

4. Mantech electronics [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.mantech.co.za/Datasheets/Products/433Mhz_RF-TX&RX.pdf/. – Дата доступа: 06. 05. 2018 г.

5. Википедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Универсальный_асинхронный_приёмопередатчик/. – Дата доступа: 06. 05. 2018г.

УДК622

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ АППАРАТОВ ВОЗДУШНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ ГАЗА НА МАГИСТРАЛЬНЫХ КОМПРЕССОРНЫХ СТАНЦИЯХ

Матушов С.С., Казаков А.М.

Научный руководитель: Воронов В.А., доцент

Санкт-Петербургский горный университет

Для транспортировки природного газа по магистральным трубопроводам на головной компрессорной станции ему сообщается необходимый начальный запас энергии, потери которой восполняются на промежуточных компрессорных станциях. При сжатии природного газа в газоперекачивающих агрегатах происходит повышение его температуры. Для увеличения количества газа, проходящего через сечение трубопровода за единицу времени, а также для минимизации теплового воздействия газа на изоляционное покрытие и окружающую среду производится понижение его температуры на аппаратах воздушного охлаждения газа (АВО). Схема установки АВО представлена на рисунке 1.

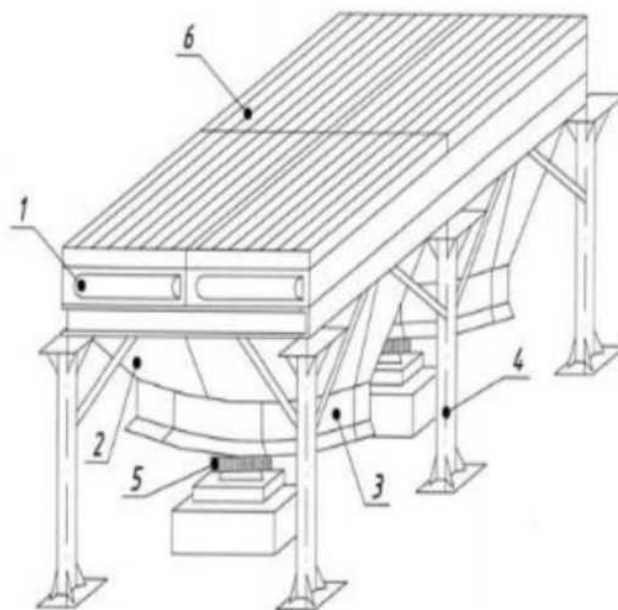


Рисунок 1 – Аппарат воздушного охлаждения газа горизонтальный :

1 – теплообменная секция, 2 – диффузор, 3 – коллектор с рабочим колесом вентилятора, 4 – металлоконструкция, 5 – привод, 6 – жалюзи

Принцип работы установки АВО заключается в следующем. После компримирования газ под рабочим давлением проходит по трубчатым теплообменным секциям АВО. Через межтрубное пространство теплообменной секции с помощью электроприводных вентиляторов прокачивается воздух. За счет теплообмена с принудительно перемещаемым потоком воздуха происходит снижение температуры газа, что приводит к повышению его плотности, снижению скорости течения и сокращению потерь давления в газопроводе. Это позволяет увеличить пропускную способность магистрального газопровода и сэкономить топливный газ на работу ГПА на следующей КС [3,4].

Охлаждение транспортируемого газа в АВО является достаточно энергоемким процессом. Мощность, потребляемая электродвигателями АВО одного компрессорного цеха, со-

ставляет сотни киловатт. Расход электроэнергии на охлаждение компримированного газа может составлять 65-75 % от общего объема электропотребления.

Целью описываемого исследования является разработка рекомендаций для более грамотного проектирования газоперекачивающих станций и мероприятий по повышению эффективности охлаждения газа с минимальными затратами.

Тепловая производительность АВО зависит от многих возмущающих факторов, главными из которых являются: расход и температура технологического (транспортируемого) газа после компримирования, степень загрязнения поверхности теплообменников, температура наружного воздуха [5]. Можно принять, что если первые два перечисленных аспекта постоянны для заданного режима транспорта газа, то загрязнение теплообменников и колебания температуры наружного воздуха (суточные и сезонные) являются основным возмущающим фактором, непосредственно влияющим на процесс охлаждения газа. Разработка эффективных методов уменьшения влияния этих факторов на процесс транспортировки является задачей исследования.

На многих компрессорных станциях существует проблема, связанная с недостаточным охлаждением природного газа после компримирования в жаркое время года. Чаще всего это связано с непредсказуемостью погодных условий, которые приводят к неправильно выполненным расчетам.

Ярчайшим примером неправильного расчета технологии охлаждения газа на магистральном газопроводе является компрессорная станция Портовая – конечная точка магистрального газопровода Грязовец-Выборг и отправная точка газопровода Северный Поток. Из-за допущенной ошибки на отдельной площадке вблизи станции было установлено 28 дополнительных АВО, а с момента начала работы станции до ввода в эксплуатацию резервных АВО охлаждение теплообменных секций производилось водой из шлангов.

Проблему превышения температуры над расчетной можно решить двумя группами методов:

1 – предпринять меры, не требующие больших материальных затрат;

2 – провести мероприятия, требующие дополнительных затрат и установки дополнительного оборудования.

Предлагаемый в работе способ решения проблемы относится к первой группе методов. Он заключается в разработке рекомендаций по расчету систем воздушного охлаждения газа компрессорных станций с учетом климатических особенностей региона, а также в применении на АВО вспомогательных приспособлений, охлаждающих используемый вентиляторами воздух и препятствующих загрязнению поверхности теплообменников.

В рекомендациях по расчету АВО учитывается отклонение максимальной реальной температуры окружающей среды от прогнозной, принимаемой в методиках за расчетную. Отклонение будет выражаться в виде коэффициента, на который будет увеличиваться температура окружающего воздуха (расчетная температура) при проведении расчета.

Рассмотрим его реализацию на примере КС Портовая.

Необходимо проанализировать прогнозные значения температуры на рассматриваемый период, которые и принимались при работе КС за расчетные, и максимальные температуры, замеченные в регионе за рассматриваемый период. Информация о температурах определена на основании данных метеорологической станции [1]. Полученные значения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты анализа температур воздуха в Ленинградской области

Температура окружающего воздуха, °С	Рассматриваемый период				
	01.06.2013 – 31.08.2013	01.06.2014 – 31.08.2014	01.06.2015 – 31.08.2015	01.06.2016 – 31.08.2016	01.06.2017 – 31.08.2017
$t_{\text{макс}}$	31,6	30,6	29,0	27,6	25,3
$t_{\text{расч}}$	29,2	30,1	25,2	25,0	23,0

Затем определяется относительное отклонение, которое и является искомым коэффициентом по формуле

$$k = \frac{t_{\text{макс}}}{t_{\text{расчетная}}} \quad (1)$$

В результате расчета получаем таблицу относительных отклонений в рассматриваемый период (таблица 2).

Таблица 2 – Результаты расчета относительного отклонения

Относительные отклонения температур	Рассматриваемый период				
	01.06.2013 – 31.08.2013	01.06.2014 – 31.08.2014	01.06.2015 – 31.08.2015	01.06.2016 – 31.08.2016	01.06.2017 – 31.08.2017
<i>k</i>	1,082	1,016	1,150	1,104	1,100

Для прогнозирования отклонения температур в будущем, необходимо экстраполировать значения коэффициента *k*. В результате экстраполяции представленных значений математическими методами, для 2018 года было получено значение $k_{2018} = 1,1045$, которое и является поправочным коэффициентом при расчете АВО на 2018 год [2].

Полученный коэффициент носит рекомендательный характер и не является заменой других поправочных коэффициентов, используемых в методиках расчета аппаратов воздушного охлаждения газа.

В комплексе с рассмотрением климатических условий регионов при проектировании станций предлагается использовать дополнительные материальные средства увеличения эффективности охлаждения.

Во-первых, предлагается использование рам с иглопробивным фильтрующим полотном «Полотно ФПП» из пропилена и металлической сеткой между опор аппарата воздушного охлаждения газа. Металлическая сетка позволит снизить степень воздействия ветра на фильтрующий материал и избежать разрывов фильтрующего полотна. Схема установки полотна на АВО приведена на рисунке 2. На выноске I показана работа занавесов-клапанов с наветренной стороны АВО. На выноске II показана работа занавесов-клапанов с подветренной стороны АВО.

Принцип работы устройства заключается в следующем.

При отсутствии ветра и включенном вентиляторе воздух, проходя со всех сторон, приподнимая занавесы-клапаны, через фильтрующее полотно (б) очищается от органических и неорганических примесей, благодаря чему существенно уменьшается загрязнение теплообменных труб (1), что ведет к сохранению теплоотдачи во времени. Сетка, например, металлическая, к которой подвешены занавесы-клапаны, (б) обеспечивает одностороннее (внутрь) открывание занавесов-клапанов и снижение усилия воздушного потока на фильтрующее полотно, воспринимая напор воздуха на себя. Занавесы-клапаны из воздухопроницаемого материала с наветренной стороны, имея возможность открываться внутрь, пропускают воздушные массы в пространство между опорами, а занавесы-клапаны с обратной стороны прилегают к раме с фильтрующим полотном и преграждают путь воздушным массам для выхода из пространства между опорами, в результате чего образуется избыточное давление в пространстве между опорами, что интенсифицирует движение масс воздуха вверх через теплообменник АВО, следовательно, процесс охлаждения транспортируемого природного газа.

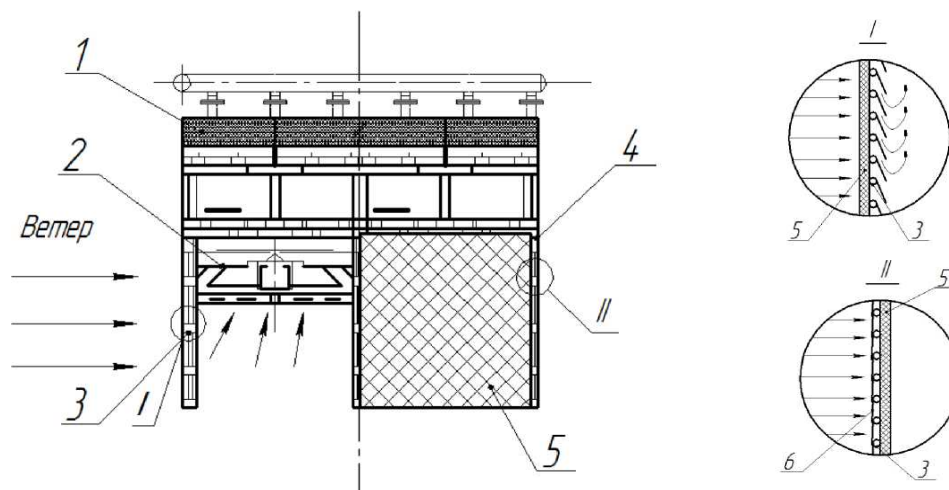


Рисунок 2 – АВО газа с использованием фильтрующего полотна: 1 – блок теплообменников, 2 – вентилятор с приводом, 3 – опора, 4 – рама, 5 – металлическая сетка с фильтрующим иглопробивным полотном из пропилена ООО "Филтротекс", 6 – занавес-клапан из воздухонепроницаемого материала

Предложенное изобретение интенсифицирует процесс охлаждения газа и снижает степень загрязнения межреберного пространства теплообменных труб за счет применения фильтрующего полотна.

Во-вторых, для охлаждения поступающего в АВО воздуха предлагается установить увлажнитель. Он представляет из себя трубопровод малого диаметра кольцевидной формы, в который с периодичностью в 40-45 градусов вварены плоскофакельные (веерные) форсунки, предназначенные для распыливания воды. Увлажнитель предлагается крепить к нижней части АВО. Чертеж увлажнителя воздуха представлен на рисунке 4.

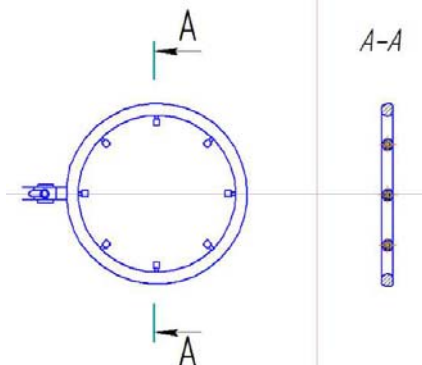


Рисунок 3 – Увлажнитель воздуха для АВО газа

Применение предложенного комплекса мероприятий позволяет интенсифицировать процесс теплообмена и, как следствие, облегчить процесс охлаждения природного газа на компрессорных станциях.

Список использованных источников

1. Архив метеостанций России, выборка с 01.06. по 31.08. в период 2013-2017 гг.
2. Грищенко В.И. Теоретические основы прогнозирования и планирования [Текст]: Учебное пособие в 2 ч. / В.И. Грищенко, Д.Г. Демидова, А.Н. Петров. – СПб: Изд-во СПбУЭФ. – Ч. 1. – 1998. – 75 с.; Ч.2. – 1999. – 115 с.
3. Коршак А.А. Компрессорные станции магистральных газопроводов [Текст]: Учебное пособие / А.А. Коршак. – Ростов н/Д: Феникс, 2015. – 157 с.
4. Коршак А.А. Основы нефтегазового дела [Текст]: Учебник для вузов / А.А. Коршак, А.М. Шаммазов. – 3-е изд., испр. и доп. – Уфа: ООО «ДизайнПолиграфСервис», 2005. – 528 с.
5. Хворов Г.А. Анализ энергосберегающих технологий охлаждения газа на основе аппаратов воздушного охлаждения в транспорте газа ПАО «Газпром» / Г.А. Хворов, М.В. Юмашев // Территория «НЕФТЕГАЗ». – 2016. – № 9. – С. 127-132.