

Современные воздухоочистители имеют автоматический выбор режима в зависимости от степени загрязненности воздуха, почти не шумят, экономят электроэнергию.

**Воздухоочистители** наряду с другими типами климатического оборудования позволяют создать наиболее благоприятные и комфортные условия для жизнедеятельности человека. Они удаляют из воздуха помещений пыль, вредные вещества. В настоящее время никакой очиститель пока что не в состоянии придать квартирному воздуху натуральную «свежесть» и полезность.

#### **Удаление пыли и очистка воздуха**

Составной частью системы вентиляции и кондиционирования воздуха является встроенный пылесос барботажного типа, в котором фильтрация воздуха осуществляется через водяную пену. Пылесос используется по прямому назначению - удалению пыли с поверхностей пола, мебели, ковров и одежды, а также для очистки воздуха в помещениях от пыли и кондиционирования воздуха в помещениях с использованием различных добавок (дезинфицирующих, ароматизирующих, лечебных). С системой пылеудаления совмещена система озонирования или ультрафиолетовой обработки воздуха (слабая ионизация для повышения качества воздуха и сильная ионизация - для дезинфекции помещений).

В наше время и с нашими современными условиями не стоит пускать решение проблем вентилирования жилья на самотек, ведь от этого зависит ваше здоровье и комфорт в доме.

УДК 622.276

## **КОМПЛЕКСНАЯ ПОДГОТОВКА ПРИРОДНОГО ГАЗА К ТРАНСПОРТИРОВКЕ**

**Топоров А.А., Выпирайко Д.В.**

Донецкий национальный технический университет

Природный газ, нефть и каменный уголь - основной источник углеводородов.

Природный газ широко используют как дешевое топливо с высокой теплотворной способностью (при сжигании 1 м<sup>3</sup> выделяется до 54 400 кДж) [1].

Это один из лучших видов топлива для бытовых и промышленных нужд. Кроме того, природный газ служит ценным сырьем для химической промышленности. Разработано много способов переработки природных

газов, главной задачей 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. Также из газа получают огромное количество других полезных продуктов, таких как: гелий, серу, кетоны (ацетон, метилэтилкетон) эфиры, в том числе метилтретбутиловый эфир, бензол (толуол, этилбензол, стирол, кумол) [1].

Природный газ находится в земле на глубине от 1000 метров до нескольких километров. В недрах газ находится в микроскопических пустотах (порах). Пory соединены между собой микроскопическими каналами — трещинами, по этим каналам газ поступает из пор с высоким давлением в поры с более низким давлением до тех пор, пока не окажется в скважине.

Газ добывают из недр земли с помощью скважин. Скважины стараются разместить равномерно по всей территории месторождения. Это делается для равномерного падения пластового давления в залежи. Иначе возможны перетоки газа между областями месторождения, а также преждевременное обводнение залежи. Газ выходит из недр вследствие того, что в пласте находится под давлением, многократно превышающем атмосферное. Таким образом, движущей силой является разность давлений в пласте и системе сбора [2].

Основную часть природного газа составляет метан ( $\text{CH}_4$ ) — до 85 - 95%. В состав природного газа могут также входить более тяжёлые углеводороды — гомологи метана: этан ( $\text{C}_2\text{H}_6$ ) 0,5 – 0,4%, пропан ( $\text{C}_3\text{H}_8$ ) 0,2 – 1,5%, бутан ( $\text{C}_4\text{H}_{10}$ ) 0,1 – 1%, а также другие неуглеводородные вещества: водород ( $\text{H}_2$ ) до 5%, сероводород ( $\text{H}_2\text{S}$ ) до 0,5%, диоксид углерода ( $\text{CO}_2$ ) 4 – 6%, азот ( $\text{N}_2$ ) 4 – 6%, гелий (He) до 2%.

Физические характеристики зависят от состава.

Плотность: от 0,7 до 1,0 кг/м<sup>3</sup> (сухой газообразный, при нормальных условиях) либо 400 кг/м<sup>3</sup> (жидкий).

Температура возгорания:  $t = 650$  °С.

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 (т. н. одорантов). Чаще всего в качестве одоранта применяется этилмеркаптан [3].

При добыче природного газа, содержащего сероводород, необходимо решить специфические проблемы для обеспечения безаварийной, надёжной и эффективной эксплуатации месторождений. Перед подачей газа на очистку, например аминовую, из газа должны быть извлечены тяжёлые углеводороды, чтобы избежать в работе установки очистки от кислых примесей.

При добыче природного газа часто происходит дросселирование, изменение давления без совершения внешней работы, которое сопровождается охлаждением, которое описывается эффектом Джоуля-Томсона [4].

Для облегчения транспортировки и хранения природного газа его сжижают, охлаждая при повышенном давлении, а также сжимают.

Сжиженный газ транспортируют танкерами.

В настоящее время основным видом транспорта является трубопроводный. Газ под давлением 75 атмосфер движется по трубам диаметром до 1,4 метра. По мере продвижения газа по газопроводу он теряет энергию, преодолевая силы трения как между газом и стенкой трубы, так и между слоями газа. Поэтому через определённые промежутки необходимо сооружать компрессорные станции (КС), на которых газ дожимается до 75 атм. Сооружение и обслуживание нефтепровода весьма дорогостояще, но тем не менее - это наиболее дешёвый способ транспортировки газа [5].

Газ, поступающий из скважин, необходимо подготовить к транспортировке конечному пользователю - химический завод, котельная, городские газовые сети. Необходимость подготовки газа вызвана присутствием в нём кроме целевых компонентов примесей, вызывающих затруднения при транспортировке либо применении. Так, пары воды, содержащейся в газе, при определённых условиях могут образовывать гидраты или, конденсируясь, скапливаясь в различных местах (изгиб газопровода), мешая продвижению газа; сероводород вызывает сильную коррозию газового оборудования (трубы, ёмкости теплообменников и т. д.) [3].

Газовые гидраты (также гидраты природных газов или клатраты) - кристаллические соединения, образующиеся при определённых термобарических условиях из воды и газа. В природном газе присутствуют следующие гидраты: гидраты газа, хлора, брома, сероводорода, метана.

Помимо подготовки самого газа, необходимо подготовить и газопровод. Широкое применение здесь находят азотные установки, которые применяются для создания инертной среды в газопровode.

Газ подготавливают по различным схемам. Согласно одной из них [3], в непосредственной близости от месторождения сооружается установка комплексной подготовки газа (УКПГ), на котором производится очистка и осушка газа.

Если газ содержит в большом количестве гелий либо сероводород, то газ обрабатывают на газоперерабатывающем заводе, где выделяют гелий и серу.

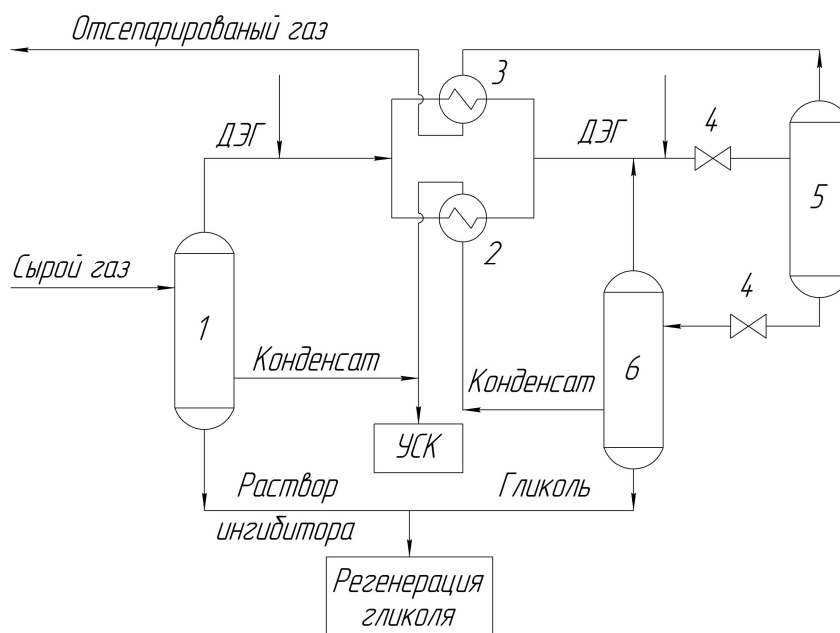
Переработка природного газа представляет собой многоплановый комплексный процесс, который осуществляется в условиях непрерывного

изменения состава сырья в результате снижения пластового давления при длительной эксплуатации скважин. Изменение состава сырья неизбежно приводит к реконструкции как промысловых установок комплексной подготовки газа (УКПГ), так и основных процессов на газоперерабатывающих заводах (ГПЗ) [3].

На начальных этапах эксплуатации газоконденсатных месторождений давление на входе на УКПГ значительно превышает давление, необходимое для подачи в магистральные трубопроводы. Избыточное давления газа используется для получения низких температур, необходимых для отделения конденсата методом низкотемпературной сепарации (НТС).

Низкотемпературной сепарацией называется процесс извлечение жидких углеводородов из газов путем однократной конденсации при пониженных температурах с разделением равновесных газов и жидкой фазы.

Типичная схема установки низкотемпературной сепарации (УНТС) представлена на рис. 1. Сырой газ со скважин поступает на первую ступень сепарации 1, где отделяется жидкая фаза (пластовая вода с растворенными ингибиторами и сконденсировавшийся углеводородный конденсат). Отсепарированный газ направляется в рекуперативные теплообменники 2 и 3 для рекуперации холода с дросселированных потоков газа и конденсата. Для предупреждения гидратообразования в поток газа перед теплообменниками впрыскивают моно, диэтилен - гликоль (ДЕГ) или метанол. При наличии свободного перепада давления (избыточного давления промыслового газа) охлажденный газ из теплообменников поступает в расширительное устройство - дроссель или детандер. При отсутствии свободного перепада давления газ направляют в испаритель холодильного цикла, где используется внешний хладагент, например сжиженный пропан. После охлаждения в расширительном устройстве или испарителе газ поступает в низкотемпературный сепаратор 5, где из потока газа отделяются сконденсировавшиеся жидкие углеводороды и водный раствор ингибитора гидратообразования. Газ из сепаратора 5 через теплообменник 2 подается в магистральный газопровод. Жидкая фаза через дроссель 4 поступает в трехфазный сепаратор 6, откуда газ выветривания эжектором возвращается в основной поток. Водный раствор ингибитора, выводимый снизу сепаратора 6, направляется на регенерацию, а выветренный конденсат через теплообменник 3 - на стабилизацию на установку стабилизации конденсата (УСК) [6].



1 – сепаратор; 2, 3 – рекуперативный теплообменник; 4 – дроссель; 5 – низкотемпературный сепаратор; 6 – трехфазный сепаратор

Рисунок 1 – Принципиальная технологическая схема установки низкотемпературной сепарации газа

Сейчас большинство компаний и предприятий стараются внедрить новые методы и технологии по добыче и переработке природного газа.

Одни из актуальных идей по добыче природного газа:

- применение водоизолирующих составов при капитальном ремонте скважин;
- мобильная компрессорная установка;
- снижение потерь газа и негативного воздействия на окружающую среду;
- газодинамические исследования скважин без выпуска газа в атмосферу;
- интенсификация притока в скважинах: радиальное вскрытие пласта, гидроразрыв пласта с помощью спекающегося проппанта;
- увеличение производительности скважин, снижение техногенного воздействия на окружающую среду;
- строительство наклонно-направленных и горизонтальных скважин [2].

При разработке новых технологий добычи природного газа также разрабатываются комплекс обслуживающего оборудования.

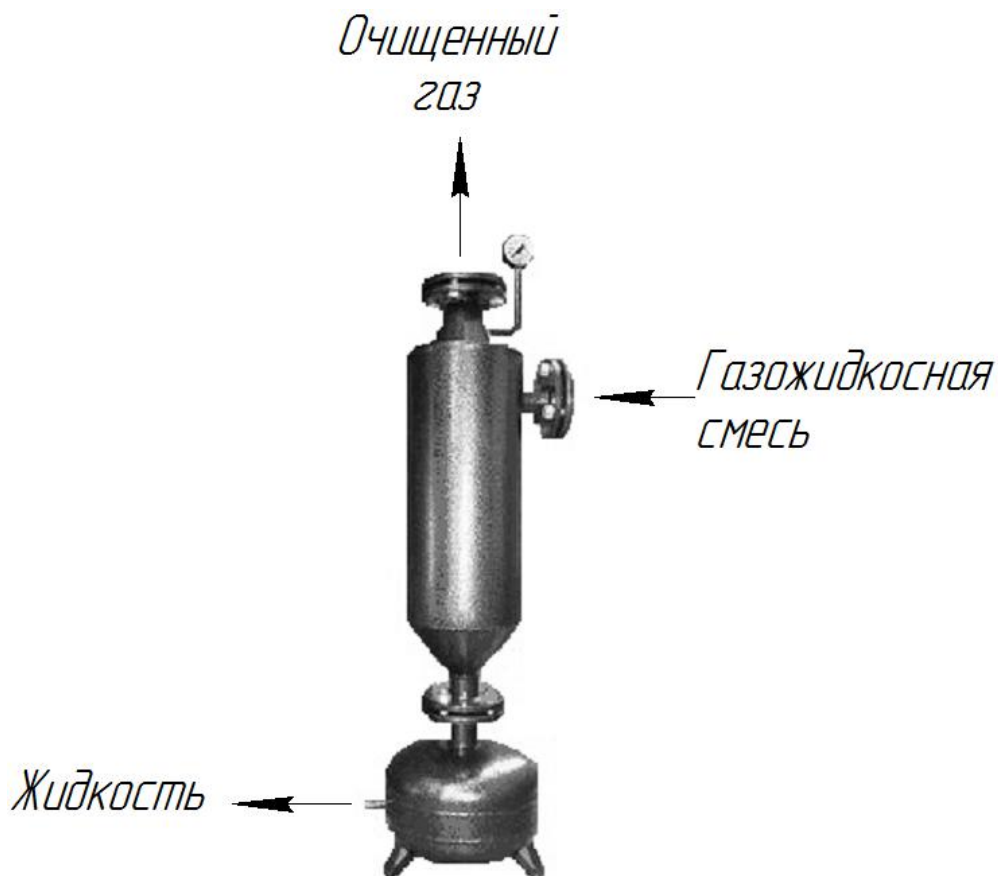


Рисунок 2 – Сепаратор СЦВ

Вихревой газожидкостной сепаратор СЦВ (рис.2) предназначен для глубокой очистки газового потока от капельной, мелкодисперсной, аэрозольной влаги и механических примесей. При сепарации бинарной смеси (газ–жидкость) одновременно осуществляется и процесс разгазирования жидкой фазы. Высокая эффективность сепарации (99 %) на всем диапазоне нагрузок по жидкой и газовой фазам, устойчивая работа в пробковом режиме с сохранением указанной степени сепарации достигается за счет наличия последовательно работающих по ходу вращения газового потока нескольких ступеней сепарации.

Конструктивное решение позволяет решать поставленные задачи за счет уникальной конструкции сердцевины сепарационного пакета, работающего в гидродинамическом режиме, приближенном к режиму смерча.

Минимальные габариты и вес позволяют транспортировать его в труднодоступные места действующего производства. В особо трудных случаях предоставляется возможность транспортировать отдельно накопительные емкости и сепаратор. Разборка и сборка не превышает 2–3 часов.

При работе в режиме вакуума наличие двух накопительных емкостей позволяет производить слив конденсата из сепарационной установки в непрерывном режиме.

Сепараторы лопастного типа (рис.3):

- обуславливают высокоэффективную сепарацию уносимой жидкости от паров;
- использование лопастей позволяет сделать установку более компактной по сравнению с традиционными сетчатыми сепараторами;
- лопастные сепараторы удаляют 100% капель диаметром более 8 микрон, при этом газ на выходе содержит не более 0,1 американского галлона на миллион стандартных кубических футов газа, проходящего через сепаратор (13 литров/млн.ст.м<sup>3</sup>).

•

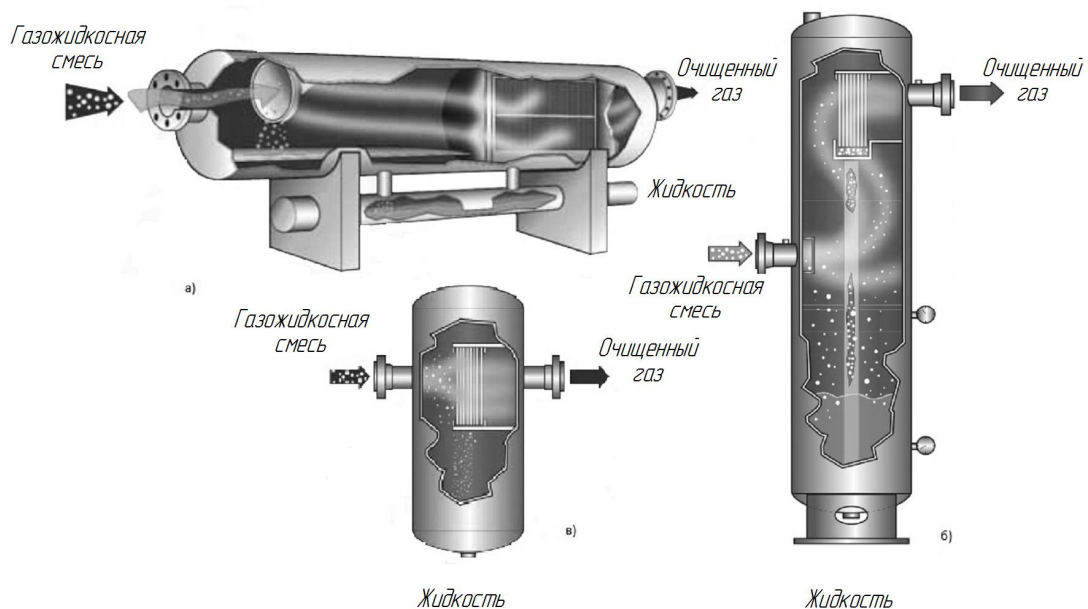


Рисунок 3 – Схемы сепараторов лопастного типа: а – горизонтальный, б – вертикальный, в – прямой

Сепараторы с технологией мультициклон и газосепараторы с осевым потоком газа (рис.4):

- составляют определенный объем циклонов малого диаметра;
- сепараторы с технологией мультициклон удаляют 100% всех капель и твердых частиц диаметром более 8 микрон;
- центробежный рециркуляционный сепаратор (вихревая труба) удаляет 100% всех капель и твердых частиц диаметром более 6 микрон.

•

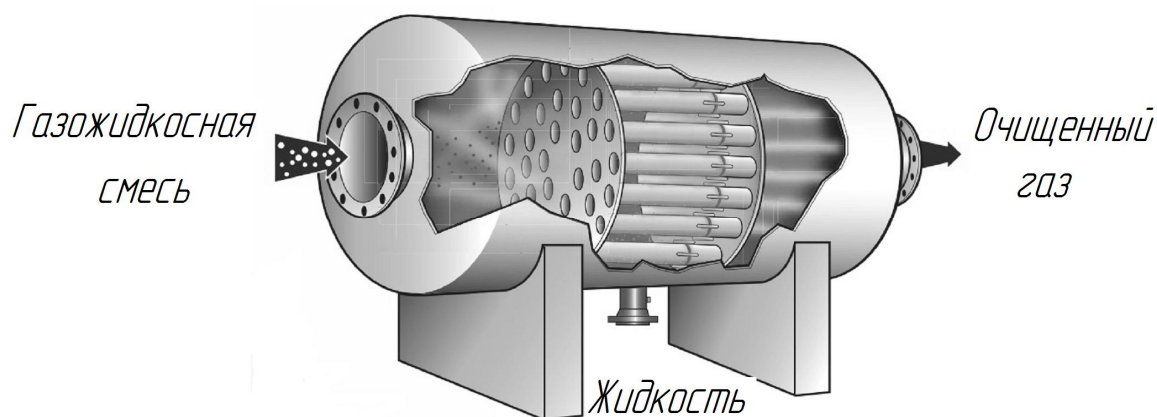


Рисунок 4 – Сепаратор с технологией мультициклон и газосепараторы с осевым потоком газа

Коалесцирующие абсолютные сепараторы (рис.5):

- двухступенчатый агрегат, в котором первая ступень - это лопасть или циклон для общего удаления загрязнителей, и вторая - коалесцирующий элемент для тонкой полировки;
- коалесцирующий абсолютный сепаратор удаляет 99% всех капель диаметром более 0,3 микрона. Массовый перенос частиц составляет менее 1 частицы на миллиард.

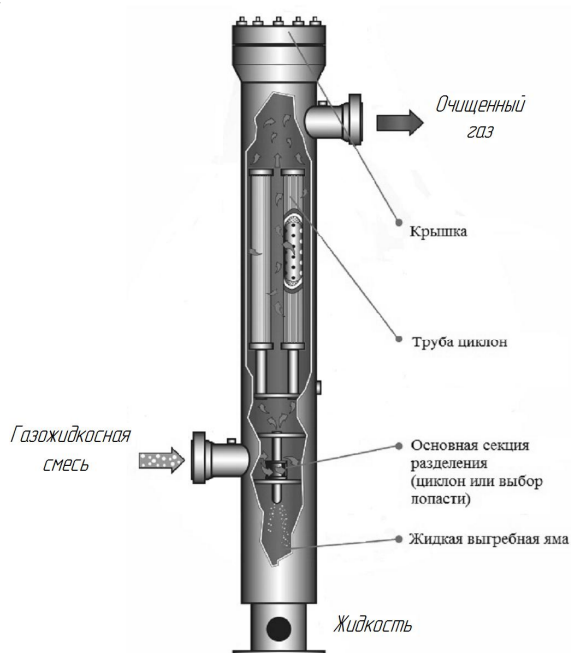


Рисунок 5 - Коалесцирующий абсолютный сепаратор

Несмотря на преимущества использования природного газа перед другими видами топлива, количество вредных веществ, поступающих в



окружающую среду при его использовании, остается достаточно большим, что приводит к существенным изменениям в атмосфере, поверхностных водотоках, водоемах, подземных водоносных горизонтах, почвах и растениях.

При эксплуатации газотранспортных объектов следует выделить два основных источника загрязнений - линейная часть газопровода и компрессорные станции.

Компрессорные станции поставляют в воздушную среду большую часть оксида и диоксида азота, оксида углерода. Снижение их содержания в воздухе - главная задача в газовой отрасли. Отсюда необходимо обеспечение герметичности всех систем, сокращение аварийных ситуаций, что связано с уменьшением потерь газа, и, следовательно, негативного воздействия на окружающую среду.

Значительная часть загрязняющих атмосферу веществ на компрессорных станциях выделяется при работе газоперекачивающих агрегатов и составляет 98%, а остальные 2% - продукты сжигания газа при работе котельных и электростанций. Большое (до 2200 м<sup>3</sup> газа) количество газа выбрасывается в атмосферу через "свечу" при остановках и пусках газоперекачивающих агрегатов. Кроме этого, потери газа на компрессорных станциях (до 10 тыс. м<sup>3</sup> в летний период) происходят при продувках пылеуловителей.

Компрессорные станции поставляют в атмосферу большое количество оксидов азота и углерода, которые поступают от топливоиспользующего оборудования. При содержании в газе соединений серы в состав выбросов входят сероводород и диоксид серы.

Мощный парк газоперекачивающих аппаратов и установок участвует в общем вкладе загрязнения воздушного бассейна и в изменении природных условий. Постоянно выделяющиеся загрязняющие вещества рассредотачиваются воздушными потоками на большие расстояния.

#### **Список литературы:**

1. Ширковский А. И., Смирнов А. С. Геология черного золота и газа - М., 1968 – 256с.;
2. Базлов М. Н., Жуков А. И., Алексеев Т. С. Подготовка природного газа и конденсата к транспорту - М., 1968 – 184 с.
3. Еременко В.К. Газовые месторождения СССР. Справочник, 2 изд. - М., 1968 – 341 с.
4. Гудков С.Ф. Переработка углеводородов природных и попутных газов - М., 1960 – 285 с.
5. Коротаев Ю. П., Полянский А. П. Добыча и транспорт газа - М., 1957 – 261 с.
6. Гриценко А. И., Александров И. А., Галанин И. А. Физические методы переработки и использование газа - М., 1981 – 213с.
7. Экологическая оценка воздействия работы объектов транспорта газа на окружающую среду // Транспорт и подземное хранение газа - М.: ИРЦ. Газпром. №5.