



А. Н. Лапкин
директор инжинирингового
центра ЗАО «Глоботек»,
lan@globotek.ru

Попутный нефтяной газ — вызовы времени

Энергия – это то, что в первую очередь обществу нужно от природы. Потери энергетических ресурсов для конечного потребителя – человека – главный критерий цивилизованности общества по отношению к природе, что особенно проявляется в проблеме неэффективного использования попутного нефтяного газа.

Energy is that first of all is necessary for a society by nature. Losses of power resources for the end user – the person – the main criterion of civilization of a society in relation to the nature that is especially shown in a problem of inefficient use of passing oil gas.

Ключевые слова: попутный нефтяной газ, потери нефти, энергетические ресурсы, повышение нефтеотдачи.
Keywords: passing oil gas, losses of oil, energy resources, increase oil recovery.

Ч то такое попутный нефтяной газ?

Когда говорят о необходимости использования попутного нефтяного газа, то каждый понимает под этим термином свое. Закон нашей страны называет его углеводородным сырьем, добываемым вместе с другими полезными ископаемыми. Воспитанный на истории незначительной практики последних лет работник нефтяной компании называет его таковым только там, где его выделения заметны глазу, остальное относится к «сдувкам» и «газам дыхания». С таким же воспитанием работник газовой компании может назвать его «нестабильным конденсатом» или отходами «выветривателя». В угольной добыче это будет шахтный газ или «метан». В намечаемой широкомасштабной добыче гидратов он получит еще какое-нибудь название. Но во всех перечисленных случаях речь идет об одном и том же веществе – смеси метана, этана, пропана, бутана и изобутана. Всего пять газов в различных соотношениях, свойственных конкретным условиям, имеют право называться углеводородными по своим физическим свойствам в виде газовой фазы при нормальных условиях. Таким образом, точное определение этому веществу сотрудники научных учреждений, присутствие которых на совещаниях у президента и председателя

правительства нашей страны должно быть, на взгляд автора, усилено, могли бы дать давно, и звучало бы оно примерно так: попутный нефтяной газ – смесь пяти видов газа (метана, этана, пропана, изобутана и бутана, относительное количество которых, как правило, убывает в приведенной последовательности) с примесями растворенных в них паров жидких углеводородов гомологического ряда метана и их изомеров, неуглеводородных газов (гелия, водорода, аргона, азота, сероводорода, углекислого газа), воды и попутно выносимых твердых пород в виде пыли. В случае преобладания в попутном нефтяном газе какой-либо составляющей констатируются его соответствующие особенности. Точное определение

Важны свойства ПНГ, который состоит из самых высоких по внутренней энергии отдельных газов, подаренных человеку природой в выделенном и легко отделяемом виде, что обеспечивает использование каждой составляющей.

предмета расширит возможные источники обнаружения этой смеси в природном и техногенном мире. Окажется, что, кроме объектов уже перечисленных отраслей, найдется целый ряд других: факельные устройства химии и нефтехимии, емкости хранения различных углеводородов, бензобаки автомобилей и так далее. Для дальнейшего изложения

важно обратить внимание на свойства этого вещества, которое состоит в основном из самых высоких по внутренней энергии отдельных газов, подаренных человеческому обществу природой в выделенном и, как правило, легко отделяемом виде, что обеспечивает использование каждой составляющей и их разных смесей: метан (50 МДж/кг) и этан (47,5 МДж/кг) отдельно и в смеси являются топливом и сырьем для химии; пропан (46,5 МДж/кг) с бутанами (45,5 МДж/кг) являются топливом в смесях и отдельно и еще более привлекательны в химии; если сравнивать газы как топливо с бензинами (43 МДж/кг), дизельным топливом (42 МДж/кг) и мазутом (39 МДж/кг), то газы выигрывают.

Однозначный выигрыш в качестве сжигания таких видов топлива также неоспорим в связи с возможностью более тонко регулировать горение одно- или двух-молекулярных смесей в сравнении с регулировкой смесей из многих десятков индивидуальных молекул. Это обеспечивает экологический выигрыш и повышенный КПД любых преобразователей энергии на газообразном топливе в сравнении с аналогами на жидком топливе. Поэтому общество неуклонно стремится исключить из использования, например, нефть и мазут как виды топлива и чаще применять легкие углеводородные фракции и газы. Сдерживающим фактором являются ограничения транспортировки и хранения газов, так как существует приводимая ниже зависимость между необходимым для изготовления транспортных емкостей количеством металла (в кг) и перевозимого в них топлива (на 1 кг): метан 7 кг/кг, этан 6 кг/кг, пропан 3 кг/кг, изобутан 2 кг/кг, бутан 1 кг/кг, бензины 0,15 кг/кг, дизельное топливо 0,1 кг/кг.

Если рассматривать энергетическую и экологическую ценность углеводородного сырья, то наиболее привлекательными являются газы и легкие конденсаты. Если учесть современное состояние парка транспортных средств (принимая во внимание появление новых материалов и возможностей хранения), то в ближайшей перспективе метан и этан вряд ли попадут в перечень широко используемых видов транспортного топлива, остальным же газам и светлым (легким) фракциям углеводородов дорога на рынок уже давно открыта. Практика развитых стран подтверждает это, причем за выпуск нетрадиционных топлив (кроме бензина и дизельного топлива) эти страны доплачивают изготовителям и поставщикам.

Особое отношение к развитию возможностей в топливной энергетике сложилось в нашей стране. Налицо отсутствие каких-либо попыток научного подхода к систематизации мирового опыта в этой отрасли. Государством управляют не только руководители высокого ранга, знающие, по определению, очень много и во всех областях, но в каждой понемногу. В их число обязательно входят и профессионалы, досконально знающие свою узкую область науки и практики, способные правильно расставить приоритеты. Но в сегодняшней ситуации создания рыночных устоев экономики, когда ведущие отрасли возглавляются успешными менеджерами, нередко далекими от технологической сути производства, как правило, стратегические решения принимать не просто. Именно это происходит с попутным нефтяным газом. Уничтоженный научный потенциал переработки и глубокой переработки не представлен какой-либо отраслью, как это было раньше. Для принятия грамотных решений мировая наука выработала эффективные правила, которые являются невостребованными со стороны менеджеров, которым доверена судьба огромного по величине потенциала нашей страны.

Три главных критерия оценки попутного нефтяного газа как топлива.

Широко распространены сведения о том, что в течение последнего десятилетия объем ежегодно сжигаемого попутного нефтяного газа составлял от трех до пятидесяти миллиардов кубических метров. По мнению автора, эти оценки являются заниженными. В качестве доказательства можно проанализировать следующие данные. По данным надзорных органов и в соответствии с оценками утверждаемых в установленном порядке запасов, 1 т нефти содержит более 0,14 т газа (в среднем по стране). Ежегодно в трубопроводы сдается 500 млн.т товарной нефти, содержание газа в которой более 2% весовых является недопустимым. Потери нефти при добыче составляют около 3%. Отсюда минимум газа только от работы в этом секторе добычи составляет $500 \cdot (0,14 - 0,2) \cdot 1,03 = 61,8$ млн.т. Это скромный минимум и для одной отрасли. В газодобыче ориентировочно столько же уничтожается конденсата, в переработке нефти и газа факела, горящие десятилетиями на территориях заводов, состоят из этих же газов, и эти отрасли имеют не меньшие проценты потерь. Серьезную роль в итоговых показателях играют оценки параметров. Если добыто 61,8 млн.т газа плотностью

1,236 кг/м³, то это соответствует 61,8/1,236=50 миллиардам кубических метров. А если «сдать в трубу» 50 миллиардов с плотностью 0,9 кг/м³, то это всего 45 млн.т. Заметим, что при этом исчезнут 61,8-45=16,8 млн.т, что сравнимо с полугодовым потреблением всего бензина в стране. Именно поэтому необходимо во всех отраслях, имеющих в обороте ПНГ, оценивать балансы только в весовых единицах, тогда учтенный полный объем использования ПНГ обеспечит удвоение в экономике торговли светлыми топливными продуктами.

При обсуждении проблем ПНГ его качество зачастую оценивается очень низким в связи с наличием различных инертных примесей и вредных газов. При всей сложности вопроса и здесь возможен достаточно простой научно обоснованный подход к определению качественного и количественного состава газа. Весовой среднестатистический состав газа имеет следующие характеристики: метан – 60%, этан – 10%, пропан – 15%, изобутан – 5%, бутан – 8%, различные углеводородные жидкости (выше пентанов по гомологическому ряду) – 2%, не углеводородные газы – 5%. Тогда его плотность (условно) составит около 1,225 кг/м³ только по углеводородной составляющей, несущей возможное энергетическое использование. При этом, исходя из представленного весового состава, энергетическая ценность газа составит 48,52 МДж/кг углеводородной составляющей (или 48,52*1,225=59,42 МДж/м³). Мировая практика приведения к тоннам условного топлива – ТУТ (7000 ккал/кг, 29,33 мдж/кг) – даст 2,02 ТУТ на тонну ПНГ. Другими словами, при определении качества ПНГ и аномального содержания в нем инертных газов решается не вопрос ценности этого газа, а вопрос необходимости его очистки для еще более эффективного использования или использования с учетом реального состава. Но в любом случае ПНГ представляет собой ценное и качественное топливное сырье, а иногда и готовое топливо.

Дискуссии о том, когда может быть положено начало использованию ПНГ, также сегодня не имеют научного основания, и решение этого вопроса в каждой отрасли может быть достигнуто относительно просто. Имея на этапах разведки и подготовки месторождений к освоению, как правило, пять и более лет, на этапе вывода объектов добычи в активную эксплуатацию около трех лет, при продолжительности собственно эксплуатации более 20 лет, всегда можно выбрать несколько месяцев для решения вопроса

использования ПНГ. Совершенствование процессов переработки по отраслям в этом плане еще более в льготных условиях – нет постоянных изменений по сырьевой составляющей и сложности с локальной энергетикой для уточнения параметров уже действующей переработки. Существующие сегодня предложения на рынке услуг позволяют полный инвестиционный цикл даже в глубокой переработке анализировать в течение считанных месяцев. Оправданий в затягивании начала использования ПНГ разработкой различных программ или положений о качестве, приводящих к выхолащиванию сути временных горизонтов инвестирования, быть не может. Международный опыт свидетельствует о возможности конструктивного объединения в параллельном режиме процес-

Реальный период освоения основной части попутного нефтяного газа – около пяти-семи лет, но продолжающиеся дискуссии постоянно отодвигают начало серьезного процесса.

сов использования ПНГ во всех отраслях. Реальный период освоения основной части ПНГ – около пяти-семи лет, но продолжающиеся дискуссии постоянно отодвигают начало серьезного процесса.

Цена возможности использования ПНГ.

Рассмотрим ценовую политику в отношении ПНГ, которая базируется на перечисленных выше и обозначенных как относительно легко решаемых положениях инвестиционных процессов. На первый взгляд, трудно дать справедливую оценку стоимости газов различного состава при различных параметрах отбора и в различных инфраструктурных условиях. Но и это, оказывается, решается довольно просто. На основе нескольких критериев оценки стоимость газа на выходе из любого аппарата определяется достаточно точно и так же точно определяются затраты на возможное использование любого по качеству газа. В этих расчетах появятся характеристики определения категорий инвестиций, а именно: коммерческих, экологических, научных, инвестиций в промышленную безопасность, инвестиций для защиты стратегических интересов страны и других.

Необходимо отметить, что наибольшее количество существующих сегодня сбросов ПНГ в нашей стране являются коммерческими, а это тысячи источников. Только небольшую часть газа, около 10% от всего объема, можно отнести ко всем другим видам инвестиций, участие государства в которых, по всей видимости, необходимо, включая газы с аномальными отклонениями в составе. Коммерческие же условия для инвестирования созданы давно законодательно, но в силу некоторой избирательности применения уже действующих законов многими участниками сегодня «понимаются» не адекватно рыночной экономике. Сегодня сумма предполагаемых штрафов и возможности получения прибыли от переработки газов привели к границе окупаемости объектов переработки известными методами менее четырех лет, а это для большинства объектов хороший показатель. Приобретаемые сегодня зарубежные образцы первичной подготовки с минимальной переработкой сейчас имеют цену около 20 рублей на килограмм входящего по годовой мощности на переработку ПНГ. Средний выброс мощностью 12 тысяч тонн в год углеводородного сырья в ПНГ потребует затрат в 240 миллионов рублей, при этом объект подготовки и частичной переработки даст около 4 тысяч т в год жидких углеводородов с оптовой ценой по 10000 рублей за тонну (40 млн.руб/год) и около 5000 т в год топливного газа (5 млн. руб/год), что делает окупаемым объект уже в срок менее семи нормативных лет. Приобретение же отечественного оборудования по цене около 10 рублей за килограмм годовой мощности обеспечивает возможность возврата инвестиций менее чем за 3,5 года.

Основные методы использования ПНГ.

Методы переработки и соответствующие устройства должны быть основаны на тщательно выверенных объемах ПНГ. 70% действующих объектов выбросов ПНГ можно оснастить устройствами, предназначенными для реализации метода низкотемпературной конденсации различных модификаций, что дает возможность извлекать с высокой степенью эффективности жидкие пропан-бутановые и бензиновые фракции с 30-40% выходом по массе от перерабатываемого газа. Это самый эффективный и нужный стране из всех известных и освоенных методов, который обеспечивает 100%-ное вовлечение газа в переработку при выходе продукции до 85-90% весовых.

На 10-15% месторождений, где имеется возможность получения чистой метаноэтановой фракции возможно использование установок генерации электрической энергии, что рациональнее совмещать с подготовкой и переработкой газа, так как без нее отдача генерирующего агрегата снижается до 60-70% от заложенного в изделии. Из-за невозможности совмещения в данной технологии (без хорошей подготовки сырья) колебаний используемого ПНГ и колебаний выборки полученной энергии коэффициент использования энергии газа снижается до 40-45% по отношению к методу низкотемпературной конденсации.

Еще для меньшего количества (не более 5% от всех имеющихся выбросов, по удаленным объектам, лишенным в перспективе всякого развития инфраструктуры) возможно применение дорогостоящего метода перевода всего количества газа в «синтетическую нефть».

Сегодня сумма предполагаемых штрафов и возможности получения прибыли от переработки газов привели к окупаемости объектов переработки известными методами менее чем за 4 года, а это хороший показатель.

Этот метод самый энергозатратный; он дает в пересчете на возможности метода низкотемпературной конденсации только 25% от возможной к получению конечной энергии.

Попытки вывести из сегодняшнего оборота уже добытый на поверхность ПНГ для «сохранения» будущим поколениям, т.е. в пласт, в энергетическом сравнении дают еще меньший эффект (5-10%) в сравнении с методом низкотемпературной конденсации и по существу являются не использованием ПНГ, а отложенным на время использованием с огромными уже совершенными энергетическими потерями в будущем.

Лучший метод использования ПНГ и его разновидности.

Если остановиться на лучшем из перечисленных методов – низкотемпературной конденсации, то окажется, что имеется множество его разновидностей, выбор наилучшей из которых можно сделать, опираясь на мировую практику, собственный горький опыт и научные рекомендации. Трудно рассчитывать, что в ближайшем будущем на страницах научных

журналов будет опубликована и станет окончательно разъясняющей в этом вопросе единственная статья с единственно правильным мнением. Совершенствование бесконечно, и научные организации живут в нынешних условиях осторожно, верно следуя требованиям основного заказчика. Государство незаметно для нас прекратило такую деятельность, и основным заказчиком стали как раз те, кто не решал и не решает вопрос использования ПНГ. Однако развитие общества неизбежно сметет эти временные преграды, иначе общество обречено на деградацию и вымирание.

Рассмотрим лучшие из методов конденсации и сравним их по производительности, приведя к равным условиям по входному сырью в составе и параметрах отбора, поставим все технологии в равные условия по воздействию на основную технологию добычи и подготовки целевых продуктов (нефти, газа, сланцев, шахтного газа). Это довольно сложный процесс, но автору неоднократно приходилось это делать для выбора вариантов использования ПНГ.

Метод с применением низких (до -40°C) и очень низких (до -90°C) температур с независимым контуром охлаждения позволяет извлекать максимальное количество ценных продуктов с конечными затратами одной единицы энергии для производства продукции в 20-30 единиц энергии в зависимости от состава газа. Или, затратив 1000 кВт, можно получить продукцию в 20 000 кВт и более. При этом прием всего объема газа возможен при самых низких начальных давлениях вплоть до вакуума при широком диапазоне температур и наличии самых разных примесей. Потери возможных к выделению веществ практически самые низкие из рассматриваемых методов. Отсутствует зависимость основной технологии добычи ПНГ из целевого минерала (нефть, газ, гидраты и т.д.), что оказывается невозможно в других технологиях.

Тот же метод с контуром охлаждения внутри потока самого газа (дроссельные эффекты, вихревые трубы, детандеры) требует дополнительной энергии на поддержание холодильного эффекта менее производительными методами и снижает возможность выработки от единицы энергии до 15 и более. Появляется требование более узкого коридора используемых температур, и возникают сложности с примесями. Нет возможности извлечения части полезных продуктов. Такая технология более требовательна к входным параметрам от основной технологии в связи с

реализацией режима охлаждения самого потока собственным рабочим телом – эффект связанного сплошного потока.

Тот же метод с использованием только одного элемента охлаждения (например, вихревой трубы) обеспечивает эффективность 7 единиц и менее. Коридоры входных параметров резко сокращаются по составу, давлению и температуре, связь с основной технологией становится неприемлемо жесткой, потери целевых продуктов самые высокие из сравниваемых методов.

С учетом приведенных данных на сегодняшний момент особого выбора нет, перспективы использования ПНГ за одним из опробованных и многократно проверенных методов. Возможность его широкого распространения зависит от упомянутых выше менеджеров, которые должны или поверить в международный опыт, или убедиться на собственном опыте в низкой эффективности какого-либо из перечисленных выше методов (если государство позволит ему накопить такой опыт).

Совет министерствам и ведомствам

На наше бесхозяйственное отношение к собственным природным ресурсам с удивлением взорают зарубежные коллеги и с серьезным недовольством смотрит собственный народ, наверное, самый грамотный в отношении топливных запасов из многих народов, населяющих планету. Отсутствие научных рекомендаций в отношении выбора методов использования газа приводит к курьезам первых лиц государства, когда с полной серьезностью и в присутствии всех министров какой-нибудь ученый предлагает получать нефть из газа, и под кивки согласных с ним руководителей крупнейших нефтяных компаний получает поощрение на разбазаривание народного добра. Уже не деньги налогоплательщиков жалко, которые опять будут впустую выброшены на ветер, не потерянные годы до внедрения действительно эффективных методов – стыдно становится за себя, за собственное отечество. Консолидировать опыт мировых держав, возможности собственной науки, получить разом тысячи дополнительных рабочих мест в машиностроении и догнать по энергооборуженности, например, Канаду можно только на одном попутном нефтяном газе. Это трудно, но для выработки необходимого решения нужна одна неделя.

Думать мелкомасштабно, антинаучно и принимать при этом порочащие наш имидж решения нельзя. 