

Метод определения способа утилизации попутного нефтяного газа

DOI: 10.24411/2076-6785-2019-10030

А.А. Разбойников
к.т.н., доцент¹
tmn.ers@mail.ru

Н.С. Барсуков
машинист ТК²
niklaji.rem@gmail.com

¹ФГБОУ «Тюменский индустриальный университет», Тюмень, Россия
²АО «СибурТюменьГаз», Тюмень, Россия

В данной статье рассматривается разработка методики выбора способа утилизации попутного нефтяного газа (далее — ПНГ). Данная методика позволит комплексно и объективно сравнивать различные технологии утилизации попутного нефтяного газа для принятия выгодных и эффективных, экономических, управленческих и экологических решений.

Материалы и методы

Основой разрабатываемой методики является математическая модель, построенная на системе уравнений, решаемых с помощью алгоритма Саати.

Ключевые слова

переработка нефти, утилизация попутного нефтяного газа, критерии сравнения, методика оценки

Введение

В последние годы обострился интерес мирового сообщества к экологическим проблемам, в том числе к утилизации ПНГ. Сжигание в факелах попутного нефтяного газа причиняет серьезный ущерб окружающей среде в районах нефтедобычи, население подвергается воздействию вредных продуктов сгорания, а последствия загрязнения устраняются с трудом.

Кроме того, неэффективное сжигание ПНГ несет в себе ряд экономических факторов: безвозвратные потери ценного химического и энергетического сырья (этана, пропана, бутана, метана); сокращение доли добавляемой стоимости продукции и, в долгосрочной перспективе, снижение коммерческой эффективности и устойчивости бизнеса. Непопулярность утилизации ПНГ связана с рядом причин, в том числе ввиду отсутствия рыночных стимулов внедрять ресурсосберегающие технологий в процессы добычи и переработки нефти и попутного газа.

В энергетической стратегии России на период до 2030 года предусматривается увеличение добычи нефти до 530–535 млн т и обеспечение коэффициента утилизации попутного нефтяного газа на уровне не ниже 95%. Также предусматривается снижение удельных потерь на предприятиях ТЭК до 2,5%. Однако к числу основных проблем развития нефтяного комплекса относятся нерациональное недропользование и отсутствие комплексных технологий добычи и экономически эффективной утилизации ПНГ. По минимальным оценкам в России на факелах ежегодно сжигается до 20 млрд м³ попутного нефтяного газа.

Поскольку с 2008 по 2013 гг. добыча нефти в России возросла на 34,9 млн т в год или на 7,1%, это повлекло, в свою очередь, и к увеличению извлекаемого попутного нефтяного газа. Это подтверждают данные, представленные на рис. 1. Рост ресурсов ПНГ при этом составил 14,1 млрд м³ или 23,3%.

Для достижения стратегических целей развития нефтяного комплекса необходимо решение задач по ресурсо- и энергосбережению, сокращению потерь на всех стадиях технологических процессов при подготовке запасов, добыче, транспортировке и переработке углеводородного сырья, что достигается путем внедрения новых технологий в нефтегазовую промышленность.

Развитие рынка технологий и комплексных подходов в утилизации попутного нефтяного газа привело к созданию большого количества различных способов. Однако отсутствие возможности сравнения данных технологий не позволяет провести комплексную оценку и сравнение различных технологий и способов для определения наиболее эффективной и экономически выгодной системы утилизации ПНГ.

Объект исследования

Из выше сделанных заключений можно сделать вывод о том, что объектом исследования в данной работе являются способы утилизации попутного газа.

Для разработки данной методики остановимся на пяти наиболее распространенных способах утилизации ПНГ на территории России:

- факельное сжигание ПНГ;
- закачка ПНГ в пласт для поддержания нефтеотдачи;
- перегонка ПНГ в синтетическое топливо — GTL технология;
- установка энергоблоков;
- криогенная переработка ПНГ в сжиженный газ.

Основные методы исследования

Описание предлагаемой методики выбора начнем с описания основных положений разрабатываемой методики:

- анализ рассматриваемых способов утилизации и определение критериев сравнения;
- применение метода попарных сравнений

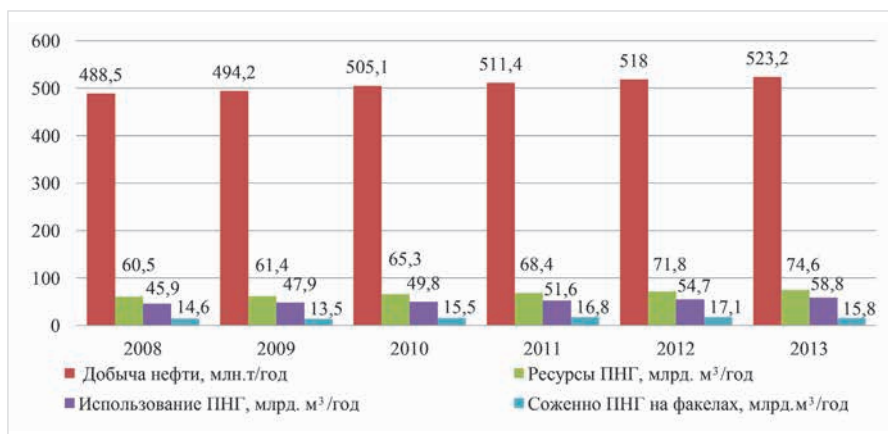


Рис. 1 — Динамика добычи нефти и ПНГ в России
Fig. 1 — Dynamics of oil and APG production in Russia

- для определения степени важности влияния каждого критерия на эффективность выбранного способа утилизации попутного газа;
- анализ числовых показателей выбранных способов утилизации попутного нефтяного газа для процентного сравнения;
- построение графиков зависимости процентного выполнения критерия от степени влияния данного критерия, по всем пяти способам утилизации;
- математический и графический анализ полученных результатов.

Метод попарных сравнений (например, параметров, функций, элементов и т.д.) — наиболее точный и надежный метод выявления предпочтений. Идея метода состоит в том, что попарно сравниваются каждые два объекта и определяется первенство одного из них, отсюда название — «парное (или парное) сравнение». Считается, что при решении проблемы гораздо легче сделать качественное сравнение двух объектов, опираясь на мнение экспертов, чем установить количественные критерии. Принцип действия метода парных сравнений рассмотрим на примере.

Принятие решения на основе алгоритма Саати выполняется в следующем порядке. Экспертом заполняется матрица парных сравнений размером $N \times N$, где N — количество альтернатив. Матрица заполняется по правилам, приведенным в таб. 1.

Если i -я альтернатива менее предпочтительна, чем j -я, то указываются обратные оценки ($1/3, 1/5, 1/7, 1/9$). Могут использоваться промежуточные оценки (2, 4, 6, 8 и $1/2, 1/4, 1/6, 1/8$); например, если i -я альтернатива совсем немного лучше j -й, то можно использовать оценку $X_{ij}=2$ (тогда $X_{ji}=1/2$). На главной диагонали ставятся единицы. Пример заполнения матрицы представлен в таб. 2.

После оценки способов расставляются числовые значения приведенных сравнений. Затем по каждому способу рассчитывается общая сумма, и находится общая сумма матрицы. После чего определяется вес каждого способа посредством деления суммы каждого элемента на общую сумму матрицы. Математически формулы будут выглядеть следующим образом:

$$\frac{\sum A_i}{\sum A_{\text{общ}}} \quad (1).$$

$$\sum A_i = A_{ij_1} + A_{ij_2} + A_{ij_3} \dots + A_{ij_n} \quad (2).$$

$$\sum_{i=1}^n A_{\text{общ}} = \sum A_1 + \sum A_2 \dots + \sum A_n \quad (3).$$

Для определения важности элемента формулу (1) необходимо умножить на 100% — так будет видно насколько один параметр значительнее другого в процентном соотношении.

$$\frac{\sum A_i}{\sum A_{\text{общ}}} \times 100\% \quad (4).$$

После определения критериев выбора способа и ранжирования по степени важности необходимо задаться численными значениями каждого критерия в каждом исследуемом способе.

Для анализа числовых характеристик критериев воспользуемся формулой (5) нахождения процента от числа.

X_{ij}	Значение
1	i -я и j -я альтернативы примерно равноценны
3	i -я альтернатива немного предпочтительнее j -й
5	i -я альтернатива предпочтительнее j -й
7	i -я альтернатива значительно предпочтительнее j -й
9	i -я альтернатива явно предпочтительнее j -й

Таб. 1 — Правила заполнения матрицы парных сравнений
Tab. 1 — Rules for completing the matrix of pairwise comparisons

Критерии	Оценка альтернатив			Нормированные оценки			сумма	вес	%
	A1	A2	A3	A1	A2	A3			
A1	1	5	9	1	5	9	15	0,70	69,57
A2	1/5	1	4	0,2	1	4	5,2	0,24	24,12
A3	1/9	1/4	1	0,11	0,25	1	1,36	0,06	6,31
Общая сумма матрицы							21,56		100

Таб. 2 — Пример заполнения матрицы
Tab. 2 — An example of filling the matrix

$$\frac{A_n}{\sum A_n} \times 100\% \quad (5)$$

Нахождение процента от числа позволит понять, насколько эффективно значение исследуемого критерия в данном способе утилизации по сравнению с остальными. Формула (5) эффективна при анализе прямых зависимостей, то есть наибольшее числовое значение является наилучшим решением. Такими критериями являются 1 и 6 в таб. 3

Для анализа обратных зависимостей, то есть когда наибольшее числовое значение является наихудшим решением (критерии 2–5, 7, 8 в таб. 3), процент от числа рассчитывается через условный коэффициент k . Коэффициент k находится по формуле (6):

$$k_n = \frac{\sum A_n}{A_n} \quad (6).$$

То есть для каждого способа мы рассчитываем свой коэффициент k_n , только после этого мы находим процент от числа по формуле (5), которая после ввода переводного коэффициента k будет выглядеть в следующем виде:

$$\frac{k_n}{\sum k_n} \times 100\% \quad (7).$$

Однако из исходных данных видно, что в критерии 7 «Количество выбрасываемого CO_2 » (таб. 3) при способах: «Закачка ПНГ в пласт для повышения нефтеотдачи», «Перегонка ПНГ в синтетическое топливо (GTL)», «Криогенная переработка ПНГ в сжиженный газ» — значение выбросов равно «0». Значит в графе «Проценты» сразу ставим 100%, поскольку данные способы полностью исключают выбросы CO_2 в атмосферу.

С помощью программы Microsoft Excel строим графики зависимостей выполнения критериев от весового значения критериев. Для нахождения функциональной зависимости и нахождения интеграла от полученных функций необходимо аппроксимировать полученные графики с помощью построения полиномиальных линий тренда для каждого из исследуемых способов утилизации.

Для построения линий тренда воспользуемся функцией автоматического поиска линий тренда Microsoft Excel по типу полинома. После нахождения линий тренда, с помощью Microsoft Excel, находим функциональные зависимости весового значения критерия и процентного выполнения данного критерия с указанием величины достоверности аппроксимации (R^2). Уравнения полученных функций представлены в таб. 4.

Для определения наилучшего из имеющихся способов построим дополнительные две дополнительные кривые. Первая кривая — это идеальное выполнение всех заданных условий, вторая кривая — абсолютное невыполнение заданных условий предложенных критериев.

Полученные кривые задают диапазон возможного изменения критериев максимальные и минимальные выполнение критериев. Функциональные зависимости и величина достоверности аппроксимации R^2 максимального и минимального выполнения критериев представлены в таб. 4.

Полученные кривые необходимо сравнить. Наиболее удобным методом сравнения будет нахождение площадей описанных кривых. Следовательно, задача сравнения будет сведена к нахождению и сравнению площадей найденных функций с помощью нахождения определенного интеграла. Поскольку необходимо произвести оценку только площади полученных кривых, то пределы интегрирования будут от 0 до 100, т.е. на всей прямой. Таким образом, в общем виде интеграл будет находиться по формуле:

$$S = \int_0^{100} y(x) dx \quad (8),$$

где S — площадь подынтегральной функции;

от 0 до 100 — диапазон интегрирования; $y(x)$ — функция линий тренда по каждому способу.

Для нахождения интеграла, подынтегральную функцию необходимо разбить на отрезки с малым шагом равным Δ . После этого найти площади каждого отрезка по всей длине подынтегральной функции. Нахождение

№ критерия	Наименование критерия	Ед. изм	Описание критерия
1	Объем переработанного ПНГ	млн м ³ /год	Объем утилизируемого ПНГ в млн м ³ в год
2	Временные затраты на строительство	мес.	Сколько времени необходимо на строительство и запуск данного способа утилизации ПНГ
3	Количество потребляемой энергии	МВт	Количество энергии, потребляемое за год работы оборудования данного способа
4	Капиталозатраты на строительство выбранного способа утилизации	руб./м ³	Количество денежных средств на строительство установки по утилизации ПНГ на м ³ газа
5	Количество технологических процессов	шт.	Количество технологических процессов в составе способа утилизации исчисляемого в штуках
6	Количество продукта на выходе	т.у.т.	Количество продукта на выходе выраженного в тоннах условного топлива для облегчения сравнения различных видов исходящих продуктов.
7	Количество выбрасываемого CO ₂	млн т/млрд м ³	Количество выбросов CO ₂ в атмосферу. Учет количества выбросов CO ₂ необходим для уменьшения выбросов в атмосферу вредных веществ
8	Количество вырабатываемой тепловой энергии	ГКал	Количество тепловой энергии выделяемой при работе каждого из способов в ГКал. Учет количества тепловой энергии необходим для контроля теплового загрязнения окружающей среды.

Таб. 3 – Критерии сравнения способов утилизации
Tab. 3 – Comparison criteria for disposal methods

	1	2	3	4	5	6	7	8	Σ	вес	%
1	1,00	6,00	5,00	4,00	1,75	1,67	3,00	9,00	31,42	0,22	22,24
2	0,17	1,00	0,57	0,29	0,38	0,29	3,00	3,50	9,18	0,07	6,50
3	0,20	1,75	1,00	3,00	2,00	5,00	6,00	8,00	26,95	0,19	19,07
4	0,25	3,50	0,33	1,00	4,00	7,00	9,00	9,00	34,08	0,24	24,12
5	0,57	2,67	0,50	0,25	1,00	4,00	4,00	5,00	17,99	0,13	12,73
6	0,60	3,50	0,20	0,14	0,25	1,00	0,50	5,00	11,19	0,08	7,92
7	0,33	0,33	0,17	0,11	0,25	2,00	1,00	4,00	8,19	0,06	5,80
8	0,11	0,29	0,13	0,11	0,20	0,20	0,25	1,00	2,28	0,02	1,62
$\sum A_{\text{общ}}$									141,29		100

Таб. 4 – Нормированные оценки критериев
Tab. 4 – Normalized evaluation criteria

Критерии	4	1	3	5	6	2	7	8
Вес критерия	0,24	0,22	0,19	0,13	0,08	0,07	0,06	0,02
Процент использования каждого критерия								
Факельная утилизация ПНГ	96,71	49,37	99,65	59,51	0	31,64	14,46	0,08
Закачка ПНГ в пласт	2,20	0,56	0,22	29,76	11,95	27,69	100	0
Перегонка ПНГ в GTL	0,70	18,15	0,12	11,90	0	10,55	100	0
Установка энергоблоков	0,18	9,39	0,00	19,84	11,42	18,46	85,54	59,58
Криогенная переработка ПНГ	0,21	22,53	0,01	8,50	76,63	11,66	100	40,42

Таб. 5 – Зависимость выполнения критериев от весового значения
Tab. 5 – Dependence of criteria on the weight value

площади на каждом отрезке будет находиться по формуле площади трапеции:

$$S = \frac{(a+b)}{2} \times h \quad (9),$$

где S — площадь трапеции;
a, b — основания трапеции;
h — высота трапеции.

В данном случае, значения основания a будут значения y при значении x, а значения b — значения y при значении x+Δ.

После соответствующих замен формула нахождения площади на каждом заданном отрезке с шагом Δ примет вид:

$$S = s_i + \Delta \frac{(y(x) + y(x+\Delta))}{2}, \quad (10),$$

где S — общая площадь фигуры;
s_i — площадь предыдущего отрезка;
y(x) — величина первого основания трапеции;
y(x+Δ) — величина второго основания трапеции;
Δ — величина шага и, соответственно, высота трапеции = 0,001.

Экспериментальная часть

Для объективного и комплексного сравнения выбранных способов утилизации попутного нефтяного газа, необходимо рассмотреть технологические процессы, используемые в каждом из способов утилизации, для выбора общих критериев сравнения. Рассмотрение технологических процессов и изучение входящих и выходящих параметров позволило определиться с критериями сравнения, представленными в таб. 3.

После определения критериев сравнения необходимо построить таблицу для определения степени важности выбранных критериев методом парных сравнений по правилам таб. 1. Определение суммы и веса каждого критерия, а также процентное выражение значения важности рассчитывается по формулам 1–4. Данные нормированных оценок, суммы каждого критерия и веса представлены в таб. 4.

Из данных таб. 4 мы видим, что критерий 4 является самым значимым, а критерий 8 наименее значим.

Следующим этапом методики выбора способа утилизации ПНГ будет построение зависимостей процентного выполнения критерия, в каждом из исследуемых способов утилизации, от весового значения критерия этого критерия. Расчет процентного выполнения критериев по каждому способу ведется по формулам (5) – (7). Результаты данного расчета представлены в таб. 5.

По данным таб. 5 в Microsoft Excel строятся графики выполнения критериев от весового значения исследуемых способов, а также графики максимального и минимального выполнения критериев для определения диапазона сравнения. После этого строятся линии тренда для нахождения функции. Функциональные зависимости представлены в таб. 6 и на рис. 2. Величина достоверной аппроксимации (R²) предоставлены в таб. 6.

Результаты эксперимента

После нахождения функций линий тренда исследуемых способов утилизации, в соответствии с формулами (8) – (10) найдем значения интегралов полученных функций. Результаты значений полученных функций представлены в таб. 7.

Анализ

Анализируя полученные значения интегралом видно, что чем меньше площадь подынтегральной функции и ближе значение к площади кривой с «Максимальным выполнением критериев», тем лучше исследуемый способ утилизации ПНГ. А чем больше значение интеграла и ближе к границам абсолютного невыполнения критериев, тем хуже исследуемый способ. Таким образом, исследуемые способы утилизации попутного нефтяного газа можно расположить по эффективности, то есть от самого эффективного к самому неэффективному:

1. Закачка ПНГ в пласт для повышения нефтеотдачи.
2. Перегонка ПНГ в синтетическое топливо GTL.
3. Установка энергоблоков.
4. Криогенная переработка ПНГ в сжиженный газ.
5. Факельная утилизация ПНГ.

В данном случае необходимо выбрать способ «Закачку ПНГ в пласт для повышения нефтеотдачи», поскольку он является оптимальным способом утилизации попутного нефтяного газа.

Итоги

Анализируя полученные значения интегралом видно, что чем меньше площадь подынтегральной функции и ближе значение к площади кривой с «Максимальным выполнением критериев», тем лучше исследуемый способ утилизации ПНГ. А чем больше значение интеграла и ближе к границам абсолютного невыполнения критериев, тем хуже исследуемый способ.

Выводы

Разработан универсальный метод выбора способа утилизации попутного нефтяного газа, который позволит производить комплексную оценку различных методов утилизации ПНГ в не зависимости от используемого оборудования, объема и вида получаемой продукции с учетом экологического воздействия на окружающую среду.

Литература

1. Альтернативные технологии малотоннажного производства и переработки природных и синтетических углеводородов. Владивосток: АНО «ЦСИ ТЭК ДВ», 2013. 106 с.
2. Методологические основы научных исследований: учебное пособие для студентов нефтегазового профиля. Тюмень: Вектор Бук, ТюмГНГУ, 2011. 289 с.
3. Кутелова Е.А., Книжников А.Ю., Кочи К.В. Проблемы и перспективы использования попутного нефтяного газа в России: ежегодный обзор. Вып. 4. М.: WWF-России, КПМГ, 2012. 35 с.
4. Земенков Ю.Д., Акулов К.А., Васильев Г.Г., Гульков А.Н. и др. Резервирование энергоресурсов для обеспечения надежности системы газоснабжения. Тюмень: ТюмГНГУ, 2006. 244 с.
5. О.В. Фоминых, С.А. Леонтьев, А.В. Иванов, А.Н. Марченко. Ресурсосберегающие технологии нефтяной промышленности. СПб.: Недра, 2011. 184 с.
6. Ю.Д. Земенков. Сбор и подготовка нефти и газа. М.: Академия, 2009. 159 с.

Название способа утилизации ПНГ	Функции линий тренда	R ²
Факельная утилизация ПНГ	$y = 2 \cdot 10^{-10}x^5 - 5 \cdot 10^{-8}x^4 + 5 \cdot 10^{-6}x^3 - 0,0002x^2 + 0,0058x + 0,0306$	0,9905
Закачка ПНГ в пласт для повышения нефтеотдачи	$y = 2 \cdot 10^{-8}x^4 - 3 \cdot 10^{-6}x^3 + 0,0001x^2 + 0,0032x + 0,0244$	0,9895
Перегонка ПНГ в синтетическое топливо GTL	$y = -3 \cdot 10^{-8}x^3 - 4 \cdot 10^{-5}x^2 + 0,0058x + 0,0187$	0,9893
Установка энергоблоков	$y = 2 \cdot 10^{-8}x^4 - 3 \cdot 10^{-6}x^3 + 0,0001x^2 + 0,0035x + 0,0236$	0,9885
Криогенная переработка ПНГ в сжиженный газ	$y = 3 \cdot 10^{-8}x^4 - 4 \cdot 10^{-6}x^3 + 0,0002x^2 + 0,002x + 0,0281$	0,9661
Максимальное выполнение критериев	$y = 8 \cdot 10^{-10}x^4 - 3 \cdot 10^{-7}x^3 + 1 \cdot 10^{-5}x^2 + 0,0031x + 0,0218$	0,9914
Минимальное выполнение критериев	$y = 3 \cdot 10^{-8}x^4 - 4 \cdot 10^{-6}x^3 + 0,0002x^2 + 0,0023x + 0,0373$	0,9811

Tab. 6 — Функции линий тренда исследуемых способов утилизации и величина достоверной аппроксимации
Tab. 6 — Functions of the trend lines of the utilization methods under study and the magnitude of the reliable approximation

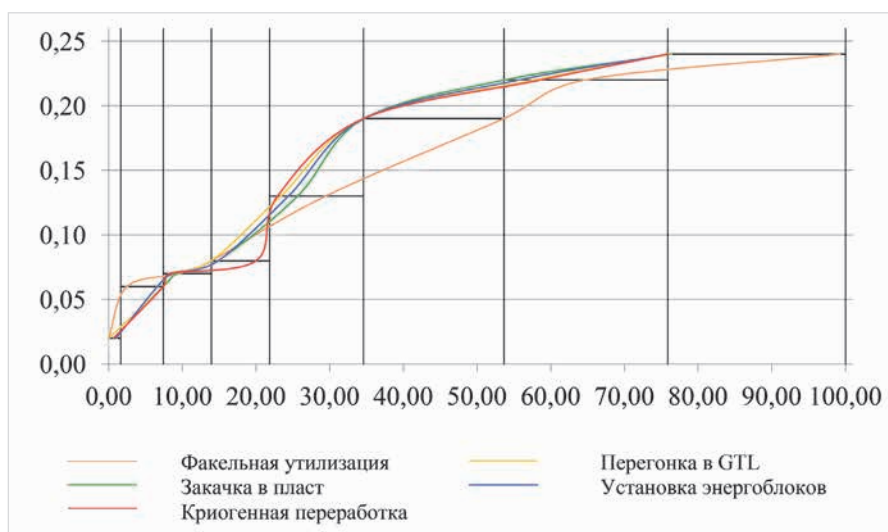


Рис. 2 — Функциональные зависимости исследуемых способов утилизации ПНГ
Fig. 2 — Functional dependencies of APG utilization methods under study

№ п/п	Название способа утилизации ПНГ	Значения полученных интегралов
1	Факельная утилизация ПНГ	23,726
2	Закачка ПНГ в пласт для повышения нефтеотдачи	16,773
3	Перегонка ПНГ в синтетическое топливо GTL	16,787
4	Установка энергоблоков	18,193
5	Криогенная переработка ПНГ в сжиженный газ	18,969
6	Максимальное выполнение критериев	15,113
7	Минимальное выполнение критериев	24,013

Tab. 7 — Значения интегралов исследуемых способов утилизации попутного нефтяного газа
Tab. 7 — The values of the integrals of the studied methods of utilization of associated petroleum gas

ООО «ГрандХолдинг» начал специализацию на рынке промышленных комплектующих с середины 2013 года.

Мы являемся официальными партнерами и дистрибьютерами таких производителей как:



M.G.M. Motori Elettrici S.p.A. (Италия)
 производство электродвигателей с тормозом

Phoenix contact
 (Германия)



производство низковольтного оборудования, оборудования для электромобилей и электро-заправочных станций, электро-сетевого оборудования, оборудования для промышленной автоматизации



Schneider Electric
 (Германия)

оборудование для промышленной автоматизации

Precia Molen
 (Франция)



мировой лидер в производстве весового оборудования



August Habermann
 (Германия)

производитель насосного оборудования и трубопроводной арматуры

HAWKE Int.



взрывозащищенное кабеле-соединительное оборудование



HubbellHarsh & Hazardous

производство специального и взрывозащищенного осветительного оборудования, включая оборудование для платформ на шельфе

Реализуем кабельную продукцию **Hennlich, LappKabel, HeluKabel, Erse, Belden**
 Также осуществляется поставка любых видов российских кабелей

www.mgmmotori.ru

электродвигатели с тормозом
 MGM Motori elettrici S.p.A.

www.weighting.ru

весовое оборудование Precia Molen

Method of selecting the method of utilization of associated oil gas

Authors

Aleksandr A. Razboynikov — Ph.D., associate professor¹; tmn.ers@mail.ru
Nikolai S. Barsukov — machinist TC²; niklaji.rem@gmail.com

¹Tyumen Industrial University, Tyumen, Russian Federation

²JSC "SiburTyumenGaz", Tyumen, Russian Federation

Abstract

This article discusses the development of methods for selecting the method of utilization of associated petroleum gas (APG). This method will allow a comprehensive and objective comparison of various technologies for utilization of associated petroleum gas to make profitable and efficient, economic, managerial and environmental decisions.

Materials and methods

The basis of the developed methodology is a mathematical model built on a system of equations solved by the Saaty algorithm.

Keywords

oil processing, utilization of associated petroleum gas, comparison criteria, evaluation methodology

Results

Analyzing the obtained values by the integral, it can be seen that the smaller the area of the integrand function and the closer the value is to the area of the curve with "Maximum fulfillment of the criteria", the better the studied APG utilization method. And the larger the value of the integral and the closer to the boundaries of the absolute non-fulfillment of the criteria, the worse the studied method..

Conclusions

A universal method has been developed for choosing a method for utilization of associated petroleum gas, which will allow for a comprehensive assessment of various APG utilization methods regardless of the equipment used, the volume and type of the product obtained, taking into account the environmental impact on the environment.

References

1. *Al'ternativnye tekhnologii malotonnazhnogo proizvodstva i pererabotki prirodnykh i sinteticheskikh uglevodorodov* [Alternative technologies of low-tonnage production and processing of natural and synthetic hydrocarbons]. Vladivostok: ANO "CSI TEK DV", 2013, 106 p.
2. *Metodologicheskie osnovy nauchnykh issledovaniy: uchebnoe posobie dlya studentov neftegazovogo profilya* [Methodological basis of scientific research: a textbook for students of oil and gas profile]. Tyumen: Vector Book, TSOGU, 2011. 289 p.
3. Kutepova E.A., Knizhnikov A.Yu., Kochi K.V. *Problemy i perspektivy ispol'zovaniya poputnogo nefryanogo gaza v Rossii: ezhegodnyy obzor* [Problems and prospects for the use of associated petroleum gas in Russia: annual review]. Issue 4, Moscow: WWF Russia, KPMG, 2012, 35 p.
4. Zemenkov Yu.D., Akulov K.A., Vasil'ev G.G., Gul'kov A.N. and others. *Rezervirovanie energoresursov dlya obespecheniya nadezhnosti sistemy gazosnabzheniya* [Energy reserve for ensuring the reliability of the gas supply system]. Tyumen: TyumGNGU, 2006, 244 p.
5. O.V. Fominykh, S.A. Leont'ev, A.V. Ivanov, A.N. Marchenko. *Resursosbergayushchie tekhnologii neftyanoy promyshlennosti* [Resource-saving technologies of the oil industry]. SPb.: Nedra, 2011, 184 p.
6. Yu.D. Zemenkov. *Sbor i podgotovka nefi i gaza* [Collection and preparation of oil and gas]. Moscow: Academy. 2009. 159 p.