



## SAFE ADSORBER CONTROL OF GAS DRYING UNIT

Rasulev A. Kh.

PhD., Associate Professor of Tashkent State Technical University

akb-81@mail.ru +998974612313

Ernazarova Kh. A.

Meliboev I. A.

(Undergraduates Group 11M-19) Tashkent State University

hulkar.ernazarova1993@gmail.com +998998394248

### Annotation

The use of natural gas as a fuel contributes to solving two important problems of preserving the environment: reducing atmospheric pollution and reducing the greenhouse effect. Natural gas produced from underground sources is saturated with droplet moisture, heavy hydrocarbons and mechanical impurities, which can create emergency situations when transporting gas through main gas pipelines. The formation of hydrates is also possible, leading to a decrease in the throughput of pipelines and damage to process equipment. Dehydrating natural gas is critical to the success of a gas transmission system.

**Keywords:** Adsorption, adaptive control, stochastic observer, linear differential operator, reference model, natural gas dehydration.

### Аннотация

Табиий газни ёқилғи сифатида ишлатиш атроф-муҳитни муҳофаза қилишнинг иккита муҳим муаммоларини ҳал қилишга ҳисса қўшади. Атмосфера ифлосланишини камайтириш ва иссиқлик холати таъсирини камайтириш. Ер ости манбаларидан ишлаб чиқарилган табиий газ томчилар намлиги, оғир углеводородлар ва механик аралашмалар билан тўйинган бўлиб, улар магистраль газ қувурлари орқали газни ташишда фавқулодда вазиятларни келтириб чиқариши мумкин. Гидратларнинг ҳосил бўлиши ҳам мумкин, бу қувурлар ўтказувчанлигининг пасайишига ва технологик ускуналарнинг шикастланишига олиб келади. Табиий газни қуриштириб узатиш тизимининг муваффақияти учун жуда муҳимдир.



## Аннотация

Использование природного газа в качестве топлива способствует решению двух важных проблем сохранения окружающей среды: уменьшения загрязнения атмосферы и сокращения парникового эффекта. Природный газ, добываемый из подземных источников, насыщен капельной влагой, тяжёлыми углеводородами и механическими примесями, что может создать аварийные ситуации при транспортировке газа по магистральным газопроводам. Также возможно образование гидратов, приводящее к снижению пропускной способности трубопроводов и повреждению технологического оборудования. Осушка природного газа имеет наиважнейшее значение для успешной работы газотранспортной системы.

**Ключевые слова:** Адсорбция, адаптивное управления, стохастический наблюдатель, линейный дифференциальный оператор, эталонная модель, осушка природного газа.

**Калит сўзлар:** Адсорбция, адаптив бошқариш, стохастик кузатувчи, чизиқли дифференциал оператор, эталон модели, табиий газни қуритувчиси.

Введение. В теории и практике автоматизации безопасным процессом осушки природного газа существует множество вариантов стратегий управления, каждую из которых можно использовать для управления процессом. Выбор варианта стратегии зависит от типа технологического процесса и тех основных целей, которые должны быть достигнуты. Разнообразие изменяющихся ситуаций и форм их влияния на объект управления затрудняет полную классификацию возможных режимов функционирования адсорбера. Можно выделить некоторые часто встречающиеся режимы работы, приводящие к нестационарности анализируемого объекта и рассмотреть некоторые типичные частные ситуации. Требования по технике безопасности, включенные в рабочие процедуры, предусмотрены в соответствии с «Правилами безопасности при эксплуатации газоперерабатывающих заводов». Обеспечение безопасной работы газотранспортной системы на примере Мубарекского газоперерабатывающего завода Республики Узбекистан осуществляется за счет осушки природного газа. Автоматизация процессов производства заключается лишь в изменении математической структуры регулятора и технологическом изменении схемы, где последнее необходимо для исключения скопления газа перед адсорберами.

Материалы и методы. В настоящее время безопасное управление адсорберами установки осушки газа осуществляется программным путем на основе



переключения режима осушки в режим регенерации и обратно через определенные промежутки времени. За счет такого управления концентрация влаги в газе может лишь только контролироваться. Однако, высокая концентрация влаги отрицательно влияет на качество товарного газа, являющимся выходным продуктом установки, качество углеводородного конденсата и срок действия последующих установок.[1-2]

Во-вторых, высокая концентрация влаги в углеводородном конденсате существенно влияет на качество метана, этана, пропана и различных тяжелых углеводородов.

В-третьих, высокая концентрация влаги в газе существенно влияет на выход из строя турбодетандеров, предназначенных для охлаждения газа за счет изоэнтропического его расширения на лопатках детандера. Это происходит при снижении давления 42,0 кг/см<sup>2</sup>, при этом газ охлаждается до температуры – 74 °С. Поэтому, высокая концентрация влаги в газе является следствием обморожения лопаток турбины и тем самым довольно быстрый ее выход из строя.

В работе предлагается ввести адаптивное управление для процесса адсорбции с целью исключения вышеперечисленных проблем. Неопределенность процесса объясняется изменением параметров адсорбера, зависящих от адсорбируемых свойств цеолитов изменяющихся с течением времени и постоянного действия неизвестного возмущения на входе в аппарат.

Проблема в выборе технических средств автоматизации не существенна, т.к. для получения и обработки информации существующий уровень технических средств полностью соответствует для реализации алгоритма, предложенного в работе. Техническая реализация заключается лишь в изменении математической структуры регулятора и технологическом изменении схемы, где последнее необходимо для исключения скопления газа перед адсорберами.

Таким образом, можно констатировать, что для рассматриваемой адсорбционной осушки наиболее характерным признаком является многорежимность его функционирования, обусловленная непредвиденными изменениями параметров объекта. При этом источниками нестабильности являются изменения качества исходного сырья, изменчивости поступающего потока материала или энергии, влияния неучтенных факторов и их нестандартные сочетания, интенсивность режимов и др.

И так в процессе адсорбции получена модель с запаздыванием в канале управления и возмущением. Причем параметры дифференциального уравнения точно неизвестны, поскольку зависят от многих факторов (геометрических размеров адсорбера, точности измерения концентрации и давления,



непостоянства термодинамических параметров, старение и износ составляющих адсорбера и т.п.). Также подобрать параметры исходя из априорных соображений или теоретически (путем расчета табличных данных и параметров адсорбера) и отслеживать их изменение с достаточной точностью практически невозможно. Вместе с тем проведенный анализ процесса адсорбции позволил получить некоторую априорную информацию о структуре динамической модели каналов передачи воздействия.

Результаты и обсуждения. На эффективность процесса осушки влияют следующие параметры: давление, температура контакта, природа абсорбента и его концентрация.

Повышение давления снижает влагосодержание газа и, следовательно, уменьшает количество раствора, которое необходимо подавать на осушку для получения газа с заданной точкой росы.[3-4]

В значительной степени осушка зависит от температуры контакта газ - абсорбент. Повышение температуры контакта увеличивает парциальное давление воды над абсорбентом и тем самым повышает точку росы осушаемого газа. При понижении температуры контакта наблюдается обратный эффект. Обычно абсорбционная осушка проводится при температуре осушаемого газа не выше 45-50°C.

Экономически важным параметром процесса осушки является кратность абсорбента, т. е. количество гликоля, циркулирующее в системе, на 1 кг извлекаемой влаги. На большинстве установок, использующих ТЭГ, кратность составляет 10 - 35 л/кг влаги. На установках двухступенчатой глубокой осушки с депрессией точки росы до 90°C кратность возрастает до 70 л/кг.

Очень важна роль концентрации абсорбента. Чем меньше воды содержится в абсорбенте, тем ниже точка росы осушаемого газа. Обычно для осушки газов, имеющих температуру 0-40°C, применяют растворы, содержащие 90-98,5 % ДЭГ или 95-99 % ТЭГ.

Глубина осушки газа от влаги существенно зависит от концентрации гликоля на входе в абсорбер, т.е. от степени регенерации гликоля. Однако термическая десорбция воды не позволяет достичь концентрации выше 97% из-за того, что при температурах 164°C (ДЭГ) и 206°C (ТЭГ) гликоли начинают разлагаться. При этих условиях максимальная (теоретическая) степень регенерации составляет для диэтиленгликоля — 96,7%, для триэтиленгликоля — 98,1%. При концентрации гликоля 96 -97% точка росы газа после осушки снижается не более чем на 30°C (это депрессия точки росы). Если же концентрация гликоля на входе в абсорбер составляет 99%, то депрессия точки росы возрастает до 40°C.



Максимально возможную депрессию точки росы газа ( $80 - 90^{\circ}\text{C}$ ) можно достичь, используя двухступенчатую осушку. В этом случае установка имеет две системы абсорбции и десорбции. На первой ступени газ грубо осушается гликолем с концентрацией 96 - 97%, а затем поступает в абсорбер второй ступени, где гликолем с концентрацией 99,5-99,6% глубоко доосушается. Соответственно в десорбере первой ступени влага десорбируется при давлении, близком к атмосферному, а на второй ступени - под вакуумом или с вводом в десорбер отпарного агента.

Можно использовать также регенерацию гликоля при пониженном давлении, добавление в состав гликоля гигроскопичных солей (хлоридов кальция, цинка и т.д.), использование азеотропной регенерации и отдувку воды нагретым газом (очищенного и осушенного природного газа или любого инертного газа, например азота и т.п.). Применение данных способов позволяет получать гликоль со степенью регенерации 99% и выше.[5-6]

При использовании азеотропной перегонки в качестве азеотропообразователей вводят низкокипящие вещества, образующие с водой азеотропные смеси: бензол, толуол, ксилол и др. Их вводят в количестве не более 10 % от массы абсорбента через перфорированную трубу под уровень горячего раствора гликоля. Температура кипения образующегося азеотропа ниже температуры кипения воды, что позволяет повысить массовую долю регенерированного гликоля до 99,9 % и достигать точки росы осушенного газа минус 75 оС.

Экономичность работы установок осушки зависит от потерь гликолей, связанных, в основном, с механическим уносом, разложением и окислением при регенерации, испарением в потоке осушенного и отпарного газов, уносом с конденсатом воды и ее парами, выходящими с верха десорбера и отводимыми в канализацию или атмосферу. На установках НТС гликоль теряется также за счет растворения в углеводородном конденсате.

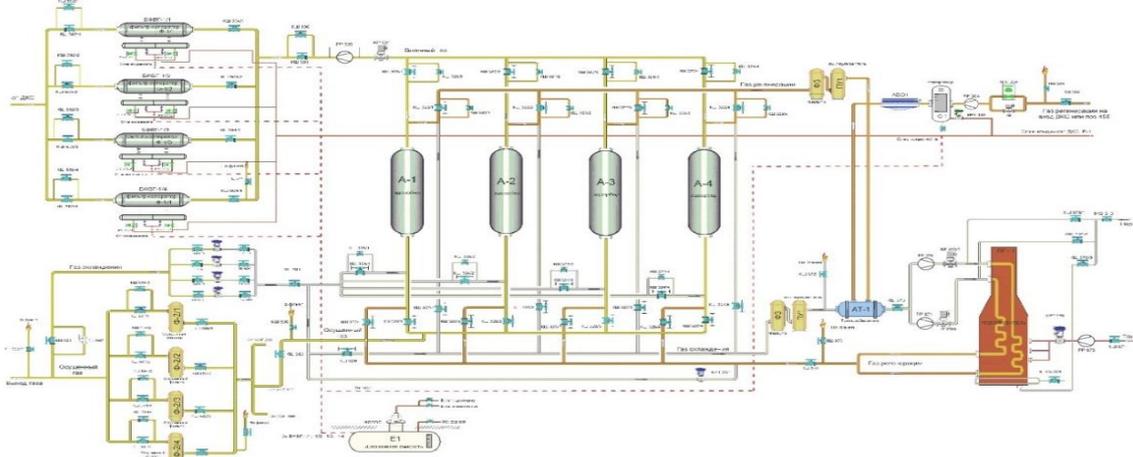


Рис.1. Принципиальная технологическая схема установка осушки газа.



Наибольшей летучестью (большие потери) характеризуются ЭГ, наименьшей ТЭГ, поэтому для осушки газов при обычных температурах применяют ДЭГ и ТЭГ. В процессе осушки газов при низких температурах, когда осушающий раствор впрыскивается в поток охлаждаемого газа для разрушения гидратов, чаще всего используется ЭГ, так как он менее растворим в углеводородном конденсате, выделяющемся из газа.

При огневом подогреве в системе регенерации необходимо контролировать условия работы топливных форсунок, чтобы исключить местный перегрев, вызывающий разложение гликолей и повышающий кислотность раствора. Кислотность следует поддерживать на уровне рН 7,3 путем периодической добавки тетрабората натрия, меркаптобензотиазола или МЭА. Рост рН выше 8-8,5 за счет ввода избытка указанных реагентов вызывает вспенивание раствора и увеличение потерь.[7-8]

Заклучения и предложения. В настоящее время безопасное управление адсорберами установки осушки газа осуществляется программным путем на основе переключения режима осушки в режим регенерации и обратно через определенные промежутки времени. За счет такого управления концентрация влаги в газе может лишь только контролироваться. Однако, высокая концентрация влаги отрицательно влияет на качество товарного газа, являющимся выходным продуктом установки, качество углеводородного конденсата и срок действия последующих установок, что может привести к аварийным ситуациям.

Природный газ, добываемый из подземных источников, насыщен капельной влагой, тяжёлыми углеводородами и механическими примесями. Наличие влаги в газе нежелательно, так как от ее присутствия возможны коррозия трубопроводов и арматуры, что может создать аварийные ситуации при транспортировке газа по магистральным газопроводам. Также возможно образование гидратов, приводящее к снижению пропускной способности трубопроводов и повреждению технологического оборудования.

### **Использованная литература:**

1. Указ Президента Республики Узбекистан от 7.02.2017 г №УП-4947 «Стратегия действий по пяти направлениям развития Республики Узбекистан в 2017-2021 годах».
2. Ш.М. Мирзиёев «Критический анализ, жесткая дисциплина и персональная ответственность должны стать повседневной нормой в деятельности каждого руководителя». –Ташкент: Узбекистан.2017.-104стр.



3. Ш.М. Мирзиёев «С нашим многонациональным трудолюбивым народом мы вместе построим свободное демократическое и процветающее государство»- Ташкент: Узбекистан.2017.-488стр.

1. Икрамов Г.И., Петросова Л.И. Технологии производства сжиженного природного газа и возможности их применения в Узбекистане. Узбекский журнал Нефть и газ №3 2015. С.38-41

2. Исакович Р.Я., Логинов В.И., Попадько В.Е. Автоматизация производственных процессов нефтяной и газовой промышленности. Учебник для вузов. -М., Недра, 1983. - 424 с.

3. Голубятников В.А., Шувалов В.В. Автоматизация производственных процессов в химической промышленности: Учебн. для техникумов. – 2 е изд., перераб. и доп. – М.: Химия, 1985. – 352 с.

4. Абрамкин С.Е. Разработка и исследование математических моделей технологического процесса абсорбционной осушки природного газа как объекта управления // Дисс. на соис. учен. степ. канд. тех. наук. Санкт-Петербург. 2014. - 158 с.

5. Радкевич В.В. Теория и практика проектирования систем управления объектами газовой отрасли. Дисс. на соис. учен. степ. док. тех. наук. Москва. 2009. -241 с.

6. Технологические основы и моделирование процессов промысловой подготовки нефти и газа: Учебное пособие /Кравцов А.В. [и др.]. Томск: изд-во Томского политехн. ун-та, 2012. – 128 с.

7. Ветошкин А.Г. Процессы и аппараты газоочистки. Учебное пособие. – Пенза: Изд-во ПГУ, 2006. 201 с.

8. Постоянный технологический регламент на эксплуатацию установки получения пропан-бутановой смеси цеха № 18 (уппбс): TR 00153293-21:2015.