

Газовая промышленность

сентябрь

09 / 650 / 2010



Резервы энергосбережения в России

Способы утилизации пластовых потерь в подземном хранении газа

Обеспечение безопасности газораспределения и газопотребления

УДК 621.565.945

Современные АВО газа – ресурс энергосбережения в газовой отрасли

А.З. Шайхутдинов (ОАО «Газпром»), **В.А. Лифанов** (НПК «ОйлГазМаш»),
В.А. Маланичев (ЗАО «Гидроаэроцентр»)

В строящиеся газопроводы (СЕГ, Бованенково – Ухта и Сахалин – Хабаровск – Владивосток) заложен ряд принципиально новых для газовой промышленности технических решений. Настоящая статья посвящена реализации нового подхода к созданию отечественных аппаратов воздушного охлаждения (АВО) газа указанных газопроводов, который позволяет повысить энергетическую эффективность данного оборудования и снизить издержки на его монтаж и эксплуатацию. Приведено сравнение характеристик нового оборудования и предшествующего поколения аппаратов.

По мере удаления источников природного газа от его потребителей и необходимости надежного обеспечения растущих объемов поставки природного газа непрерывно возрастают расходы на его транспортировку. Один из факторов снижения этих затрат – повышение энергетической эффективности газотранспортного оборудования и сбалансированности режимов его работы.

Как отмечалось ранее [1–4], активное использование установок охлаждения газа компрессорных станций (УОГ КС) при транспортировке газа по магистральным газопроводам (МГ) позволит снизить расход топливного газа, минимизировать суммарные затраты на топливный газ и электроэнергию и увеличить пропускную способность МГ. Для реализации этих возможностей необходимы аппараты воздушного охлаждения газа, которые отвечают следующим требованиям:

- низкое собственное энергопотребление;
- управляемость тепловыми характеристиками в процессе эксплуатации;
- большой ресурс.

Пути совершенствования АВО газа в целях снижения расхода электроэнергии на их эксплуатацию были намечены в работе [1]. Там на основе проведенных экспериментальных исследований характеристик реальных АВО указывалось на необходимость использования напорных вентиляторных блоков с аэродинамически совершенными рабочими колесами, плавными обводами и

небольшими углами раскрытия диффузоров, максимально возможной горловиной диффузоров и значительным удалением плоскости вращения рабочего колеса от трубного пучка. Кроме того, была отмечена целесообразность снижения массы электродвигателей путем уменьшения их мощности и увеличения их числа. Частично данные рекомендации были реализованы при модернизации аппарата 2АВГ-75, а результаты по снижению энергопотребления приведены в работе [2].

Некоторые из этих предпосылок были реализованы в конструкции головного аппарата АВГ-85МГ по ТУ 3612-330-0501331-2002. Однако в ней не были реализованы возможности повышения эффективности АВО за счет увеличения высоты расположения нижнего среза диффузора относительно уровня земли.

В последнее время было более глубоко изучено влияние расположения вентилятора АВО на его расходные характеристики. На рис. 1 приведены данные этих измерений, а именно: показаны зависимости расхода воздуха q_a от потребляемой одним вентилятором мощности N для одного и того же типа АВГ-МГ, но с различным расположением среза диффузора относительно земли и различными способами установки электродвигателей. Зависимость 1 приведена для УОГ КС Пангоды, где высота расположения среза диффузора находится на уровне 1,5 м от земли, и забор воздуха затруднен коллекторами обвязки. Зависимость 2 приведена

для УОГ КС Волоколамская, где срез диффузора тех же АВО поднят на высоту 2,0 м от земли за счет увеличения строительной высоты фундамента, и АВО разнесены на 1 м друг от друга. Зависимость 3 приведена для блочно-модульного АВГ-МГ (по вновь разработанному ТУ 3612-001-75267471-2008) той же геометрии пучка и вентиляторного блока, где срез диффузора поднят на высоту 2,5 м, и электродвигатель вынесен за пределы горловины диффузора. Из рисунка видно, что каждая новая модификация установки АВО снижает потребление электроэнергии на 20 % при том же расходе воздуха.

К настоящему времени оптимальные решения реализованы в серии АВО типа АВГ-МГ, которые поставляются на СЕГ и МГ Бованенково – Ухта.

Как показывают теоретические и экспериментальные исследования, наибольшее влияние на степень охлаждения газа $\mu_{\text{АВО}}$ в АВО

$$\mu_{\text{АВО}} = \frac{t_{1\text{АВО}} - t_{2\text{АВО}}}{t_{1\text{АВО}} - t_a}$$

где $t_{1,2\text{АВО}}$ – температура природного газа на входе и выходе АВО; t_a – температура

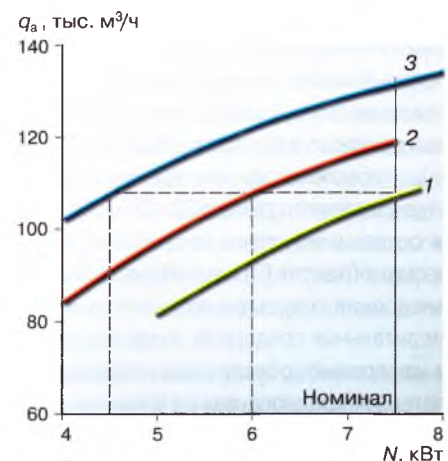


Рис. 1. Влияние установки АВГ-МГ на расходные характеристики вентиляторов:
1 – КС Пангоды; 2 – КС Волоколамская; 3 – КС Бабаевская

атмосферного воздуха, имеет развитая поверхность теплообмена с воздушной стороны. Вторым по значимости фактором является совершенство вентиляторного блока, обеспечивающего подачу охлаждающего воздуха и потребляющего электроэнергию на привод вентиляторов. Эти два фактора главным образом и определяют энергетическую эффективность АВО, а именно: чем больше поверхность теплообмена и чем меньше количество электроэнергии для обеспечения воздушного потока, тем выше степень охлаждения газа при одинаковом энергопотреблении АВО.

Систематические исследования последних лет [1] позволили получить характеристики основных типов АВО в ОАО «Газпром» (таблица).

Тип АВО	Число теплообменных трубок	Кэф-фициент оребрения	Ширина, м
«Хадсон»	582	22	6,6
«Крезо-Луар»	552	20	6,2
2АВГ-75	531	20	6,0
АВГ-МГ	498	20	6,0
«Ничимен»	420	22	6,2
«Нуово-Пиньоне»	420	22	6,4

Зависимости $\mu_{\text{АВО}}(N)$, где N – потребляемая всеми вентиляторами АВО электрическая мощность, $q_{\text{АВО}}$ – расход природного газа через АВО, полученные по измерениям, проведенным в соответствии с СТО Газпром 2-3.5-113-2007 на реально действующих КС, приведены на рис. 2.

Из приведенных данных видно, что наибольшую эффективность имеет АВО типа «Хадсон», отличающийся самой развитой теплообменной поверхностью (в расчете на 1 м трубного пучка). Большая величина теплообменной поверхности у АВО типа «Хадсон» достигается за счет увеличения ширины аппарата. Вторым по эффективности является АВО типа АВГ-МГ, который хоть и имеет в 1,3 раза меньшую теплообменную поверхность, но обладает более эффективным вентиляторным блоком.

В целях дальнейшего совершенствования АВО типа АВГ-МГ был изменен трубный пучок: использовано оребрение с коэффициентом 25 и обеспечен плотный контакт оребрения с несущей трубой. Внедрение этих технологий стало возможно благодаря использованию новых, более пластичных алюминиевых сплавов и предварительной

обработке несущей трубы. Ожидаемый эффект от новых внедрений – снижение потребляемой мощности в 1,3 раза. Поставка АВО с новым оребрением будет идти на МГ Сахалин – Хабаровск – Владивосток, где после пуска газопровода можно будет получить точные количественные характеристики.

В процессе теплогидравлических расчетов и натурных испытаний АВО на КС с различными температурными и гидравлическими режимами эксплуатации было подтверждено, что нецелесообразно жестко придерживаться традиционного габарита трубного пучка, равного 12 м. В ряде случаев целесообразнее перейти на 8-метровую длину, сохранив при этом суммарную (по УОГ) установленную мощность привода, металлоемкость конструкции и занимаемую ею площадь, но получив выигрыш по гидравлическому сопротивлению тракта и, естественно, обеспечивая требуемую глубину охлаждения газа. Технические условия 3612-001-75267471-2008, разработанные взамен устаревших ТУ 3612-330-0501331-2002, позволяют выбрать проектантам оптимальную конфигурацию УОГ, при этом сохраняя для заводов-изготовителей не менее чем 80%-ю унификацию элементов конструкции АВО при производстве.

Высокого ресурса современных АВО типа АВГ-МГ предполагается также достичь за счет повышения ресурса силовых элементов конструкции и облегчения процесса замены остальных элементов (рабочие колеса и электродвигатели).

Для увеличения ресурса силовых элементов приняты следующие меры:

- цинкование стальных элементов;
- повышение жесткости и демпфирующих свойств каркаса АВО.

Исследования вибрационных характеристик первых аппаратов АВГ-85МГ показали, что сварная конструкция аппарата с консольной подвеской электродвигателей обладает слабым коэффициентом затухания вибраций, что приводит к их высоким значениям. В новой конструкции АВО типа АВГ-МГ эта особенность устранена.

Для облегчения замены сменных элементов конструкции их вес сведен к минимуму: 55 кг – у рабочего колеса и 310 кг – у электродвигателя 9 кВт.

Поставка АВО ведется блоками заводской сборки, что обеспечивает контролируемое в заводских условиях качество сборки и

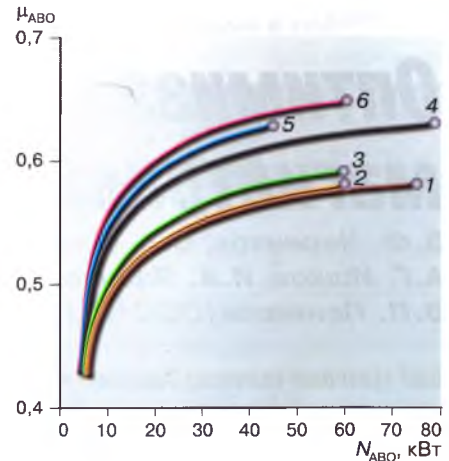


Рис. 2. Тепловые характеристики АВО различных типов:

1 – «Ничимен» (КС Комсомольская); 2 – «Нуово-Пиньоне» (КС Сеченовская); 3 – «Крезо-Луар» (КС Казымская); 4 – 2АВГ-75С (КС Ныдинская); 5 – АВГ-МГ (КС Волоколамская); 6 – «Хадсон» (КС Комсомольская)

минимальные затраты на монтаж АВО на месте.

Конструкция АВО с многовентиляторным блоком позволяет за счет включения и выключения вентиляторов регулировать тепловые характеристики УОГ с точностью 0,2 °С без использования других способов регулировки. Это дает возможность использования САУ АВО как простого, так и более сложного уровня. Встроенная в САУ тепловая характеристика АВО также позволяет диагностировать техническое состояние УОГ и выдавать рекомендации по такому параметру, как необходимость очистки трубного пучка.

Одним из дальнейших путей повышения эффективности использования АВО в системе транспорта газа, по-видимому, является переход на «интеллектуальные» электродвигатели, изменяющие скорость вращения в зависимости от внешнего сигнала, каковым может являться температура охлаждаемого газа, без использования дополнительных устройств.

Список литературы

1. Алимов С.В., Лифанов В.А., Миятов О.Л. Аппараты воздушного охлаждения газа: опыт эксплуатации и пути совершенствования // Газовая промышленность. – 2006. – № 6. – С. 54–57.
2. Алимов С.В., Прокопец А.О., Кубаров С.В. и др. Модернизация вентиляторов АВО газа при реконструкции КС МГ // Газовая промышленность. – 2009. – № 4. – С. 54–56.
3. Аксютин О.Е., Пятибрат А.А., Кубаров С.В., Прохонов А.К. Снижение энергозатрат на охлаждение природного газа в АВО КС // Газовая промышленность. – 2009. – № 2. – С. 74–76.
4. Алимов С.В., Зайцев Е.Г., Кубаров С.В. Экономический подход к охлаждению природного газа на КС МГ // Газовая промышленность. – 2009. – № 3. – С. 46–47.