

А. С. Дунская, Л. М. Теслюк,
Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В СИСТЕМАХ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ ПУТЕМ ВНЕДРЕНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Increasing energy efficiency and energy saving are priority areas in the development of the gas industry in Russia. The article gives a description of the domestic gas air coolers of the old and new generations installed at the compressor stations of the main gas pipelines, and compares the indicators for their energy consumption.

В настоящее время природный газ находится на третьем месте в структуре мирового энергобаланса с долей 24,7 % после нефти (31,2 %) и угля (27,2 %). Россия занимает первое место в мире по запасам газа (19,9 %) и второе место по его добыче (16,6 %) после США (23,7 %) [1]. Развитие газовой отрасли в стране имеет важное значение для обеспечения национальной энергетической безопасности и в качестве одного из источников формирования государственного бюджета от его экспорта.

Совершенствование технологий по снижению текущих затрат на всех операциях при добыче и транспортировке газа повышает экономическую эффективность деятельности субъектов хозяйствования отрасли. Энергосбережение – одна из приоритетных задач в этой сфере. Система охлаждения газа с использованием аппаратов воздушного охлаждения (АВО) на компрессорных станциях позволяет уменьшить энергоемкость магистральных газопроводов. В последние годы доля работающих отечественных АВО увеличилась с 68 % в 2013 году до 75 % в 2019 году. Доля импортных АВО в поставках нового оборудования в 2019 году составляла всего лишь 3 % [2]. С учетом прогнозов развития газовой отрасли потребность в этом оборудовании с годами будет увеличиваться. Поэтому появление АВО нового поколения российских производителей позволит снизить энергопотребление и избежать зависимости от импорта.

В данной работе приведен обзор аппаратов воздушного охлаждения газа, представленных в системе газоснабжения в настоящее время в России, и сравнение показателей их энергоэффективности и энергопотребления.

Основным видом энергии, используемой в системе газоснабжения, является электрическая энергия. Это связано с тем, что при переработке, транспортировке, хранении и распределении природного газа используется различное промышленное оборудование, оснащенное электродвигателями.

В качестве рассматриваемой операции в системе газоснабжения было выбрано транспортирование газа. Исследование проводилось на примере АВО газа отечественного производства – промышленного агрегата, который предназначен для охлаждения газа в технологических процессах газовой промышленности [3].

На российских компрессорных станциях магистральных газопроводов более 80 % установленных АВО представлены отечественными аппаратами типа 2АВГ-75 и аппаратами зарубежного производства *Nuovo Pignone*. Среди АВО нового поколения российских производителей [4–6] можно выделить аппарат АВГ-85МГ, разработанный ЗАО «Гидроаэроцентр». В таблице 1 приведены паспортные характеристики фактически используемого оборудования и оборудования нового поколения с представлением наиболее значимых показателей для ознакомления и дальнейшего анализа.

Таблица 1

Паспортные характеристики аппаратов воздушного охлаждения газа [7]

Наименование показателя	Единица измерения	Тип аппарата (страна изготовитель)		
		2АВГ-75 (Россия)	<i>Nuovo Pignone</i> (Италия)	АВГ-85МГ (Россия)
Рабочее давление	МПа	7,36	7,36	8,34
Число труб в секции/в аппарате	-	180/540	210/420	249/498
Число вентиляторов	-	2	2	6
Диаметр колеса вентилятора	м	5	-	2,7
Мощность электродвигателя	кВт	37	30	6

Для оценки эксплуатации АВО газа использованы средние показатели при нормальных условиях работы и температуре окружающей среды, равной 0°C. Эксплуатационные характеристики магистрального газопровода приведены в таблице 2.

Таблица 2

Показатели работы АВО газа [8]

АВО	Потребляемая мощность, кВт	Температура газа, °С		Атмосферное давление, мм рт. ст.	Плотность газа при н. у., кг/см ³
		на входе АВО	на выходе АВО		
2АВГ-75	37	30	15	760	0,684
АВГ-85МГ	6	30	15	760	0,684

По данным таблиц 1 и 2 проведены расчеты и сделаны выводы по эффективности работы и энергопотреблению двух отечественных аппаратов. Рабочее давление переведено из измерительных единиц МПа в кгс/см². При сравнении рабочего давления в АВО 2АВГ-75, равном 75,05 кгс/см², и в АВГ-85МГ – 85,04 кгс/см² можно сделать вывод, что энергоэффективность оборудования нового поколения выше, несмотря на то, что мощность электродвигателя в АВГ-85МГ ниже в 6,1 раза.

Такое преимущество обусловлено конструктивными особенностями АВГ-85МГ. В отличие от аппарата старого образца, состоящего из трех секций, в которых каждая из секций насчитывает 180 труб, аппарат нового поколения поделён на две секции по 249 труб. Из этого следует, что охлаждение газа происходит быстрее, т. к. одна секция имеет большее количество труб. Увеличение количества вентиляторов в три раза по сравнению с 2АВГ-75 также способствует более интенсивной работе системы охлаждения.

Основным показателем для определения энергопотребления являются затраты электроэнергии на охлаждение газа.

При непрерывной работе одного аппарата воздушного охлаждения газа эти значения рассчитываются по формуле [8]:

$$A_э = K_p \times N_в \times T_в,$$

где $A_э$ – затраты электроэнергии на охлаждение газа, МВт·ч; K_p – количество работающих вентиляторов на всех АВО; $N_в$ – мощность, потребляемая одним электродвигателем, вращающим вентилятор, кВт; $T_в$ – время работы вентиляторов, ч.

Расчеты показали снижение энергопотребления для нового АВО газа на 26 %. Для 2АВГ-75 затраты на электроэнергию в сутки составили 1,176 МВт·ч, для АВГ-85МГ – 0,864 МВт·ч.

Таким образом, можно сделать вывод, что использование оборудования нового поколения АВГ-85МГ позволяет значительно сократить производственные издержки в процессе транспортировки природного газа за счет обеспечения наиболее эффективной системы его охлаждения на компрессорных станциях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Statistical Review of World Energy 2021 / 70th edition [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2021-full-report.pdf> (дата обращения: 27.03.2021).

2. Исследование рынка аппаратов воздушного охлаждения для нефтегазовой отрасли: серьезных потрясений не ожидается [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://www.megaresearch.ru/news_in/issledovanie-rynka-apparatov-vozdushnogo-ohlazhdeniya-dlya-neftegazovoy-otrasli-sereznyh-potryaseniy-ne-ozhidaetsya-156 (дата обращения: 27.03.2021).

3. Системы охлаждения транспортируемого газа на компрессорных станциях // Info KS. – техническое обучение персонала на компрессорных станциях газотранспортных предприятий [Электронный ресурс]. – Режим

доступа : <https://infoks.ru/produkty/tekhnicheskaya-ucheba-material/63-sistemy-okhlazhdeniya-transportiruemogo-gaza-na-kompressornykh-stantsiyakh> (дата обращения: 27.03.2022).

4. Калинин, А. Ф. Оценка эффективности эксплуатации аппаратов воздушного охлаждения газа нового поколения // Территория нефтегаз. – 2018. – № 9. – С. 74–80.

5. Авдеев, Р. Г. Шафиков, Р. Р., Шарипов, М. И., Авдеев Э. Р. Повышение энергоэффективности аппаратов воздушного охлаждения нефтегазовой отрасли совершенствованием методов проектирования и изготовления // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2008. – № 4. – С. 127–132.

6. Хворов, Г. А. Юмашев, М. В., Маланичев, В. А. Анализ энергосберегающих технологий охлаждения газа на основе аппаратов воздушного охлаждения в транспорте газа ПАО «Газпром» // Научный журнал российского газового общества. – 2016. – № 3. – С. 32–37.

7. Технические характеристики аппаратов воздушного охлаждения 2АВГ-75 для природного газа // ТД САРРЗ [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://tdsarrz.ru/produktsiya/apparaty_vozdushnogo_okhlazhdeniya_avo/apparat_vozdushnogo_okhlazhdeniya_2avg-75_2avg-100.html (дата обращения: 28.03.2022).

8. Сендеров, О. А. Оценивание параметров и метрологическая аттестация математической модели аппарата воздушного охлаждения газа / О. А. Сендеров // Радиоэлектроника и информатика. – 2005. – С. 140–144.

Dunskaya A. S., Teslyuk L. M.
Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

**ENERGY SAVING IN THE GAS SUPPLY SYSTEMS THROUGH THE
INTRODUCTION OF INNOVATIVE TECHNOLOGIES**