

снижает эффективность процессов обогащения и обезвоживания. Схема осветления должна быть с замкнутым циклом. Сброс воды за пределы фабрики производить не рекомендуется из-за потерь угля и воды, а также из-за загрязнения водоёмов.

Все перечисленные выше факторы негативно сказывается на технологическом процессе, так как приводят к поломкам и отказам техники. В итоге возможны простои на время ремонта и замены оборудования. Следствием могут быть не только потери производительности, но также ухудшение экологической ситуации. Именно поэтому необходимо разработать комплекс мер, которые позволят увеличить надёжность и долговечность оборудования, снизят негативное воздействие на экологию, позволят более рациональное использование ресурсов и сделают производство более экономичным.

Список литературы:

1. Артюшин С.П. Обогащение углей – М.: Недра. 1975. – 384с.
2. Справочник по обогащению углей / Под ред. И.С. Благова, А.М. Коткина, Н.А. Самылина, М.: Недра. 1974. – 488с.
3. Теплотехника: Учебник для вузов / А.П. Баскаков, Б.В. Берг, О.К. Витт и др.; Под ред. А.П. Баскакова, М.: Энергоиздат. 1982. – 264с.
4. <http://vestnik.kazntu.kz/?q=kk/node/534>

ПОЛУЧЕНИЕ ПОЛЕЗНЫХ ВЕЩЕСТВ ИЗ ПРИРОДНОГО ГАЗА

Топоров А.А., Харченко М.А.

Донецкий национальный технический университет

Природный газ широко применяется в качестве горючего как топливо для машин, котельных, ТЭЦ и др, также используется в химической промышленности как исходное сырьё для получения различных органических веществ посредством ректификации. Ректификация - это процесс многократного испарения многокомпонентной смеси с последующей конденсацией. Ректификацию проводят в реакторах - специальных ректификационных колоннах.

В настоящее время природный газ используется в основном в энергетических целях: тепловые электростанции на природном газе наиболее экологически чистые, пропан-бутановая фракция применяется в качестве бытового топлива, а также как горючее для автотранспорта [3]. Природный газ широко используют как дешёвое топливо с высокой теплотворной способностью (при сжигании 1 м³ выделяется до 54 400 кДж). Это один из лучших видов топлива для бытовых и промышленных

нужд. Кроме того, природный газ служит ценным сырьем для химической промышленности. В небольших количествах метан используют в металлургической промышленности как восстановитель.

Однако способы химической переработки природного газа в ценные продукты сейчас не везде применяются, и пока еще значительная часть попутного нефтяного газа сжигается в факелах, что приводит к невосполнимой потере ценного сырья и порождает сложные экологические проблемы в регионах добычи. Столь расточительное отношение к ископаемым источникам сырья недопустимо и требует незамедлительного создания новых технологий переработки легкого углеводородного сырья.

Природный газ - основной источник углеводородов, смесь газов, образовавшаяся в недрах земли при анаэробном разложении органических веществ.

Природный газ относится к полезным ископаемым. Природный газ в пластовых условиях (условиях залегания в земных недрах) находится в газообразном состоянии — в виде отдельных скоплений (газовые залежи) или в виде газовой шапки нефтегазовых месторождений, либо в растворённом состоянии в нефти или воде. При стандартных условиях (101,325 кПа и 20 °С) природный газ находится только в газообразном состоянии. Так же природный газ может находиться в кристаллическом состоянии в виде естественных газогидратов [2].

Химический состав природного газа

Основную часть природного газа составляет метан (CH_4) — от 92 до 98 %. В состав природного газа могут также входить более тяжёлые углеводороды — гомологи метана: этан (C_2H_6), пропан (C_3H_8), бутан (C_4H_{10}), а также другие неуглеводородные вещества: водород (H_2), сероводород (H_2S), диоксид углерода (CO_2), азот (N_2), гелий (He).

Чистый природный газ не имеет цвета и запаха. Чтобы можно было определить утечку по запаху, в газ добавляют небольшое количество веществ, имеющих сильный неприятный запах (гнилой капусты, прелого сена) (т. н. одорантов). Чаще всего в качестве одоранта применяется этилмеркаптан (16г на 1000 куб.м.природного газа).

Для транспортировки и хранения природного газа его сжижают, охлаждая при повышенном давлении.

В природном газе содержатся углеводороды с небольшой относительной молекулярной массой. Он имеет следующий примерный состав (по объему): 80...90% метана, 2...3% его ближайших гомологов — этана, пропана, бутана и небольшое содержание примесей — сероводорода, азота, благородных газов, оксида углерода (IV) и паров воды. Так, например, газ Ставропольского месторождения содержит 97,7% метана и 2,3% прочих газов, газ Саратовского месторождения—93,4% метана, 3,6% этана, пропана, бутана и 3% негорючих газов [1].

К природным газам относятся и так называемые попутные газы, которые обычно растворены в нефти и выделяются при ее добыче. В попутных газах содержится меньше метана, но больше этана, пропана, бутана и высших углеводородов. Кроме того, в них присутствуют в основном те же примеси, что и в других природных газах, не связанных с залежами нефти, а именно: сероводород, азот, благородные газы, пары воды, углекислый газ.

В настоящее время попутные газы улавливают и используют как в качестве топлива, так и главным образом в качестве ценного химического сырья. Из попутных газов, а также газов крекинга нефти путем перегонки при низких температурах получают углеводород. Из пропана и бутана путем дегидрирования получают непредельные углеводороды — пропилен, бутилен и бутadiен, из которых затем синтезируют каучуки и пластмассы.

Разработано много способов переработки природных газов. Главная задача этой переработки — превращение предельных углеводородов в более активные — непредельные, которые затем переводят в синтетические полимеры (каучук, пластмассы). Кроме того, окислением углеводородов получают органические кислоты, спирты и другие продукты.

Физические свойства природного газа

Ориентировочные физические характеристики (зависят от состава; при нормальных условиях, если не указано другое): плотность - от 0,68 до 0,85 кг/м³ относительно воздуха (сухой газообразный), 400 кг/м³ (жидкий); температура самовозгорания: 650 °С; взрывоопасные концентрации смеси газа с воздухом от 5 % до 15 % объёмных; удельная теплота сгорания: 28—46 МДж/м³ (6,7—11,0 Мкал/м³); октановое число при использовании в двигателях внутреннего сгорания: 120—130; легче воздуха в 1,8 раз, поэтому при утечке не собирается в низинах, а поднимается вверх.

Одним из ценных компонентов природного газа является гелий. По содержанию гелия в газе месторождения подразделяются на богатые (объёмная доля > 0,5%); рядовые (0,1-0,5%) и бедные (< 0,1%). Объёмная доля гелия в природном газе Оренбургского НГКМ составляет до 0,055%, т. е. газ относится к «бедным» гелиеносным газам.

Выделения гелия из «бедного» гелиеносного природного газа впервые в мире было освоено на гелиевом заводе ООО «Газпром добыча Оренбург». Гелий выделяется из гелийного природного газа. Выделение гелия из природного газа рентабельно при содержании гелия более 0,1%. Так впервые в мире решена научно-техническая проблема разделения «бедного» гелиеносного газа с получением гелия высокой чистоты и минимальным техногенным воздействием на окружающую среду [5].

В настоящее время на гелиевом заводе ООО «Газпром добыча Оренбург» находится в эксплуатации пять гелиевых блоков (ГБ) (один ГБ на 1-й очереди завода выведен из эксплуатации). Мощность пяти гелиевых блоков по перерабатываемому газу – 15 миллиард м³/г., по выработке гелия – 7,5 млн м³/г.

Технологический процесс выделения гелия из природного гелиевого газа предусматривает использование следующих основных объектов производственного назначения: установок получения гелиевого концентрата – ГК (объемная доля гелия – не менее 80% примесей до 20%); установок тонкой очистки ГК от примесей: метана, азота, водорода, неона, аргона и получения товарного гелия; пропанового холодильного цикла с двумя изотермами кипения хладагента на температурных уровнях – 5°С и – 36°С; азотного холодильного цикла с изотермой кипения азота – 196°С; цеха наполнения и хранения гелиевых баллонов; подземных емкостей для хранения гелиевого концентрата; отделения сжижения газообразного гелия (принадлежит коммерческой структуре ООО «Криор»).

Технология выделения гелия из природного газа осуществляется в два этапа: на первом этапе производится полная низкотемпературная конденсация газа и получение ГК; на втором этапе ГК очищается от примесей.

Очистка ГК от водорода осуществляется каталитическим методом в присутствии алюмоплатинового катализатора АП-64. Водород частично удаляется на стадии конденсации, доочистка от азота и микропримесей (неона, аргона) – методом адсорбции на угле СКТ-6. Выделенный и очищенный от примесей газообразный гелий поступает на заполнение в баллоны. В настоящее время на ГЗ производится высокочистый гелий, в основном марки А.

Основные процессы производства гелия из поступающего на переработку газа с содержанием гелия: выделение гелиевого концентрата с содержанием гелия 70%; тонкая очистка гелия от водорода, азота, углекислоты и неона; ожижение гелия.

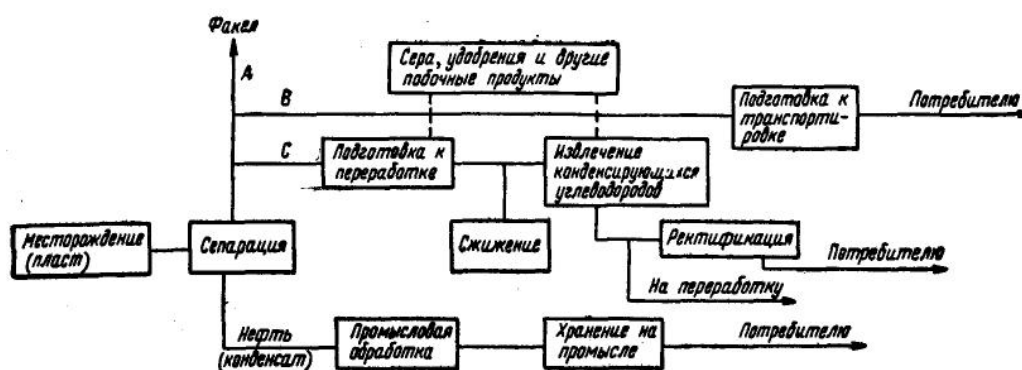


Рисунок 1 – Основные направления переработки природных газов

В химической, газовой и нефтеперерабатывающей промышленности для достижения наиболее полного разделения компонентов применяют сложный вид перегонки – ректификацию. Ректификацию широко используют в промышленности для полного разделения смесей летучих жидкостей, частично или целиком растворимых одна в другой.

В настоящее время перегонка и ректификация широко распространены в химической технологии и применяются для получения разнообразных продуктов в чистом виде, а также для разделения газовых смесей после их сжижения (разделение воздуха на кислород и азот, разделение углеводородных газов и др.) [5].

Сущность процесса ректификации сводится к выделению из смеси двух или в общем случае нескольких жидкостей с различными температурами кипения одной или нескольких жидкостей в более или менее чистом виде. Это достигается нагреванием и испарением такой смеси с последующим многократным тепло- и массообменом между жидкой и паровой фазами; в результате часть легколетучего компонента переходит из жидкой фазы в паровую, а часть менее летучего компонента—из паровой фазы в жидкую.

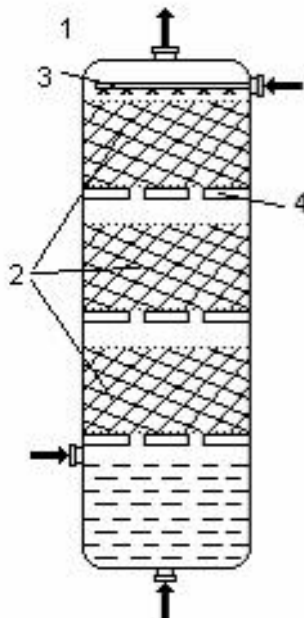
Процесс ректификации осуществляют в ректификационной установке, включающей ректификационную колонну, дефлегматор, холодильник-конденсатор, подогреватель исходной смеси, сборники дистиллята и кубового остатка. Дефлегматор, холодильник-конденсатор и подогреватель представляют собой обычные теплообменники. Основным аппаратом установки является ректификационная колонна, в которой пары перегоняемой жидкости поднимаются снизу, а навстречу парам сверху стекает жидкость, подаваемая в верхнюю часть аппарата в виде флегмы. В большинстве случаев конечными продуктами являются дистиллят (сконденсированные в дефлегматоре пары легколетучего компонента, выходящие из верхней части колонны) и кубовый остаток (менее летучий компонент в жидком виде, вытекающий из нижней части колонны) [4].

Процесс ректификации может протекать при атмосферном давлении, а также при давлениях выше и ниже атмосферного. Под вакуумом ректификацию проводят, когда разделению подлежат высококипящие жидкие смеси. Повышенные давления применяют для разделения смесей, находящихся в газообразном состоянии при более низком давлении. Степень разделения смеси жидкостей на составляющие компоненты и чистота получаемых дистиллята и кубового остатка зависят от того, насколько развита поверхность фазового контакта, а следовательно, от количества орошающей жидкости (флегмы) и устройства ректификационной колонны.

В промышленности применяют колпачковые, ситчатые, насадочные, пленочные трубчатые колонны и центробежные пленочные

ректификаторы. Они различаются в основном конструкцией внутреннего устройства аппарата, назначение которого — обеспечение взаимодействия жидкости и пара. Это взаимодействие происходит при барботировании пара через слой жидкости на тарелках (колпачковых или ситчатых) либо при поверхностном контакте пара и жидкости на насадке или поверхности жидкости, стекающей тонкой пленкой.

Рассмотрим подробнее насадочные колонны. Насадочные колонны получили широкое распространение в промышленности. Они представляют собой цилиндрические аппараты, заполненные инертными материалами в виде кусков определенного размера или насадочными телами, имеющими форму, например, колец, шаров для увеличения поверхности фазового контакта и интенсификации перемешивания жидкой и паровой фаз.



1 – корпус; 2 – насадка; 3 – ороситель; 4 - решетка.

Рисунок 2 – Колонна насадочная

Массо- и теплообмен в колоннах с насадкой характеризуются не только явлениями молекулярной диффузии, определяющимися физическими свойствами фаз, но и гидродинамическими условиями работы колонны, которые определяют турбулентность потоков [5]. В зависимости от скорости потока в колонне возможны три гидродинамических режима: ламинарный, промежуточный и турбулентный,— при которых поток пара является сплошным, непрерывным и заполняет свободный объем насадки, не занятый жидкостью, в то время как жидкость стекает лишь по поверхности насадки. Дальнейшее развитие турбулентного движения может привести к

преодолению сил поверхностного натяжения и нарушению граничной поверхности между потоками жидкости и пара. При этом газовые вихри проникают в поток жидкости, происходит эмульгирование жидкости паром, и массообмен между фазами резко возрастает. В случае эмульгирования жидкость распределяется не по насадке, а заполняет весь ее свободный объем, не занятый паром; жидкость образует сплошную фазу, а газ — дисперсную фазу, распределенную в жидкости, т. е. происходит инверсия фаз.

Исследования показали, что переход от турбулентного режима к режиму эмульгирования (точка инверсии или точка начала эмульгирования) соответствует оптимальным условиям работы колонны и оптимальной скорости пара, при которой на насадке задерживается максимальное количество жидкости, брызг и пены, достигаются интенсивный массообмен и максимальная производительность при минимальной высоте насадки. Насадочную колонну следует рассчитывать, исходя из оптимальной скорости. При превышении оптимальной скорости начинается обратное движение жидкости снизу вверх, происходит так называемое “захлебывание” колонны и нарушение режима ее работы.

В экологическом отношении природный газ является самым чистым видом минерального топлива. При сгорании его образуется значительно меньшее количество вредных веществ по сравнению с другими видами топлива. Однако сжигание человечеством огромного количества различных видов топлива, в том числе природного газа, за последние полвека привело к некоторому незначительному увеличению содержания углекислого газа в атмосфере, который является парниковым газом. Некоторые ученые на этом основании делают вывод об опасности возникновения парникового эффекта и как следствие — потепление климата.

Список литературы:

1. Нефть и основные продукты ее переработки - <http://works.tarefer.ru/94/100254/index.html>
2. Природный газ <http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%B8%D1%80%D0%B3%D0%B0%D0%B7>
3. Выделение гелия из природного газа – <http://www.geliymash.ru/content/%D0%B2%D1%8B%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5-%D0%B3%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D1%8F-%D0%B8%D0%B7-%D0%BF%D1%80%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE-%D0%B3%D0%B0%D0%B7%D0%B0>
4. Дытнерский Ю.И. Основные процессы и аппараты химической технологии: Пособие по проектированию. / Ю.И. Дытнерский. – 1991
5. Основы расчёта и конструирования массообменных колонн. / Тютюнников А.Б., Тобажнянский Л.Л., Готлинская А.П. – 1989.