Т. С. Кадыгрова, Е. Г. Крылов, А. Д. Лагутина, Н. В. Козловцева

МОДЕРНИЗАЦИЯ БЛОКА ПОДОГРЕВА ГАЗА НА АГРС

Волгоградский государственный технический университет

E-mail: t.kadygrova@mail.ru

Рассматривается усовершенствование средств подогрева газа на АГРС малых магистральных газопроводах. Проведен анализ существующих установок для подогрева газа, на основе которого была разработана компоновка блока подогрева газа с учетом найденных технологических решений.

Ключевые слова: газораспределительная станция, блок подогрева газа, природный газ.

T. S. Kadygrova, E. G. Krylov, A. D. Lagutina, N. V. Kozlovtsseva

MODERNIZATION OF A GAS HEATING UNIT AT AGDS

Volgograd State Technical University

Improvement of gas heating means at AGDS of small main gas pipelines is considered. The analysis of existing gas heating installations was carried out, on the basis of which the layout of the gas heating unit was developed, taking into account the found technological solutions.

Keywords: gas distribution station, gas heating unit, natural gas.

Газораспределительная станция (ГРС) – это комплекс установок для распределения газа по веткам магистральных газопроводов и изменения его давления. ГРС обеспечивает подогрев, редуцирование, изменение расхода природного газа, а также его очистку от жидких и твердых примесей. В районах с умеренным и умеренно-холодным климатом все чаще используются автоматизированные версии ГРС (АГРС) из-за легкости управления ими дистанционно и большей точности регулирования показателей. Однако ГРС, находящиеся на пути проложенных малых газопроводов (рис. 1), имеют ряд существенных недостатков, например невозможность унификации расположения отдельных блоков станций из-за разнородности мест-

ности. Также можно отметить существенную трату ресурсов для бесперебойной подачи газа потребителю, в первую очередь в блоках подогрева газа.

Блок подогрева газа предназначен для подогрева газа до заданной температуры для исключения гидратообразования при дросселировании, а также поддержания необходимой температуры газа на выходе из ГРС [1], [3].

Блок подогрева газа состоит из нескольких основных узлов:

- узел подогрева газа – служит для подогрева газа до заданной температуры;
- узел подготовки теплоносителя – служит для подогрева теплоносителя (вода, незамерзающая жидкость) предназначенного для подогрева газа.

Рис. 1. План расположения оборудования и проводок на АГРС

Рис. 2. Схема компоновки блока подогрева газа

Узел подогрева изготавливается на базе подогревателей газа, представляющих собой кожухотрубчатые теплообменные аппараты, в которых осуществляется нагрев газа за счет его контакта с теплоносителем. Трубный пучок подогревателя газа выполнен из стальных или нержавеющей труб. Количество и тип подогревателей газа устанавливается исходя из значения температуры газа, до которой необходимо подогреть газ перед дросселированием. Узел оснащается всеми необходимыми приборами КИП и А согласно нормативной и отраслевой документации РФ. Подогрев теплоносителя происходит с помощью промышленных газовых котлов производства ведущих зарубежных и отечественных изготовителей.

Подогрев теплоносителей осуществляется с помощью водогрейного котла, нагрев которого осуществляется при помощи пяти дискретных горелок. Теплоноситель (вода) нагревается до 100–115 °С и подается в теплообменник, где осуществляется передача тепла нагреваемой среде – газу. Затем охлажденный теплоноситель из обратного трубопровода подается на вход водогрейного котла, где цикл повторяется [2].

Значительная проблема блока подогрева газа данной компоновки заключается в малой площади соприкосновения теплообменников с трубой газопровода, а также в дискретности включения газовых горелок, что решается подключением температурных датчиков и внедрении их в общую систему автоматизации.

Для решения проблемы теплообменников было принято решение уменьшить диаметр теплоносителей и увеличить их количество. Исходная площадь соприкосновения была:

$$F = \pi L \frac{d_n + d_{вн}}{2},$$

где F – площадь соприкосновения, L – длина стенки трубки (м), d_n – наружный диаметр стенки трубки, $d_{вн}$ – внутренний диаметр цилиндрической трубки.

$$F = \pi L \frac{d_n + d_{вн}}{2} = \pi \cdot 1100 \frac{80 + 78}{2} = 3456 \text{ мм}^2.$$

Тогда тепловой поток в поверхностном теплообменнике

$$Q = KF\Delta t_{ср},$$

где K – коэффициент теплопередачи, $\Delta t_{ср}$ – средняя разность температур горячего и холодного теплоносителей [4].

Коэффициент теплообменников рассчитывается по формуле

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{г}} + \frac{\delta}{\lambda_{м}} + \frac{1}{\alpha_{пт}}},$$

где $\alpha_{г}$, $\alpha_{пт}$ – коэффициент теплоотдачи со стороны подогреваемого газа и промежуточного теплоносителя, δ – толщина стенки теплообменной трубы, м; $\lambda_{м}$ – коэффициент теплопроводности материала теплообменной трубы [5].

В качестве базового варианта принимаем: в трубное пространство подается типовой теплоноситель (вода), а в межтрубное пространство – природный газ. Значение коэффициента $\alpha_{г}$ составляет приблизительно от 1500 до 2000 и существенно образом повлиять на него не представляется возможным. Термическое сопротивление стенки $\delta/\lambda_{м}$ практически постоянная величина. Очевидно, что основное влияние на величину оказывает коэффициент $\alpha_{пт}$.

Упрощенно можно считать, что основная теплоотдача происходит в теплоносителях путем передачи тепла от поверхности трубок газу. При этом $\alpha_{пт} = 500 \div 600 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С})$, $K = 400 \div 500 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С})$.

В разное время года в Волгоградской области $\Delta t_{ср} = 82 \div 140 \text{ }^\circ\text{С}$. Тогда тепловой поток одной трубки равняется

$$Q = KF\Delta t_{ср} = 500 \cdot 0,003456 \cdot (82 \div 140) = 143 \div 241 \text{ Вт},$$

Теплоносители в блоке подогрева устанавливают в количестве 3 шт ($Q = 429 \div 723 \text{ Вт}$), однако даже таким образом газ не соприкасается с большей частью нагретой воды, из чего следует, что большая часть тепла не передается более холодному теплоносителю (природному газу), а возвращается вместе с водой обратно в котел.

Принимая во внимание все эти параметры, было принято решение об уменьшении диаметра теплоносителей и увеличении их количества до 5-6 трубок. Таким образом, общий тепловой поток станет $Q = 358 \div 604 \text{ Вт}$, что позволит достичь меньших потерь тепла при неизменном давлении в трубках нагревателя.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. АГРС «Урюпинск». Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Сети связи. Раздел 5. – Волгоград: ОАО «Газпром Трансгаз Волгоград», 2013. – 193 с.
2. Григорян, А. Х. Разработка метода повышения эффективности эксплуатации газораспределительных станций / А. Х. Григорян // Газовая промышленность. – Ереван, 2020. – № 1 (795). – С. 88–91.

3. ГРС «Громославка». Проектная документация. Раздел 4. Здания, строения и сооружения, входящие в инфраструктуру линейного объекта. Автоматизация технологических процессов, телемеханизация. Метрологическое обеспечение. – Москва: ОАО «Газпром», 2012. – 93 с.

4. Калишук, Д. Г. Процессы и аппараты химической технологии : учеб.-метод. пособие для студентов специальностей 1-48 01 01 «Химическая технология неорганических веществ, материалов и изделий», 1-48 01 02 «Хи-

мическая технология органических веществ, материалов и изделий», 1-48 01 04 «Технология электрохимических производств», 1-48 02 01 «Биотехнология» / Д. Г. Калишук, Н. П. Саевич, А. И. Вилькоцкий. – Минск : БГТУ, 2011. – 426 с.

5. Хворостян, П. В. Разработка газоводяных теплообменников гпм-тГ для газораспределительных станций / П. В. Хворостян // Вестник Газпроммаша. – Саратов, 2010. – № 4. – С. 79–85.