

ОПТИМИЗАЦИЯ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ АППАРАТОВ ВОЗДУШНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ ГАЗА НА ПОЗДНЕЙ СТАДИИ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

УДК 621.565.2

О.Ю. Манихин, ООО «Газпром добыча Ноябрьск» (Ноябрьск, РФ),
manihin.oyu@noyabrsk-dobycha.gazprom.ru

Д.А. Ожерельев, ООО «Газпром добыча Ноябрьск»

Д.В. Винник, ООО «Газпром добыча Ноябрьск»

Е.А. Ауелбеков, ООО «Газпром добыча Ноябрьск»

Одним из важных звеньев в подготовке газа к транспорту является система охлаждения. Для охлаждения потока газа на дожимных компрессорных станциях (ДКС) получили широкое распространение аппараты воздушного охлаждения (АВО), имеющие ряд преимуществ перед другими типами теплообменных аппаратов: они надежные в эксплуатации, экологически чистые, имеют простые схемы подключения, не требуют предварительной подготовки теплоносителей. В статье рассмотрены АВО блочного типа с системой рециркуляции нагретого воздуха, применяемые для охлаждения компримированного природного газа (КПГ) на ДКС ООО «Газпром добыча Ноябрьск».

Рассмотрены и представлены варианты реализации различных схем охлаждения КПГ на Комсомольском газовом промысле, при которых изменяется структура истечения природного газа в трубных пучках АВО, однако не затрагивается и не изменяется конструкция элементов существующей системы охлаждения природного газа.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: АППАРАТ ВОЗДУШНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ, ДОЖИМНАЯ КОМПРЕССОРНАЯ СТАНЦИЯ, КОМПРИМИРОВАНИЕ ПРИРОДНОГО ГАЗА.

Для охлаждения КПГ на ДКС ООО «Газпром добыча Ноябрьск» используются АВО блочного типа с системой рециркуляции нагретого воздуха. Схема подключения АВО – параллельная, коллекторная [1].

АВО относятся к теплообменным поверхностным аппаратам и предназначены для охлаждения технологических потоков нагретого при компримировании природного газа. В состав установки охлаждения газа (УОГ) входят до нескольких десятков секций АВО. Секции для охлаждения обдуваются потоком воздуха, нагнетаемого осевыми вентиляторами снизу. Каждый аппарат оснащен отключающей арматурой, приборами КИПиА.

Процесс охлаждения газа заключается в пропускании его под

рабочим давлением по трубчатым теплообменным секциям АВО. Через межтрубное пространство теплообменных секций с помощью осевых вентиляторов прокачивается атмосферный воздух. За счет теплообмена с принудительно перемещаемым потоком воздуха снижается температура газа [2].

Верхний предел температуры охлажденного газа определяется технологией абсорбционной осушки, поскольку при температуре контакта между осушаемым газом и гликолем выше 30 °С крайне затруднительно на установленном технологическом оборудовании реализовать требования к качеству товарного газа, направляемого в магистральный газопровод.

Нижний предел температуры газа определяется температурой

его гидратообразования при рабочем давлении [3].

На начальном этапе строительства Комсомольского газового промысла (ГП) расчеты необходимого числа секций АВО были выполнены проектировщиком при условии максимальной добычи газа с соблюдением запаса по производительности. По мере отбора природного газа пластовое давление месторождения снизилось, что привело к изменению термобарических условий процесса сепарации и, как следствие, к увеличению количества капельной влаги в потоке отсепарированного сырого газа, а также к необходимости повышения давления на ДКС.

Для компримирования природного газа на заключительной стадии эксплуатации месторождения

Manikhin O.Yu., Gazprom dobycha Noyabrsk LLC (Noyabrsk, RF), manihin.oyu@noyabrsk-dobycha.gazprom.ru

Ozherel'ev D.A., Gazprom dobycha Noyabrsk LLC

Vinnik D.V., Gazprom dobycha Noyabrsk LLC

Auelbekov Ye.A., Gazprom dobycha Noyabrsk LLC

Energy consumption optimization of gas air cooler units at a later stage of field development

One of the most important links in the preparation of gas for transport is a cooling system. Air cooler units (ACU) have come into common use when it comes to cooling the gas flow at booster compressor stations (BCS). They have a number of advantages over other types of heat exchange units: they are operationally reliable, environmentally friendly, have simple connection schemes and require no preliminary preparation of heat carriers.

The article reviews ACU of a precast type with a heater air recirculation system which are used to cool compressed natural gas (CNG) at Booster Compressor Station Gazprom dobycha Noyabrsk LLC.

The articles reviews and presents some options of the implementation of various CNG cooling schemes at the Komsomolsk Gas Field, according to which the natural gas discharge structure in tube bundles of ACU is changed, though the design of elements of the existing natural gas cooling system is neither affected nor changed.

KEYWORDS: AIR COOLER UNIT, BOOSTER COMPRESSOR STATION, NATURAL GAS COMPRESSING.

необходимо увеличить коэффициент сжатия ГПА. При существующей параллельной схеме охлаждения газа (рис. 1) тепловая нагрузка на АВО лишь возрастает, что может привести к дополнительным капитальным затратам на установку секций АВО. Это подтверждают выполненные теплотехнические и газодинамические расчеты показателей УОГ на переменных режимах работы по номинальным параметрам сжатия [4].

В летний период эксплуатации Комсомольского ГП разница между температурой газа на выходе из АВО 2-й ступени сжатия ДКС и температурой наружного воздуха достигала 5–10 °С (июнь–август) при полной загрузке аппаратов АВО. Высокая температура газа оказывает отрицательное влияние на условия протекания процесса гликолевой осушки.

Поскольку мощность, потребляемая электродвигателями АВО одного компрессорного цеха, составляет сотни киловатт и существенно влияет на структуру электропотребления не только Комсомольского ГП, но и всей добывающей компании, повышение эффективности работы АВО является важной задачей

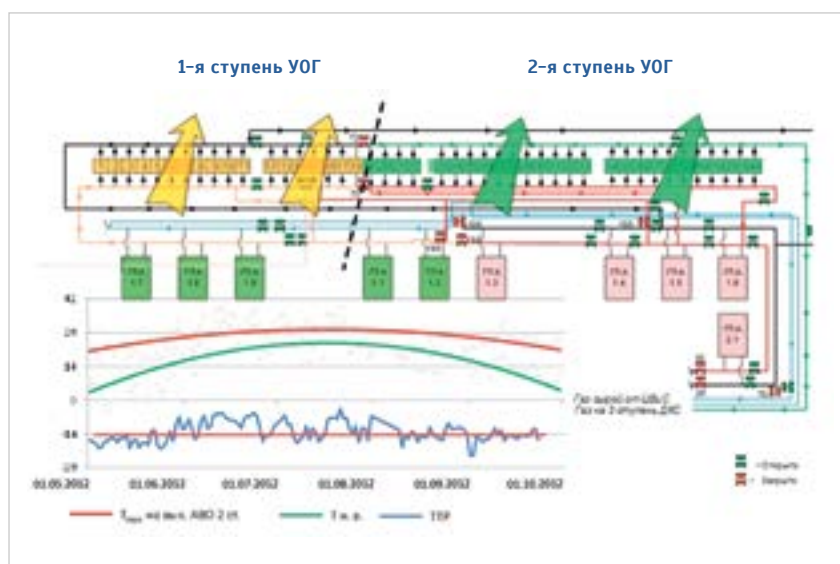


Рис. 1. Проектная схема эксплуатации АВО газа:

$T_{\text{газ на вых. АВО 2-й ст.}}$ – температура газа на выходе из АВО 2-й ступени; $T_{\text{н.в.}}$ – температура наружного воздуха; ТТР – температура точки росы; ЦВиС – цех входа и сепарации газа

в рамках реализации стратегии экономии топливно-энергетических ресурсов.

Рассмотрим более подробно структуру потока газожидкостной смеси в трубном пучке АВО ДКС на Комсомольском ГП (рис. 2). Из-за содержащейся в отсепарированном сыром газе капельной жидкости на внутренней поверхности теплообменных трубок АВО образуется пристенный слой – водяная пленка.

Толщина пристенного слоя зависит от скорости потока газожидкостной смеси, т. е. от режима течения потока, характеризующегося числом Рейнольдса.

Например, с увеличением скорости газа в трубном пучке АВО турбулентность потока повышается, вследствие чего часть жидкости пристенного слоя вовлекается в перемешивание, и толщина пристенного слоя уменьшается, что приведет к улучшению

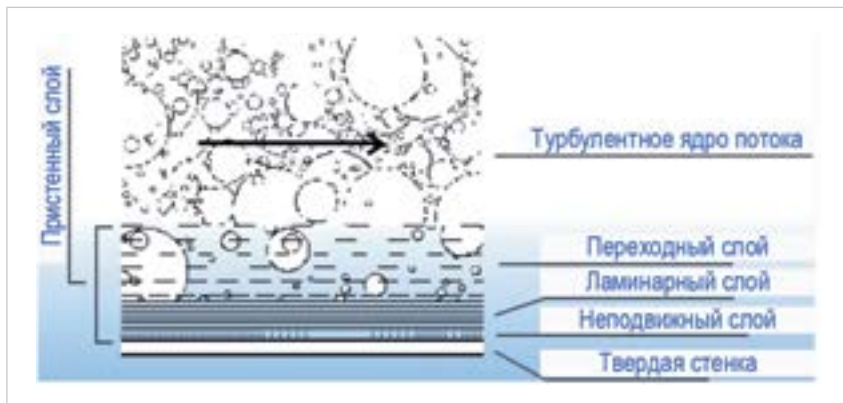


Рис. 2. Структура газожидкостной смеси в трубном пучке АВО газа

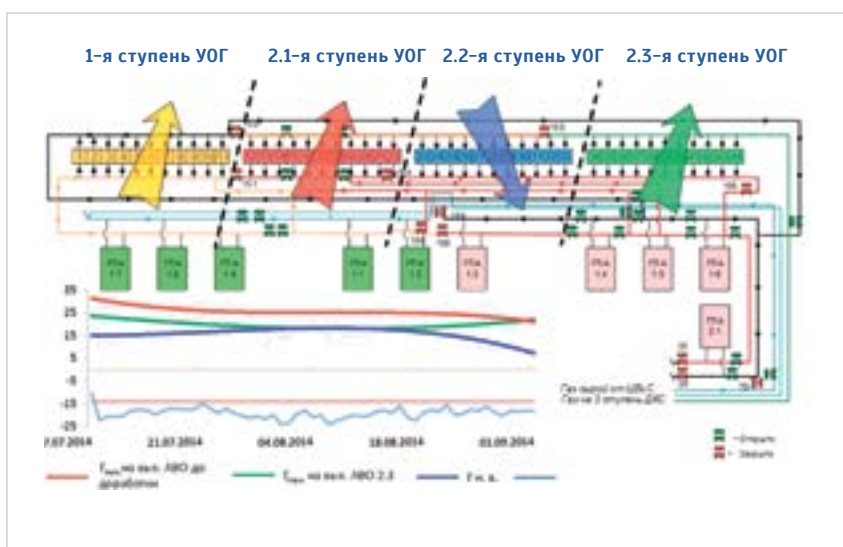


Рис. 3. Внедренная параллельно-последовательная схема эксплуатации АВО газа Комсомольского ГП:

$T_{газ}$ на вых. АВО до доработки – температура газа на выходе из АВО до доработки;
 $T_{газ}$ на вых. АВО 2.3 – температура газа на выходе из АВО 2–3-й ступени

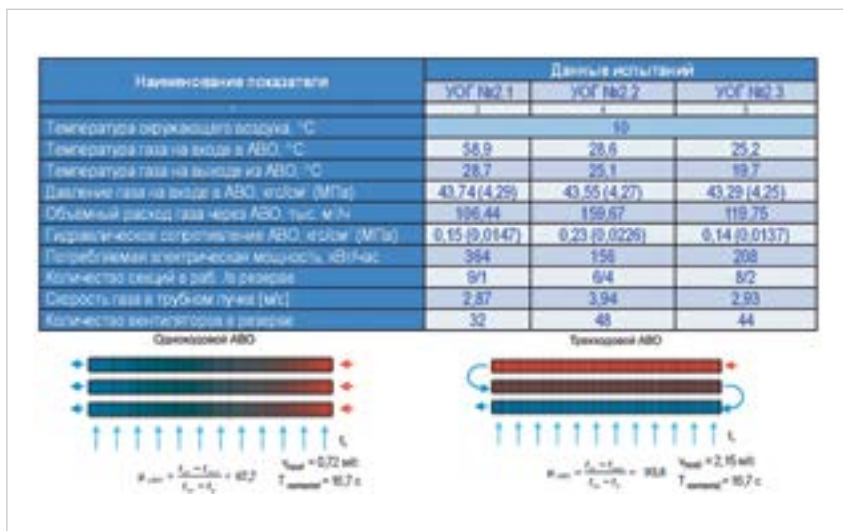


Рис. 4. Данные испытаний параллельно-последовательной схемы эксплуатации АВО газа Комсомольского ГП

теплопроводности между теплопередающей поверхностью АВО и охлаждаемым газом. Таким образом, повышается эффективность процесса теплообмена.

На основании данного эффекта были выполнены теплотехнические и гидравлические расчеты, а также проведен сравнительный анализ вариантов реализации схем охлаждения КПП, позволяющих варьировать структуру его течения в АВО, не изменяя при этом конструкцию элементов установки охлаждения. В результате был определен наиболее оптимальный способ повышения эффективности АВО газа – отказаться от использования классической параллельной схемы охлаждения. При этом предполагалось применить новую, параллельно-последовательную схему работы АВО газа.

Для реализации параллельно-последовательной схемы была выполнена переобвязка АВО 2-й ступени компримирования ДКС Комсомольского ГП по группам (рис. 3).

При проведении опытно-промышленных испытаний предлагаемой схемы оценка эффективности работы УОГ после 2-й ступени сжатия ДКС осуществлялась методом сравнения основных технологических параметров работы АВО при использовании предлагаемой параллельно-последовательной схемы трехступенчатого охлаждения с аналогичными параметрами существующей параллельно-коллекторной схемы эксплуатации.

Проведенные в летний период опытно-промышленные испытания в режиме последовательного трехступенчатого охлаждения газа после 2-й ступени сжатия ДКС на Комсомольском ГП подтвердили высокую эффективность данной технологической схемы при пиковых температурных нагрузках и высоких значениях температуры окружающего воздуха (рис. 4). Несмотря на увеличившуюся в 3

раза скорость газожидкостного потока в трубном пучке АВО, общее время контакта охлаждаемого газа с теплообменной секцией осталось неизменным. Коэффициент эффективности установки охлаждения природного газа при этом вырос на 30 %.

Промышленная эксплуатация предложенной схемы включения АВО газа после 2-й ступени компримирования ДКС на Комсомольском ГП выявила уменьшение разницы между температурой газа на выходе 2-й ступени установки АВО и температурой окружающего воздуха до 1–2 °С, что свидетельствует об увеличении эффективности работы системы гликолевой осушки газа. Также за счет вывода в резерв осевых вентиляторов секции АВО газа 2-й ступени сжатия удалось сократить годовое потребление электроэнергии на 1,103 ГВт/ч.

Повышению энергоэффективности ГПА ДКС также способствовала дополнительная экономия 430 тыс. м³ топливного газа на 3-й ступени сжатия – за счет снижения температуры подготавливаемого газа на входе в нагнетатели и, как следствие, увеличения плотности газа.

Мероприятия последовательной трехступенчатой схемы работы АВО газа Комсомольского ГП были включены в Программу энергосбережения и повышения энергетической эффективности ООО «Газпром добыча Ноябрьск» на 2017–2019 годы. ■

ЛИТЕРАТУРА

1. Арнольд К., Стюарт М. Справочник по оборудованию для комплексной подготовки газа. М.: Премиум Инжиниринг, 2009. 603 с.
2. Грищенко А.И., Истомин В.А., Кульков А.И., Сулейманов Р.С. Сбор и промысловая подготовка газа на северных месторождениях России. М.: ОАО «Издательство Недра», 1999. 473 с.
3. Бекиров Т.М., Ланчаков Г.А. Технология обработки газа и конденсата. М.: Недра-Бизнесцентр, 1999. 596 с.
4. Щуровский В.А., Синицын Ю.Н., Карпов Е.В. и др. Расчет теплотехнических, газодинамических и экологических параметров газоперекачивающих агрегатов на переменных режимах. М.: ОАО «Газпром ВНИИГАЗ», 2010. 76 с.

REFERENCES

1. Arnold K., Stuart M. Reference Book on the Equipment for the Integrated Preparation of Gas. Moscow, Premium Engineering, 2009, 603 pp. (In Russian)
2. Grishchenko A.I., Istomin V.A., Kulkov A.I., Suleymanov R.S. Collection and Field Preparation of Gas at North Fields of Russia. Moscow, Nedra Publishing House OJSC, 1999, 473 pp. (In Russian)
3. Bekirov T.M., Lanchakov G.A. Gas and Condensate Processing Technology. Moscow, Nedra-Business Center, 1999, 596 pp. (In Russian)
4. Shchurovsky V.A., Sinitsyn Yu.N., Karpov E.V., et al. Calculation of Heat Engineering, Gas Dynamic and Environmental Parameters of Gas Compressor Units at Variable Regimes. Moscow, Gazprom VNIIGAZ OJSC, 2010, 76 pp. (In Russian)

Kelvion



КЕЛЬВИОН – ЭКСПЕРТЫ В ТЕПЛООБМЕНЕ

Кельвион предлагает один из самых широких ассортиментов теплообменного оборудования в мире:

- Разборные и сварные пластинчатые теплообменники
- Аппараты воздушного охлаждения
- Кожухотрубные теплообменники
- Градирни

Решения теплообмена Кельвион – это высокая эффективность, надежность и экономичность.

Кельвион Машинпэкс
Тел.: +7 (495) 234 95 03
Факс: +7 (495) 234 95 04
moscow@kelvion.com

www.kelvion.ru

