

Министерство образования и науки Российской Федерации

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра нефтехимии
и техногенной безопасности

**Модернизация блока регенерации диэтиленгликоля
установки подготовки газа**

АВТОРЕФЕРАТ МАГИСТЕРСКОЙ РАБОТЫ

студентки 2 курса 252 группы
направления 18.04.01 «Химическая технология»
Института химии

Пахомкиной Татьяны Петровны

Научный руководитель
д.х.н., профессор

подпись, дата

Кузьмина Р.И.

Зав. кафедрой
д.х.н., профессор

подпись, дата

Кузьмина Р.И.

Саратов 2017

Введение

Перед подачей природного газа из подземного хранилища в магистральный газопровод и далее к потребителю необходима его осушка до требуемой точки росы. Самое широкое применение в качестве поглотителей влаги получили высококонцентрированные растворы гликолей.

В качестве абсорбента влаги используется раствор диэтиленгликоля (ДЭГ), отличающийся достаточно высокой температурой кипения при атмосферном давлении (плюс 244,8 °С), высокой гигроскопичностью, стойкостью к нагреву и химическому разложению, низким давлением пара и сравнительно невысокой стоимостью.

Для восстановления осушающего свойства насыщенного раствора ДЭГ из него выделяют поглощенную влагу в блоке регенерации, где основным элементом является огневой регенератор абсорбента с ректификационной колонной. Для достижения высокой концентрации регенерированного ДЭГ (до 99 %) и повышения технологической и энергетической эффективности блоков абсорбции и регенерации в схеме предусматривается установка теплообменников-утилизаторов теплоты, аппаратов воздушного охлаждения парогазовой фазы, сепарационного оборудования.

Анализ технологии подготовки газа показал, что в блоке регенерации имеется значительный потенциал повышения эффективности работы за счет повышения эффективности регенерации насыщенного абсорбента.

Актуальность темы. Реконструкция действующих на предприятиях установок наряду с новым строительством в условиях бурно развивающейся экономики имеет первостепенное значение. Основным показателем в оценке эффективности технологии, применяемой при подготовке газа являются технологические затраты на его подготовку к транспортировке. Одной из важных проблем, возникающих при подготовке природного газа с использованием диэтиленгликоля является его осушка. Поэтому повышение эффективности подготовки природного газа к дальнейшей транспортировке - первостепенная задача.

Цель работы. Целью магистерской работы является разработка плана проекта модернизации стадии регенерации диэтиленгликоля блока осушки участка подготовки природного газа для подачи в магистральный трубопровод.

Задачи работы. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- провести гидродинамический и тепловой расчет и дать оценку эффективности монтажа дополнительного теплообменного оборудования;
- предложить новую тепловую схему потоков блока регенерации диэтиленгликоля;
- рассмотреть возможность замены аппарата воздушного охлаждения;
- провести технико-экономическую оценку модернизации по следующим показателям: расход газа, расход диэтиленгликоля, подаваемого на абсорберы, концентрация абсорбента, температура абсорбента.

Магистерская работа состоит из следующих частей: литературный обзор, основная часть - технология процесса, расчет технико-экономических показателей, выводы.

Научная новизна определяется в новизне предмета исследования, а именно модернизации установки регенерации диэтиленгликоля при помощи установки дополнительного теплообменника и аппарата воздушного охлаждения.

Практическая значимость работы заключается в том, что окупаемость капитальных вложений в реконструкцию (модернизацию) промышленных предприятий происходит намного быстрее, чем при строительстве новых, поэтому важно внедрять такие проекты в работу.

Основное содержание работы

Огромный комплекс работ и изобретений по технологическим процессам регенерации абсорбентов и технологическому оборудованию, используемому в газовой промышленности при обустройстве месторождений углеводородного сырья. Основной способ регенерации осушителя природного газа запатентован в 1998 году - изобретение относится к способу регенерации насыщенного раствора поглотителя влаги (диэтиленгликоля), который используют в качестве абсорбента для извлечения водяных паров из газа в установках осушки природных и нефтяных газов.

Рассмотрим стандартную установку регенерации диэтиленгликоля: настоящая установка регенерации ДЭГ, состоит из двух технологических линий и дренажной емкости Е – 301. В состав каждой технологической линии входит следующее теплотехнологической и технологическое оборудование:

- емкость выветривания ДЭГ ТР – 301;
- блок огневой регенерации ДЭГ БРД – 301;
- аппарат воздушного охлаждения ВХ – 301;
- блок – бокс водокольцевых компрессоров БВК – 301;
- блок – бокс насосов подачи РДЭГ БН – 301.

Насыщенный до 94 % раствор ДЭГ (НДЭГ) поступает в емкость выветривания ТР – 301 для освобождения от газа, растворенного в ДЭГ, при избыточном давлении 0,4 МПа. Давление в емкости поддерживается клапаном, посредством которого газ выветривания отводится в линию топливного газа. Для защиты от превышения давления на емкости установлены два сблокированных предохранительных клапана, сброс от которых осуществляется в факельную систему. Отвод дегазированного НДЭГ из емкости производится регулирующим клапаном, поддерживающим в ней постоянный заданный уровень.

Выветренный НДЭГ поступает в блок регенерации БРД – 301 в трубное пространство встроенного в буферную емкость регенератора теплообменника Т₁ «насыщенный гликоль – регенерированный гликоль», где рекуперировывает тепло встречного потока РДЭГ, нагреваясь до 128 °С и охлаждая РДЭГ до 50 °С.

Из теплообменника НДЭГ проходит в трап дегазации ТрД, также встроенный в буферную емкость регенератора, где дополнительно дегазируется при 128 °С и при избыточном давлении 0,25 МПа.

Давление в ТрД₁ поддерживается клапаном регулирующим КР, посредством которого газ выветривания отводится на факел.

Далее НДЭГ, через клапан регулирующий КР, поддерживающий заданный уровень в ТрД, подается в верхнюю часть выпарной тарельчатой колонны К регенератора, в которой происходит десорбция гликоля. Нагрев ДЭГ до температуры 145 – 155 °С (не выше температуры начала разложения гликоля, которая составляет для ДЭГ 164 °С) осуществляется за счет тепла продуктов сгорания топливного газа в жаровых трубах огневого испарителя. Горячий, частично регенерированный ДЭГ, переливается из испарителя в буферную емкость регенератора через насадку отпарной колонны К навстречу поднимающемуся нагретому десорбционному газу. При этом происходит окончательное выделение водяных паров из гликоля.

Пары воды и газы регенерации отводятся с верха колонны в аппарат воздушного охлаждения ВХ – 301. Здесь пары воды конденсируются в жидкую фазу, которая вместе с газами регенерации направляется в блок – бокс водокольцевых компрессоров БВК – 301.

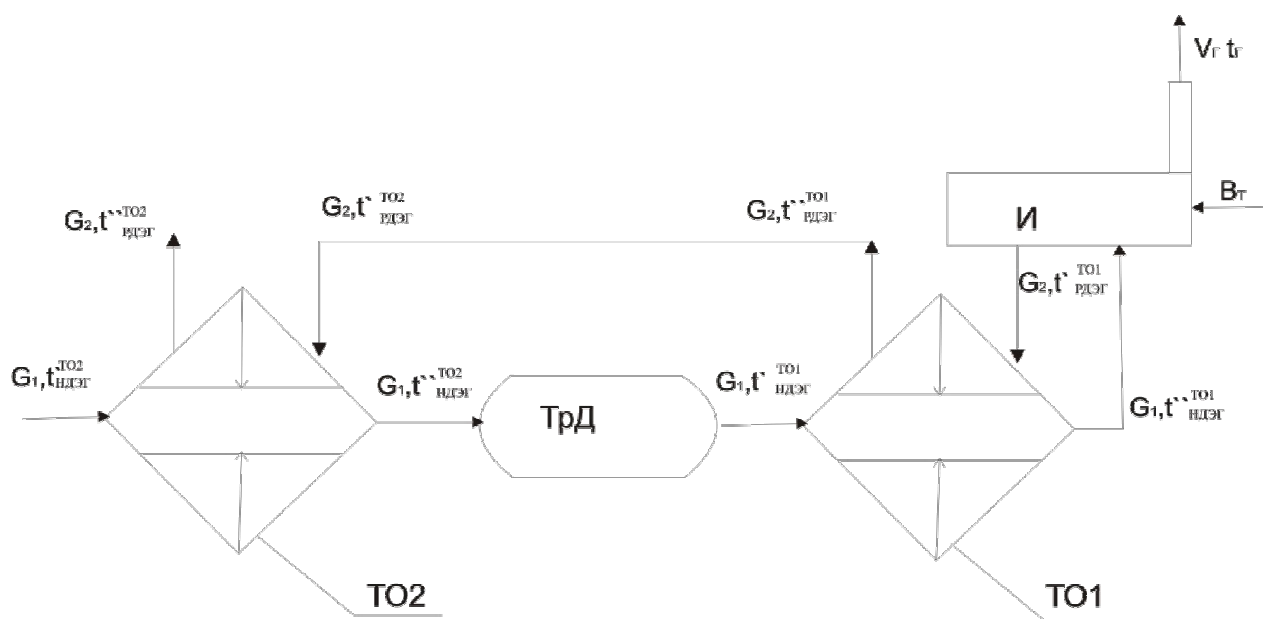
В блок – боксе установлены два комплекта водокольцевых компрессоров ВКК – рабочий и резервный, с помощью которых от ВХ – 301 удаляется двухфазная смесь: водяной конденсат и газ регенерации. В комплекте ВКК кроме компрессора имеется емкость Е, где смесь собирается и разделяется по фазам, а также насос Н, которым вода из емкости Е подается на орошение колонны К. Газ регенерации направляется в буферную емкость

блока регенерации, где должен использоваться в качестве десорбционного. Избыток водяного конденсата из емкости Е сливается в канализацию. К блок – боксу подведена вода из водопровода, используемая для работы ВКК в пусковой период.

РДЭГ отводится из буферной емкости регенератора, через межтрубное пространство теплообменника Т, в блок – бокс насосов БН – 301. В блок – боксе установлены два насоса Н – 301 (рабочий и резервный), которыми РДЭГ по коллектору (условный диаметр 57х4 мм) с давлением 6,0 МПа подается на установку абсорбционной осушки газа, где распределяется по блокам абсорберов.

Для предохранения коллектора подачи РДЭГ от превышения давления в блок – боксе предусмотрена линия с клапаном регулирующим КР, соединяющая коллектор со входом в насосы. Клапан КР обеспечивает защиту коллектора от превышения давления в нем сверх заданного, сбрасывая избыток давления во входную линию насосов.

При модернизации блока регенерации предусматривается установка дополнительного теплообменника растворов НДЭГ–РДЭГ, в соответствии с приведенной тепловой схемой:



Далее реализованы пошаговые алгоритмы расчетов теплообменника и аппарата воздушного охлаждения для выбора лучшего и подходящего для модернизации.

Затем рассчитаем материальный баланс установки проводится с целью определения основных газовых потоков. Расчет выполнен для следующего состава сырого газа, поступающего из хранилища на установку подготовки:

CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	C ₄ H ₁₀	C ₅ H _{12+B}	N ₂	CO ₂
98,38	0,59	0,25	0,1	0,04	0,61	0,03

Плотность газа, относительная 0,5652.

Потенциальное содержание конденсата 1,4 г/м³.

При расходе газа 212000 м³/ч расход газового конденсата с газом составит 296,8 кг/ч.

Содержание влаги, в т.ч. пластовой воды от 1,01 до 2,69 г/м³; примем 1,18 г/м³.

При расходе газа 212000 м³/ч расход воды с газом составит 250,2 кг/ч. Проектные и фактические показатели установки подготовки газа приведены в таблице:

Наименование показателя	Размерность	Фактические показатели	Проектные показатели
1 Расход газа	$\frac{\text{м}^3}{\text{с}}$ $\frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$ $\frac{\text{млн. м}^3}{\text{сут.}}$	59 – 258,3 212375–930000 5,1 – 22,32	319,44 1150000 27,6
2 Давление газа на входе установки	МПа	2,88 – 4,2	5,5
3 Температура точки росы газа	°С	- 2 - -13	- 8
4 Расход ДЭГ, подаваемого на абсорберы	$\frac{\text{кг}}{\text{с}}$ $\frac{\text{кг}}{\text{ч}}$	1,37- 2,86 4919 - 10286	1.44 -1.66 5200 - 5970

5 Концентрация абсорбента: на входе в абсорберы (РДЭГ) на входе в регенераторы (НДЭГ)	%	93,7-97,1 91,7- 95,38	96 94
6 Температура абсорбента: на выходе из регенераторов на входе в абсорберы	°С	40-70 40 - 65	50 45
7 Расход конденсата водяных паров, выпариваемых из абсорбента	кг/с кг/ч кг/сут.	0,055 200 4800	0.05-0.11 200-400
8 Расход отсепарированной жидкости	кг/с кг/ч кг/сут.	0,23 883 20000	0,87 – 0,89 3131-3217

Для оценки эффективности плана проекта применяются интегральные показатели, позволяющие дать оценку эффективности внедрения проекта с учетом фактора времени.

Для оценки эффективности используются следующие критерии:

- интегральный эффект,
- срок окупаемости,
- индекс доходности.

Капитальные затраты на осуществление модернизации составляют 1 млн. руб., при этом срок окупаемости капиталовложений 1 год, а себестоимость регенерированного диэтиленгликоля снизилась. Это позволяет сделать вывод о том, что внедрение проекта является целесообразным.

Выводы:

1. Проведен гидродинамический и тепловой расчеты теплообменника для нагрева насыщенного водой диэтиленгликоля стадии его регенерации после осушки природного газа. Расчет конструктивных характеристик теплообменника "гликоль-гликоль" ($D_{нар} = 426$ мм; $D_{вн} = 400$ мм; $l = 3500$ мм; $F = 33 \text{ м}^2$) позволил осуществить выбор типа и параметров серийного теплообменного оборудования – теплообменника с плавающей головкой.
2. Предложена новая тепловая схема потоков блока регенерации диэтиленгликоля, включающая в себя: устанавливаемый теплообменник «гликоль–гликоль»; трап – дегазации; встроенный теплообменник регенератора диэтиленгликоля; испаритель (регенератор).
3. Рассмотрена возможность замены аппарата воздушного охлаждения установки регенерации диэтиленгликоля участка подготовки природного газа. Для этого рассчитана необходимая площадь поверхности аппарата воздушного охлаждения и с учетом переменных режимов его эксплуатации в зависимости от времени года выбран следующий аппарат:
$$\frac{ABM - Г - 9 - 0,6 - B1 - B}{4 - 2 - 3}$$
с площадью поверхности теплообмена 28 м^2 , с двумя вентиляторами, мощностью двигателя 3,57 кВт. Заводом-изготовителем является Борисоглебский завод.
4. Показана эффективность модернизации оборудования стадии регенерации диэтиленгликоля блока осушки участка подготовки природного газа для подачи в магистральный трубопровод, которая позволяет, уменьшилось количество используемого топлива на 28%, потребление электроэнергии снизилось на 48 %.
5. Технико-экономическая оценка монтажа дополнительного теплообменника и замена аппарата воздушного охлаждения показала, что интегральный эффект (чистый дисконтированный доход) составил 4453 тыс. руб., индекс доходности 4,5 руб. руб., срок окупаемости 1,5 года.

6. Результаты работы опубликованы в виде статьи в межвузовском сборнике научных трудов: Пахомкина Т.П., Кузьмина Р.И. Реконструкция действующих подземных хранилищ газа //Современные проблемы теоретической и экспериментальной химии: Межвуз. сборник науч. трудов XI Всерос. конф. молодых ученых с международ. участием. Саратов: Изд-во «Саратовский источник». 2016.- С. 120-121.