный нефтяной газ, газотурбинная установка, месторождение, конверсия ПНГ, газовый фактор.

Введение: Попутный нефтяной газ (ПНГ) является побочным продуктом нефтедобычи, который часто сжигается в факельных установках из-за отсутствия инфраструктуры для его полезного использования. Это приводит к значительным экономическим потерям, а также к негативному воздействию на окружающую среду. В Российской Федерации объемы сжигаемого ПНГ ежегодно растут и достигают 24 миллиарда м³ в год, что в процентном соотношении превышает показатель разрешенного объема сжигания ПНГ в 5%. В статье исследуется возможность использования ПНГ для выработки электрической энергии с помощью газотурбинной установки на месторождении Самарской области.

Актуальность: Рассматриваемое месторождение характеризуется высокими показателями газосодержания в нефти (более 350 м³/т), а также содержанием сероводорода (до 8% в составе ПНГ). Сжигание такого газа в факелах приводит к выбросам диоксида серы, оксидов азота и других вредных для окружающей среды веществ. Кроме того происходит потеря ценного энергетического ресурса. Внедрение ГТУ позволит сократить экологический ущерб, обеспечить объекты внутренней инфраструктуры месторождения электрической энергией, повысить энергоэффективность процесса добычи и транспорта нефти на месторождении.

Обзор альтернативных методов использования попутного нефтяного газа: Помимо применения газотурбинных установок попутный нефтяной газ можно использовать и другими способами. Рассмотрим основные из них.

1. Факельное сжигание. Данный метод является простым по реализации, но влечет за собой серьезные экологические последствия.

2. Централизованная переработка на ГПЗ. Эффективный метод, который требует развитой инфраструктуры и, соответственно, высоких капитальных вложений.

3. Закачка ПНГ обратно в пласт. С помощью данного метода можно повысить нефтеотдачу, но его недостаток заключается в сложности технологии.

4. Переработка на синтетическое топливо (GTL). Данный метод позволяет получить метанол, но рентабелен только при больших объемах перерабатываемого сырья.

5. Использование ПНГ для подогрева воды для целей ППД. Метод является энергоэффективным и простым в реализации. Кроме того он способен увеличить нефтеотдачу



и снизить экологические риски. К недостаткам относится образование коррозии на оборудовании и нестабильная подача газа.

6. Разделение ПНГ на компоненты на МГБУ.
7. Использование ПНГ в качестве сырья для газохимической переработки.
8. Использование ПНГ путем осушки газа.
9. Использование ПНГ в системах подготовки нефти и воды.
10. Использование ПНГ для выработки электрической энергии в ГТУ.

Описание объекта, рассматриваемого с внедрением ГТУ для эффективного использования попутного нефтяного газа.

В рамках исследования рассматривается нефтедобывающий объект, расположенный в одном из районов Самарской области, характеризующийся значительным объемом попутного нефтяного газа (ПНГ), образующийся в процессе добычи нефти. На текущий момент степень конверсии и эффективной утилизации ПНГ на месторождении достаточно низкая, что приводит к экономическим потерям и негативному воздействию на окружающую среду. Во избежание всех негативных последствий данного технологического подхода предлагается внедрить в систему сбора и подготовки скважинной продукции месторождения газотурбинную установку. Рассматриваемая технология позволит повысить энергоэффективность работы технологических объектов месторождения, а также сократить экологический ущерб.

Рассматриваемый объект отличается, как уже было сказано, высоким газовым фактором, что обуславливает значительные объемы ПНГ, попутно добываемого ежедневно. Среднесуточный дебит ПНГ составляет 3228 м³/сут., а годовой объем достигает примерно 1180000 м³. Химический состав газа включает в себя горючие компоненты, а также негорючие примеси, включая сероводород и двуокись углерода. В таблице 1 представлен химический состав ПНГ после однократного разгазирования добываемой нефти.

Наличие сероводорода в составе попутного нефтяного газа требует дополнительной очистки газа перед его использованием в газотурбинной установки (ГТУ), так как его сжигание приводит к образованию вредных выбросов.

В настоящее время на объекте отсутствует достаточная инфраструктура для полезного использования ПНГ. Это приводит к потере ценного ресурса, энергетический потенциал которого оценивается примерно в 16,8·10⁶кВтч/год, а также к выбросам загрязняющих веществ. Внедрение ГТУ позволит преобразовать ПНГ в электрическую энергию, обеспечив тем самым энергетическую независимость объекта и повысив энергоэффективность его работы.

Для оценки целесообразности внедряемой технологии был проведен анализ энергетического потенциала добываемого ПНГ на основе его компонентного состава, а также потребностей объекта в электрической энергии. В таблице 1 представлены исходные данные для анализа.

Таблица 1

Компонентный состав ПНГ и исходные данные для оценки внедрения ГТУ

Наименование	Значение
Сероводород (H ₂ S), %	7,64
Двуокись углерода (CO ₂), %	10,09
Азот (N ₂), %	0,32
Гелий (He), %	0,008
Метан (CH ₄), %	37,93
Этан (C ₂ H ₆), %	24,15



Пропан (C ₃ H ₈), %	11,88
Изобутан (i-C ₄ H ₁₀), %	1,18
Нормальный бутан (n-C ₄ H ₁₀), %	4,3
Изопентан (i-C ₅ H ₁₂), %	0,96
Нормальный пентан (n-C ₅ H ₁₂), %	1,04
Гексан (C ₆ H ₁₄), %	0,45
Гептан (C ₇ H ₁₆), %	0,06
Плотность газа ($\rho_{г.г}$), кг/м ³	1,291
Количество добываемого газа за год ($V_{г.год}$), м ³ /год	1178226
Количество добываемой нефти в год ($V_{н.год}$), т	3117
Газосодержание, м ³ /т	378
Усредненный суточный дебит ПНГ, м ³ /сут	3228

На основе этих данных были определены следующие показатели:

1. Низшая теплота сгорания ПНГ, составившая 51,37 МДж/м³
2. Общий энергетический потенциал газа, который составил $16,8 \cdot 10^6$ кВтч/год.
3. Была получена оценка потребности объекта в электрической энергии, включая ближайший населенный пункт. Суммарная потребность составила 9384000 кВтч/год, что подтвердило достаточность энергетического потенциала ПНГ для покрытия этих нужд.

4. Определена мощность ГТУ, требуемая для переработки ПНГ. Расчет показал, что оптимальным решением является внедрение двух ГТУ по 800 кВтч каждая, что обеспечит суммарную выработку электрической энергии на уровне 14016000 кВтч/год.

Помимо этого была проведена оценка экологического аспекта проекта, которая показала, что необходима установка предварительной очистки ПНГ от сероводорода, удельный выброс которого составляет 0,0186 кг/кВтч, что превышает допустимую норму. Для решения данной проблемы предлагается включить в технологическую схему дожимной насосной станции (ДНС) установку сероочистки, которая позволит снизить концентрацию сероводорода до регламентируемых значений. На рисунке 1 представлена технологическая схема ДНС УКПНГ с размещением установки сероочистки и ГТУ.

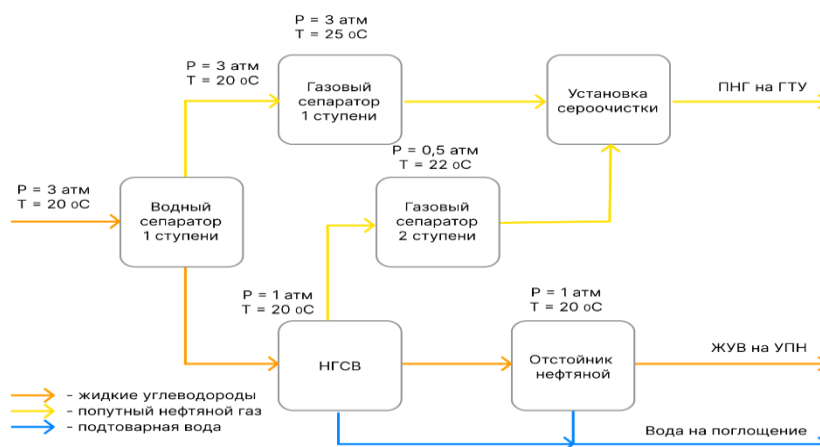


Рисунок 1 – Технологическая схема ДНС с размещением установки сероочистки и ГТУ



Заключение: Проведенный анализ демонстрирует, что внедрение газотурбинной установки (ГТУ) для использования попутного нефтяного газа (ПНГ) является технически и экономически целесообразным. Внедряемая технология позволит полностью покрыть потребности объекта в электрической энергии, сократить выбросы загрязняющих веществ за счет очистки ПНГ от сероводорода, повысить экономическую эффективность работы месторождения за счет использования ранее теряемого энергетического ресурса. Срок окупаемости проекта оценивается в 3-5 лет, что делает его привлекательным с точки зрения инвестиций. В сумме все это позволит значительно повысить энергоэффективность работы месторождения.

Список литературы:

1. ПОПУТНЫЙ НЕФТЯНОЙ ГАЗ – ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ РЕШЕНИЯ Белоусова В.С.
2. Инновационные технологии переработки и использования попутного нефтяного газа В.М. Бузник, 2010. – 174 с.
3. Проблемы использования попутного нефтяного газа в России. В.С. Смирнов, 2001, – 26 с.
4. Основы энергосбережения: Учеб. Пособие / М.В. Самойлов, В.В. Паневчик, А.Н. Ковалев, 2-е изд., стереотип. – Мн.: БГЭУ, 2002. – 198 с.
5. Кудинов А.А. Горение органического топлива: учеб. пособие. М.: ИНФРА-М, 2015. 390 с.
6. Лимитовский А.М. Энергообеспечение технологических потребностей геологоразведочных работ // Лимитовский А.М., Меркулов М.В., Косьянов В.А. Учеб. Пособие. – М.: ООО «ИПЦ «Маска»», 2008. – 135с.
7. Моренов В.А. Эффективность применения попутного нефтяного газа в качестве энергоносителя // Научно-технические ведомости СПбГПУ. – 2012. – №3-2. – с. 61-65.

