

2. Ануфриев Р. В., Волкова Г. И. Изменение структурно-механических свойств высокопарафинистых нефтей в акустическом поле//Труды VIII Междунар.конф, студентов и молодых ученых «Перспективы развития фундаментальных наук», 24 - 27 апреля 2012 г., г. Томск. - Томск: Изд-во ТПУ, 2012. - С. 311 - 314.
3. Волкова Г. И., Прозорова И. В., Ануфриев Р. В., Юдина Н. В., Муллакаев М. С., Абрамов В. О. Ультразвуковая обработка нефтей для улучшения вязкостно-температурных характеристик // Нефтепереработка и нефтехимия. Научно-технические достижения и передовой опыт. - 2012.- №2. - С. 3 – 6.
4. Плисс А.А., Золотов В.П., Якимов А.В. Влияние ультразвука на физико-химические свойства нефти// Интервал. - 2007. - № 3. - С. 36 - 40.
5. Цифры, факты. Добыча нефти и газа// Oil&Gas Journal Russia. - 2014. Январь - февраль. С. 92 - 95.
6. Mason T. J., Larimer P. J. Sonochemistry: Theorie, Application, and Uses of Ultrasound in Chemistry Ultrasound: It is Chemical, Physical and Biological Effects. New York: VCH Publisher New York: Ellis Harwood. - 1988. - С. 321 - 336.

## ВАРИАНТ УТИЛИЗАЦИИ ПОПУТНОГО НЕФТЯНОГО ГАЗА НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ

**К.Ю. Афанасьев**

Научный руководитель профессор С.В. Голдаев, доцент Н.В. Чухарева

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Сжигание на факельных установках попутного нефтяного газа (ПНГ) на месторождениях является одной из основных проблем нефтедобывающих компаний. Вместе с тем в сфере эффективной утилизации ПНГ заложен огромный потенциал для повышения ресурсосбережения и выработке дополнительной тепловой и электрической энергии.

Согласно постановлению правительства «О мерах по стимулированию сокращения загрязнения атмосферного воздуха продуктами сжигания попутного нефтяного газа на факельных установках» с 2012 года доля полезного использования попутного нефтяного газа должна составить 95% от добытого объема, а за сверхлимитные объемы его сжигания предусмотрено повышение штрафов в 100 раз [7].

Проведенный литературный обзор [2, 6, 9] позволяет выделить различные методы утилизации ПНГ, основными из которых являются переработка по газо-нефтехимическому профилю, а также использование в газотурбинных установках для выработки энергии на собственные нужды и для эксплуатации газоперекачивающих агрегатов магистральных газопроводов.

Переработка ПНГ на сегодняшний день является довольно перспективным направлением. Данный метод предполагает строительство крупных газоперерабатывающих заводов и значительной модернизации уже имеющихся, совместно с разветвленной сетью газопроводов для сбора и доставки попутного газа. На химических предприятиях ПНГ перерабатывается либо в сухой отбензиненный газ, либо в широкую фракцию легких углеводородов (ШФЛУ), которые поступают в магистральные газопроводы и являются важным сырьем для нефтехимической отрасли (например, ШФЛУ – базовое сырье для производства сжиженного углеводородного газа [6]).

Необходимо отметить, что реализация предложенной технологии требует значительных материальных и временных затрат, таким образом ее использование, экономически эффективно лишь на крупных месторождениях. Основные потери попутного нефтяного газа, то есть его сжигание на факелах, формируются не на крупных, а в основном на мелких, малых и средних месторождениях, которые удалены друг от друга на значительные расстояния, находятся в регионах со слабо развитой инфраструктурой, или их географическое местоположение указывает на наличие неустойчивых грунтов (болотистая местность). Так, большинство новых месторождений разрабатываемых в Северных регионах РФ (территории Западной, Восточной Сибири, республика Саха, Дальневосточный Федеральный округ) имеют все перечисленные особенности. Поэтому организация сбора газа с таких месторождений по схемам, предложенным для строительства крупных газоперерабатывающих заводов, является весьма капиталоемким и неэффективным мероприятием [10].

Также большое значение в последнее время имеет внедрение различных методов интенсификации добычи нефти путем повышения проницаемости пород, основными из которых являются:

2. химические;
3. механические;
4. термические;
5. физические.

Подробнее остановимся на термических методах воздействия, которые применяют для удаления со стенок поровых каналов парафина и смол, а также для интенсификации химических методов обработки призабойных зон [5].

Обычно термообработка нефтяных пластов в зоне добывающих скважин осуществляется водой, нагретой в котлах высокого давления, для эксплуатации которых требуется применение массивных водоподготовительных опреснительных установок, чтобы избежать накипеобразования на стенках котла.

Литературный обзор [1, 3] показал, что основным недостатком такого способа являются высокие капитальные затраты на сооружение опреснительной установки, а также большой расход теплоты пара на выработку пресной воды.

Также к термическим методам относится применение электротепловой обработки призабойных зон, при которой в скважину на кабель-тросе спускают электронагреватель, состоящий из трубчатых электронагревательных элементов (ТЭ-Нов), заключенных в перфорированном кожухе [3]. Недостатком данного метода является необходимость в дополнительной электрической энергии.

Таким образом, оптимальным решением для термической обработки является испарительный аппарат, который может работать на попутном нефтяном газе и не требует предварительной подготовки воды [4].

В ходе анализа различных конструкций испарительных установок было получено, что аппарат погружного горения (АПГ) обладает необходимыми преимуществами.

Высокая интенсивность процессов теплообмена в АПГ и отсутствие трубных элементов определяет малую металлоемкость конструкции. Масса АПГ тепловой мощностью 10 МВт составляет 10 т, что практически на порядок меньше массы аналогичного котла. Также для АПГ характерны меньшие капиталовложения и текущие затраты [8].

Из-за того, что через барботажную решетку АПГ газообразные продукты сгорания впрыскиваются в воду, решетка не подвержена загрязнению и для АПГ не требуется водоподготовка в отличие от контактных теплообменников.

Итак, по сравнению с другими видами выпарных установок АПГ обладают следующими преимуществами:

- Полное исключение проблемы борьбы с отложением накипи при нагреве воды;
- Возможен нагрев больших объемов воды без предварительной водоподготовки;
- Высокий термический КПД и экономичность;
- Относительная простота конструкции;
- Малая материалоемкость, низкие удельные расходы топлива, относительно низкие капиталовложения и эксплуатационные издержки по сравнению с другими использующими топливо теплообменными аппаратами;
- Простота в эксплуатации, обслуживании и ремонте;
- Наличие в жидкости растворенных веществ, минеральных масел, взвесей, кристаллов и других загрязнений обычно не вызывает затруднений и не оказывает влияния на работоспособность АПГ;
- АПГ взрывобезопасен и не подлежит котлонадзору [8].

На рисунке 1 представлена схема с использованием аппарата погружного горения, которая позволит утилизировать попутный нефтяной газ для испарения воды, при этом не требуется применение дополнительных установок для подготовки воды перед испарением. Для отделения дымовых газов от воды предложено использовать скруббер Вентури и циклон каплеуловитель.

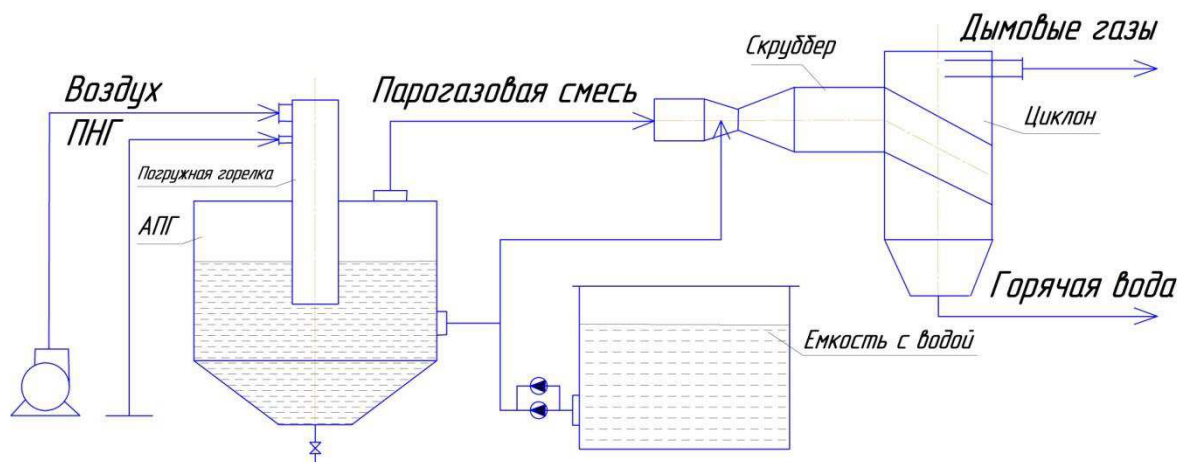


Рис. Схема утилизации попутного нефтяного газа

Также стоит отметить, что при отсутствии необходимости термической обработки скважин АПГ может с легкостью использоваться в качестве эффективного и простого водонагревателя, используемого для отопления и ГВС на месторождении.

Использование предложенного метода в регионах со слабо развитой инфраструктурой особенно актуально, так как организация сбора газа с труднодоступных месторождений для использования на крупных газоперерабатывающих заводах, является весьма капиталоемким и неэффективным мероприятием. Таким образом, использование различных схем на основе аппарата погружного горения благодаря простоте конструкции, легкости эксплуатации и отсутствия потребности в предварительной водоподготовке является оптимальным для средних и мелких месторождений, расположенных в удаленных труднодоступных местах.

#### Литература

1. Алабовский А.Н., Удыма П.Г. Аппараты погружного горения. – М.: Изд-во МЭИ, 1994. – 255 с.
2. Антипов В.Н. Утилизация нефтяного газа. – М.: Недра, 1983. – 160 с.
3. Антонова Е.О., Крылов Г.В., Прохоров А.Д., Степанов О.А. Основы нефтегазового дела. — М: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2003. – 307 с.

4. Афанасьев К. Ю., Чухарева Н. В. Использование контактного выпарного аппарата для концентрирования стоков электрообессоливающих установок // Горный информационно-аналитический бюллетень. Отдельный выпуск № 3 Горное машиностроение. 2012, С. 426 – 430.
5. Гиматудинов Ш.К. Эксплуатация и технология разработки нефтяных и газовых месторождений. — М.: Недра, 1978. – 356 с.
6. Новиков А.А., Чухарева Н.В. Анализ эффективности переработки попутного нефтяного газа при промышленном транспорте скважинной продукции // Нефтегазовые технологии. 2007. №1. С. 2 – 6.
7. Постановление правительства РФ от 08.01.2009 «О мерах по стимулированию сокращения загрязнения атмосферного воздуха продуктами сжигания попутного нефтяного газа на факельных установках».
8. Сайт НПО «Энергомашавтоматика» URL: <http://npoema.ru/> (дата обращения 10.12.13).
9. Фейгин В.И. Исследование состояния и перспектив направлений переработки нефти и газа, нефте- и газохимии в РФ. – М.: Экон-информ, 2011. – 806 с.
10. Чухарева Н. В., Афанасьев К. Ю. Способы утилизации попутного нефтяного газа при эксплуатации нефтегазопроводов // Горный информационно-аналитический бюллетень. Отдельный выпуск № 3 Горное машиностроение. 2012, С. 421-425.

### ПРИМЕНЕНИЕ НЕФТЕПОЛИМЕРНЫХ СМОЛ В КАЧЕСТВЕ ПЛЕНКООБРАЗУЮЩИХ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЛАКОКРАСОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

**Д.В. Бестужева, Н.В. Власова, Е.И. Задорожная**

Научный руководитель ст. преподаватель А.А. Мананкова

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Исходным сырьем для синтеза нефтеполимерных смол являются продукты нефтепереработки и нефтехимии, содержащие не менее 30 % непредельных углеводородов. К ним относятся фракции, выделяемые из некоторых продуктов каталитического и термического крекинга, а также из продуктов пиролиза нефтяного сырья. Интерес к получению нефтеполимерных смол обусловлен доступной сырьевой базой и возможностью замены природных продуктов [1].

Нефтеполимерные смолы применяются в лакокрасочной, мебельной, целлюлозно-бумажной, резинотехнической промышленности, в производстве печатных красок, искусственных кож, антикоррозионных и защитных покрытий, в строительстве и различных композициях. Смолы могут быть использованы для замены растительных масел (в производстве лакокрасочных материалов) и канифоли (в производстве бумаги) [1]. Замена растительных масел синтетическими смолами позволяет сократить время высыхания покрытий и улучшить их эксплуатационно-механические характеристики.

Композиции на основе нефтеполимерных смол широко применяют в производстве лаков, эмалей, грунтовок и других лакокрасочных материалов, используемых в качестве защитных, декоративных, электроизоляционных покрытий. Так, масляно-смоляная композиция, включающая оксидированное подсолнечное масло, нефтеполимерную смолу, полученную полимеризацией непредельных соединений фракций жидких продуктов пиролиза с пределами выкипания 130–190 °С (30–40 мас. %), и органический растворитель, предложена для получения олиф, лаков и красок [2].

Влагостойкие покрытия на основе комбинированной олифы, представляющей собой 60 %-ный раствор в керосиновой фракции нефтеполимерной смолы с температурой размягчения 72–90 °С (54 мас. %), окисленную смесь растительного масла, содержащую парафин, растворитель нефрас, сиккатив, используют для пропитки дерева, штукатурки бетона перед покраской [3].

В настоящее время для синтеза нефтеполимерных смол используют ионную (каталитическую) и радикальную олигомеризацию мономеров. В качестве наиболее распространенных катализаторов полимеризации жидких продуктов пиролиза могут быть использованы каталитические системы типа Циглера-Натта на основе четыреххлористого титана и алюминийорганических соединений [4].

Объектом исследования является дициклопентадиеновая фракция жидких продуктов пиролиза прямогонного бензина установки ЭП–300 ООО «Томскнефтехим». Перед полимеризацией дициклопентадиеновой фракции проводят очистку фракции от смолистых соединений и продуктов окисления методом простой дистилляции.

В результате получается подготовленная к полимеризации фракция с повышенным содержанием циклопентадиена, так называемая циклопентадиеновая фракция.

Наличие циклопентадиена обуславливает высокую активность фракции. Это создает определенные трудности при выборе катализатора. В качестве катализатора олигомеризации непредельных компонентов фракции использовали каталитический комплекс на основе моноалкокситрихлоридов титана  $Ti(OR)Cl_3$ .

Далее из реакционных растворов (без выделения смолы), были получены покрытия методом налива на стальные, стеклянные и алюминиевые пластины по ГОСТ 8832-76 и исследованы следующие характеристики: внешний вид пленок, адгезия к стеклу и стали, прочность при ударе, эластичность.

Адгезию полученных пленок определяли с помощью метода решетчатых надрезов (МРН) и метода параллельных надрезов (МПН) по ГОСТ 15140-78. Прочность пленок при ударе определяли с помощью прибора У-1а по ГОСТ 4765-73. Твердость определяли по ГОСТ 5233-89. Эластичность – по ГОСТ 6606-73.