

АБСОРЦИОННАЯ ОСУШКА ГАЗА

Шихалиев Б.И.¹, Мухэтайэр А.²

¹Шихалиев Батыр Исламович – студент;

²Мухэтайэр Айхэмайти – студент,

*кафедра разработки и эксплуатации газовых и газоконденсатных месторождений,
Уфимский государственный нефтяной технический университет,
г. Уфа*

Рассмотрены основные причины образования и условия существования газовых гидратов. Рассмотрен наиболее распространенный из жидких поглотителей – диэтиленгликоль. Рассмотрены основные характеристики, которыми должен обладать абсорбент, применяемый для осушки газа. Приведены основные физические характеристики диэтиленгликоля, благодаря которым он нашел широкое применение в процессах абсорбционной осушки газа. Рассмотрены основные преимущества диэтиленгликоля перед триэтиленгликолем. Приведена технологическая схема осушки газа гликолями, а также поэтапно рассмотрены основные стадии процесса. Приведено описание основных аппаратов технологической схемы осушки газа гликолями, а также проанализирован процесс осушки газа жидкими поглотителями и сделан вывод о степени эффективности данного метода. Рассмотрена характеристика углеводородного газа, благодаря которой можно судить о его влагосодержании. Приведены основные достоинства и недостатки метода.

Вода, в тех или иных количествах, присутствует в любом газе. Большинство сырых газов, не прошедших газоподготовку являются влагонасыщенными – т.е. содержат максимум воды при каких-то фиксированных давлениях и температуре. При этом речь идет не о воде в свободной форме, которая может каплями лететь с газом и удаляется с помощью сепараторов, а о парах воды, для удаления которой требуются другие технологии и соответствующее оборудование.

Пары воды способны образовывать с углеводородами комплексные соединения, называемые гидратами. Гидраты углеводородных газов представляют собой белые кристаллы, похожие на спрессованный снег или лед. Они могут закупоривать газопроводы и сильно осложнять их эксплуатацию, а также работу компрессоров. Поэтому, степень осушки газа определяется не только возможностью конденсации воды, но и образованием гидратов газа. Гидраты нестабильны и при изменении температуры или давления легко разлагаются на газ и воду.

Характерно, что гидраты способны образовываться только при повышенных давлениях и при температурах выше нуля, причем более тяжелые углеводороды образуют гидраты легче, чем низкомолекулярные. Так, например, метан способен образовывать гидрат при температуре 12,5°С и давлении 100 атм. Этан при этой же температуре образует гидрат под давлением всего около 25 атм. Гидраты могут существовать только при наличии избыточной влаги в газе. То есть, когда парциальное давление паров воды в газовой фазе больше давления паров гидрата. Таким образом, содержание в газе влаги, должно соответствовать такой точке росы, при которой давление насыщенного водяного пара меньше давления паров гидрата при температуре среды [1].

Существуют различные способы борьбы с гидратами. Это осушка газа жидкими или твердыми поглотителями. Также на газовых промыслах распространен способ подачи метанола (СН₃ОН) в струю газа. При этом он образует с парообразной и жидкой влагой спиртоводные смеси, температура замерзания которых значительно ниже нуля. Пары воды поглощаются из газа, что значительно снижает точку росы, и, следовательно, создаются условия для разложения гидратов или для предупреждения их образования.

Основным условием эффективного действия метанола является взаимодействие паров воды с парами метанола и дальнейшая конденсация их, что приводит к значительному понижению влагосодержания газа. Наибольшая эффективность метанола может быть достигнута с применением его в качестве средства, предупреждающего гидратообразование, а не для разрушения уже образовавшихся гидратов. При этом метанол необходимо впрыскивать в газовый поток, обеспечив хорошее распыление и смешение с общим газовым потоком.

Для борьбы с гидратообразованием все большее применение находят электролиты и, в частности, водные растворы хлористого кальция. Это недорогой, безопасный и достаточно эффективный антигидратный ингибитор. Водные растворы хлористого лития также относятся к сильным электролитам, а свойства гигроскопичности их гораздо выше, чем у хлористого кальция. При сопоставлении величины понижения равновесной температуры гидратообразования, в присутствии растворов хлористого лития в зависимости от его концентрации с аналогичными характеристиками других антигидратных ингибиторов установлено, что исследованные растворы наиболее эффективны [2].

Для осушки газа в качестве абсорбента используются гликоли, а для извлечения тяжелых углеводородов – углеводородные жидкости. Абсорбенты, применяемые для осушки газа, должны

обладать высокой взаиморастворимостью с водой, простотой и стабильностью при регенерации, низкой вязкостью при температуре контанта, низкой коррозионной способностью, не образовывать пен или эмульсий. На современных промыслах чаще применяют диэтиленгликоль (ДЭГ), триэтиленгликоль (ТЭГ). Реже, при осушке впрыском в теплообменники в качестве ингибитора гидратообразования используется этиленгликоль (ЭГ). Ряд производных ди- и триэтиленгликоля или побочные продукты, получаемые при их производстве (этилкарбинол, тетраэтиленгликоль, пропиленгликоль и др.), хотя и обладают высокой гигроскопичностью, широкого применения в качестве осушающих агентов не нашли.

ДЭГ ($\text{CH}_2\text{OH}-\text{CH}_2-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{OH}$) – это бесцветная жидкость с температурой кипения $244,5^\circ\text{C}$.

Плотность $1,117 \text{ г/см}^3$ и температурой замерзания $6,5^\circ\text{C}$. ДЭГ полностью растворим в воде. В основном ДЭГ в качестве обезвоживающего агента применяют при осушке природных газов. Иногда проводят совместную осушку и очистку газов от сероводорода смешанными растворами этаноламинами и ДЭГ.

Преимущество ДЭГа перед ТЭГом – меньшая склонность к цеенообразованию при содержании в газе конденсата. Кроме того, ДЭГ обеспечивает лучшее разделение системы вода – углеводороды. Однако ТЭГ обеспечивает высокую степень осушки, что приводит к большому снижению «точки росы». ТЭГ имеет более высокую температуру разложения. Следовательно, ТЭГ можно нагревать до более высокой температуры и регенерацию (восстановление) его проводить без вакуума.

Чем выше концентрация подаваемого гликоля, тем глубже степень осушки. Концентрация гликоля зависит от эффективности его регенерации. При атмосферном давлении ДЭГ можно регенерировать до 96,7%, а ТЭГ-до 98,1%. Гликоли в чистом виде не вызывают коррозии углеродистых сталей. Регенерация гликолей проводится до получения свежего раствора. Потери гликолей при использовании их в качестве ингибиторов гидратов складываются из потерь при регенерации (термическое разложение и унос), потерь в результате неполного отделения от газа в сепараторах, растворения гликолей в конденсате и газе, всевозможных утечек и др.

На практике о влагосодержании углеводородного газа судят по его точке росы, понимая под этим температуру ниже которой водяной пар конденсируется, то есть выпадает из газа в виде росы.

Технологическая схема установки осушки газа с помощью ДЭГ представлена на рисунке. Она состоит из абсорбера 1, десорбера (выпарной колонны) 5 и вспомогательного оборудования (теплообменники, насосы, фильтры, емкости и др.).

Сущность процесса осушки газа жидкими поглотителями заключается в следующем: при контакте абсорбента с газом в цилиндрическом аппарате, называемом абсорбером, в который снизу подается газ, а сверху – жидкость, абсорбент. При взаимодействии газа и жидкости пары воды поглощаются абсорбентом. Внутри абсорбера помещены перегородки (тарелки) для улучшения контакта между абсорбентом и газом. Процесс ведется при температуре около 20°C и давлении от 2 до 4 МПа. Сверху абсорбера выходит осушенный газ, а снизу обводненный абсорбент. Обводненный (насыщенный влагой) абсорбент поступает в другой аппарат – десорбер – для отборки воды. Процесс десорбции воды проводится при повышенных температурах, но не выше 170°C для ДЭГ и 191°C для ТЭГ, так как выше этих температур гликоли разлагаются. Десорбер, как и абсорбер представляет собой цилиндрический тарельчатый аппарат. Насыщенный гликоль, предварительно подогретый в теплообменнике, подается в середину десорбера. Сверху его выходят пары воды, которые конденсируются в конденсаторе-холодильнике и конденсат частично возвращается вверх десорбера в качестве орошения. Вниз десорбера подводится тепло путем подогрева части гликоля в паровом подогревателе. Регенерируемый гликоль, как правило, может содержать не более 5% массовых воды. Далее он охлаждается в теплообменнике-холодильнике и возвращается в абсорбер [3].

Основные преимущества абсорбционного метода осушки газа:

- невысокие перепады давления;
- низкие эксплуатационные расходы;
- возможность осушки газов с высоким содержанием веществ, разрушающих твердые сорбенты.

К недостаткам данного способа относят:

- необходимость повышения температуры газа выше 40°C ;
- средний уровень осушки;
- возможность вспенивания поглотителей.

Иногда применяется комбинированная осушка газа вначале жидким поглотителем, а затем доосушка твердым адсорбентом. Для более полного удаления влаги используются адсорбционные методы осушки углеводородного газа.

Список литературы

1. Маргулов Р.Д., Коротаев Ю.П. Добыча, подготовка и транспорт природного газа и конденсата. Справочное руководство в 2-х томах. Том 1. // Недр. М., 1984. Т. 1. С. 360.

2. *Донских Б.Д.* Разработка методов исследования эффективности работы установок промышленной подготовки природного газа: Диссертация на соискание ученой степени к.т.н. // Газпром ВНИИГаз. М., 2011. С. 144.
3. *Ахметов С.А., Баязитов М.И., Кузеев И.Р., Сериков Т.П.* Технология и оборудование процессов переработки нефти и газа // ред. С.А. Ахметова / Недра. СПб., 2006. С. 868.