

Модернизация вентиляторов АВО газа при реконструкции КС МГ

С.В. Алимов (ОАО «Газпром»), **А.О. Прокопец** (ООО «Газпром трансгаз Югорск»),
С.В. Кубаров (ОАО «Газпром»), **В.А. Маланичев** (ЗАО «Гидроаэроцентр»),
Е.В. Устинов (ЗАО «Газмашпроект»)

Совершенствование диффузоров и рабочих колес позволяет повысить КПД вентилятора и тем самым расширить возможности существующих блоков аппаратов воздушного охлаждения (АВО), в том числе и экономить электроэнергию. Использование частотно регулируемых электроприводов дает возможность поддерживать температуру газа на выходе блока АВО с минимальными для данной модификации АВО энергозатратами при условии работы всех вентиляторов блока.

Развивающаяся экономика России требует непрерывного роста поставок природного газа, который добывается во все более отдаленных районах страны. Это приводит к росту затрат и на добычу «голубого топлива», и на его транспортировку, в связи с чем Газпром разворачивает широкий спектр работ по снижению издержек на транспортировку газа.

Одним из направлений является повышение характеристик газотранспортного оборудования за счет внедрения технологий, ставших доступными в последнее время в связи с активным внедрением новых материалов и микропроцессорной техники.

В [1] был предложен экономический подход к охлаждению природного газа на компрессорных станциях (КС) магистральных газопроводов (МГ). В качестве критерия глубины охлаждения газа в аппа-

ратах воздушного охлаждения (АВО) выбрано условие минимума затрат на транспортировку газа по МГ (сравниваются в денежном выражении дополнительные затраты электроэнергии на привод вентиляторов АВО предыдущей КС и экономия энергоресурсов на привод ГПА следующей КС). Оптимизация режимов охлаждения газа в АВО должна осуществляться в двух направлениях. Во-первых, для конкретного типа АВО необходимо подобрать вентилятор с максимальным КПД. В настоящее время такие вентиляторы разработаны ЗАО «Гидроаэроцентр» для всех типов АВО. Во-вторых, следует обеспечить возможность настраивать АВО на требуемый режим охлаждения.

Мероприятия по обоим направлениям активно внедряются в ООО «Газпром трансгаз Югорск» при модернизации наиболее распространенного типа АВО – 2АВГ-75. По первому направлению модер-

низации АВО – повышению эффективности вентиляторного блока – удалось существенно повысить КПД. Чтобы пояснить полученные результаты, рассмотрим особенности конструкции блоков отечественных АВО газа на КС МГ. АВО газа установлены группами по 12–14 аппаратов, и нижний срез диффузора расположен одновременно близко к земле и к выбросу теплого воздуха над секциями АВО (на высоте 2,3–2,5 м – полдиаметра вентилятора), т. е. одновременно близко к земле и к выбросу теплого воздуха над секциями АВО. При включении всех вентиляторов проявляются два эффекта такого плотного и низкого расположения АВО: расходные характеристики вентиляторов падают из-за сужения фронта забора воздуха [2]; возникает частичная рециркуляция теплого воздуха (рис. 1).

В результате возникновения рециркуляции, согласно проведенным замерам, температура охлаждающего воздуха становится на 2–3 °C выше температуры окружающей среды. Кроме того, сама конструкция диффузора имеет острую кромку, что, как показала визуализация, приводит к срыву с него воздушного потока; концевые части лопастей находятся в аэродинамической тени и практически не работают (рис. 2).

С целью снижения рециркуляции и предотвращения срыва воздушного потока устанавливаются коллекторы плавного входа (КПВ), которые увеличивают расход холодного воздуха и снижают его температуру на входе в АВО на 1–2 °C из-за увеличения строительной высоты между забором холодного воздуха и выбросом теплого. При этом расстояние от среза диффузора до земли становится еще меньше и возникает необходимость принятия компромиссного решения о высоте КПВ.

С целью улучшения характеристик рабочего колеса вентилятора устанавли-

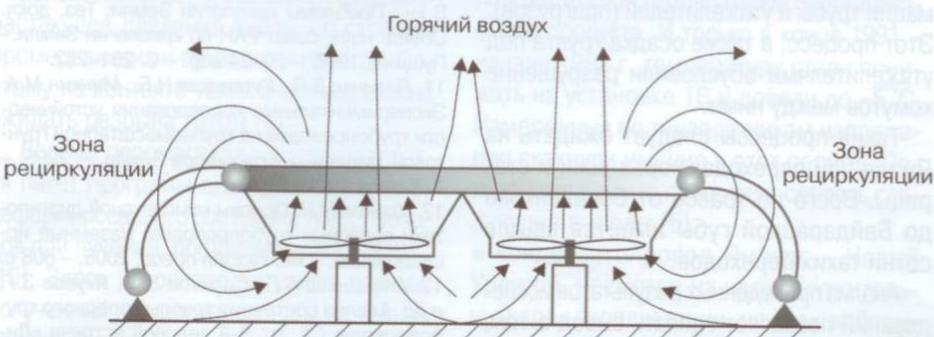


Рис. 1. Схематическое изображение рециркуляции теплого воздуха через теплообменные секции АВО

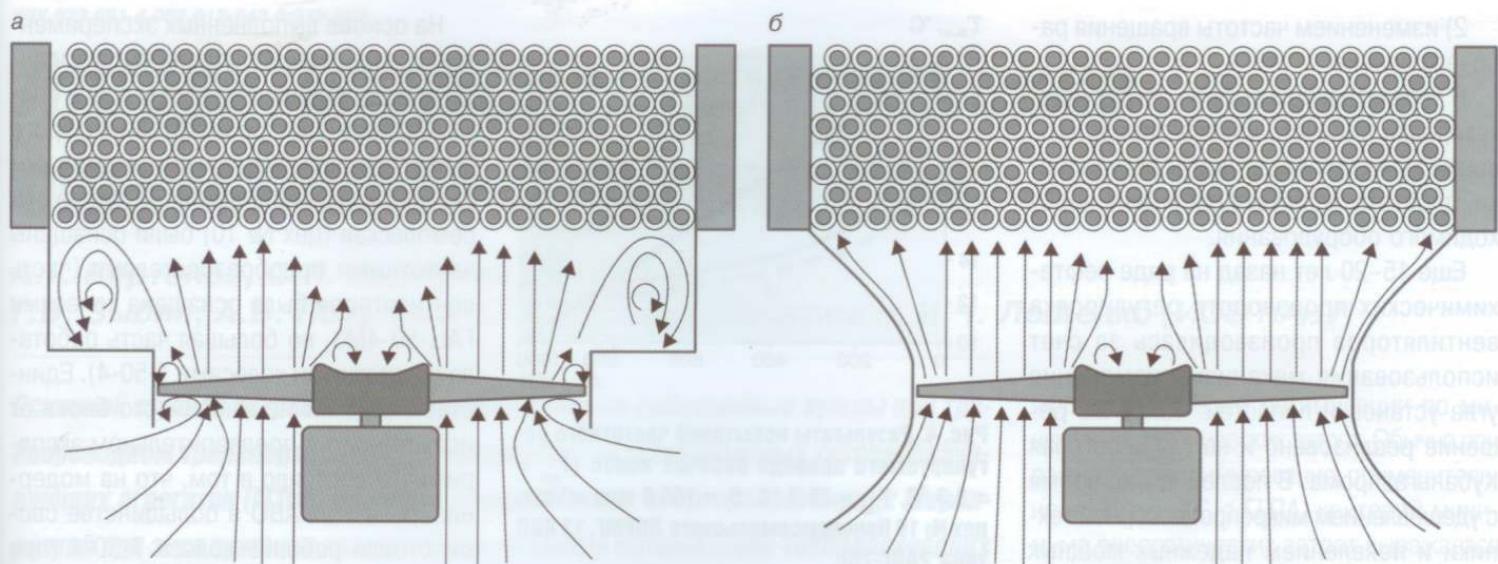


Рис. 2. Срыв воздушного потока с острого края стандартного диффузора (а) и плавный вход воздуха в коллектор у диффузора с плавными обводами (б)

ваются композитные рабочие колеса – ГАЦ-50-4М3. Эти колеса специально разработаны под данный АВО газа с установкой КПВ. Их отличие от штатных металлических колес Т-50-4 и УК-2М состоит в том, что в них использован аэродинамический профиль с высокими характеристиками и по длине лопасти имеют существенно переменные ширину и крутизну. Такой формы позволило добиться использования стеклопластиковой технологии при изготовлении лопастей. Сравнительные испытания показали большую эффективность рабочего колеса ГАЦ-50-4М3 с КПВ по сравнению с рабочим колесом Т-50-4 с штатным диффузором (рис. 3).

В результате при модернизации 2АВГ-75 достигается 40%-я экономия электроэнергии при том же расходе воздуха (ИП-1223-10-03) или возможность на 15 % увеличить расход воздуха при номинальной нагрузке электродвигателя. Таким образом, возникает большая возможность для маневрирования глубины охлаждения природного газа, т. е. установка лопастей рабочего колеса на больший угол и обеспечение большей глубины охлаждения газа в АВО или установка лопастей рабочего колеса на меньший угол и экономия электроэнергии в больших объемах, чем на штатных колесах.

По второму направлению модернизации АВО – настройке блока АВО газа на необходимый режим охлаждения – внедрен новый принцип регулировки, основанный на изменении частоты вращения вентиляторов. До последнего времени

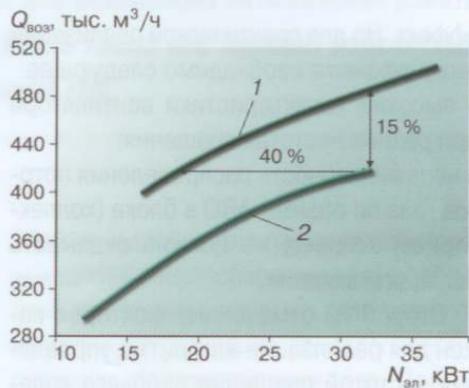


Рис. 3. Сравнительные испытания рабочего колеса ГАЦ-50-4М3 с коллектором плавного входа (1) и штатного рабочего колеса Т-50-4 (2) с штатным диффузором

изменение глубины охлаждения газа в АВО достигалось включением-отключением вентиляторов. Кроме того, как правило, весной и осенью производится перестановка углов атаки, что, в первую очередь, связано с сезонными колебаниями плотности и температуры воздуха.

При поаппаратном отключении вентиляторов практически пропорционально числу работающих вентиляторов изменяется величина суммарной потребляемой электроэнергии и температурный перепад газа на блоке АВО. Дискретность регулировки температуры газа составляет при этом от 0,5 °С летом и до 1 °С зимой, что вполне достаточно для потребностей эксплуатации.

Такая пропорциональная зависимость обусловлена тем, что количество теплоты, отнятой у газа, W_r пропорционально поверхности теплообмена F :

$$W_r = \alpha F(t_r - t_b),$$

и при отключении вентилятора фактически отключается теплообменная поверхность (с точностью до более слабых конвективных воздушных потоков). Из приведенной зависимости видно, что охлаждение газа также пропорционально коэффициенту теплоотдачи α , который, как следует из результатов физических экспериментов, пропорционален скорости воздушного потока v_b , обдувающего трубы с текущим газом, в степени 0,8:

$$\alpha \sim v_b^{0.8} \sim N_{\text{эл}}^{0.26}.$$

Скорость воздушного потока при постоянном КПД вентилятора зависит как кубический корень от мощности привода ($\sqrt[3]{N_{\text{эл}}}$), и, следовательно, коэффициент теплоотдачи α пропорционален мощности привода в степени 0,26. Это значит, что, согласно теории, при отключении одного из, например, 24 вентиляторов, мы снижаем теплосъем и охлаждение газа на 4 %, а при регулировке всех вентиляторов при снижении теплосъема на 4 % мы достигнем 15%-го снижения энергопотребления. Поэтому с позиции экономии энергозатрат гораздо эффективнее регулировать температуру газа на выходе блока АВО не отключением части вентиляторов, а регулировкой расхода воздуха при всех работающих вентиляторах. Данная регулировка может производиться двумя способами:

- 1) изменением угла атаки лопастей рабочего колеса;

2) изменением частоты вращения рабочего колеса.

В окончательном выборе способа регулировки рабочего колеса определяющими являются надежность регулировки, простота эксплуатации и цена необходимого оборудования.

Еще 15–20 лет назад на ряде нефтехимических производств регулировка вентиляторов производилась за счет использования механизма изменения угла установки лопастей. Такое же решение реализовано и на КС Береговая Кубаньгазпрома. В последнее же время с ущемлением микропроцессорной техники и появлением надежных мощных транзисторов шире используется управление частотой вращения электродвигателя. При этом, кроме регулировки подачи воздуха на теплообменные секции АВО, также реализуется функция плавного пуска, которая снижает пусковые токи на электродвигателе, тем самым увеличивая ресурс электродвигателя и предотвращая негативное влияние пусковых режимов на электросеть [3].

В дополнение к этому при использовании частотного регулирования с помощью встроенных датчиков преобразователя можно непрерывно отслеживать состояние электропривода вентилятора АВО.

Из приведенных простых теоретических оценок следует, что от изменения частоты вращения рабочего колеса при постоянном использовании всех вентиляторов может быть получен экономический

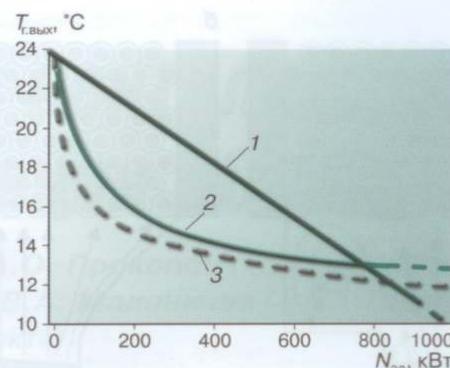


Рис. 4. Результаты испытаний частотного регулируемого привода рабочих колес ($T_{\text{вых}} = 3,3^{\circ}\text{C}$, $T_{\text{раб}} = 25,7^{\circ}\text{C}$, $Q_r = 105,6 \text{ млн м}^3/\text{сут}$, цех № 10 Новокомсомольского ЛПУМГ, 12 АВО типа 2АВГ-75):

1 – поаппаратное отключение АВО, эксперимент; 2 – частотное регулирование, эксперимент; 3 – то же, расчет

эффект. Но для практической реализации этого эффекта необходимо следующее:

- высокие характеристики вентилятора при разных частотах вращения;
- неравномерность распределения потоков газа по разным АВО в блоке (коллекторный эффект) не должна оказывать большого влияния.

Второй из отмеченных факторов важен для реализации алгоритма управления частотой вращения рабочего колеса, так как на практике подстраивать в режиме реального времени частоты вращения всех вентиляторов цеха на КС под неопределенные газовые потоки достаточно сложно.

На основе выполненных экспериментов и стендовых испытаний было проведено моделирование работы всего блока АВО, все электродвигатели которого были оснащены частотными преобразователями. Все АВО газа на КС Новокомсомольская (цех № 10) были оснащены частотными преобразователями (часть вентиляторов была оснащена колесами ГАЦ-50-4М3, но большая часть работала со штатными колесами Т-50-4). Единственное отличие выбранного блока от испытанного в предварительном эксперименте состояло в том, что на модернизированных АВО в большинстве своем стояли рабочие колеса Т-50-4 (при эксперименте – ГАЦ-50-4М3).

Эксперимент (рис. 4) показал, что полученная при расчетах качественная зависимость сохраняется, но потребление электроэнергии несколько выше. Скорее всего, это связано с более низким КПД рабочих колес Т-50-4.

Список литературы

1. 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.
2. Алимов С.В., Лифанов В.А., Миатов О.Л. Аппараты воздушного охлаждения газа: опыт эксплуатации и пути совершенствования// Газовая промышленность. – 2006. – № 6. – С. 54–57.
3. Аршакян И.И., Тримбак А.А. Повышение эффективности работы установок охлаждения газа как важный фактор экономии энергоресурсов// Газовая промышленность. – 2006. – № 12. – С. 52–55.

Новости отрасли

Внедрение систем телемеханики

ООО «Газпром трансгаз Томск» проводит работы по реконструкции и техническому перевооружению автоматических систем управления и телемеханики газотранспортной системы.

Программа телемеханизации Омского ЛПУ разбита на два этапа. Первый этап включает: реконструкцию пяти газораспределительных станций (ГРС) и оснащение их системами автоматического управления; интеграцию двух ГРС с существующими системами управления в общую сеть телемеханики; монтаж 15 контрольных пунктов линейной части с установкой на них блоков-боксов и размещением в них оборудования системы СТН-300. Первым этапом предусмотрено также развертывание диспетчерского пункта на производственной базе.

Реализация второго этапа программы запланирована на 2009 г. и будет включать реконструкцию шести ГРС и монтаж 11 контрольных пунктов линейной части.

В 2008 г. телемеханизация газотранспортной системы «Газпром трансгаз Томск» достигла 46 %. Это в 10 раз превысило показатели 2005 г. Телемеханикой оборудованы объекты Новосибирского ЛПУ. Продолжается внедрение новых систем управления в Барабинском и Омском ЛПУ. В декабре 2008 г. введена в действие КС Омская, оснащенная комплексом программно-технических средств, который позволяет дистанционно контролировать состояние газоперекачивающих агрегатов и управлять процессом сжатия газа, а также всеми вспомогательными процессами (электроснабжение, водоснабжение, обнаружение пожара и загазованности).

Р. Колесников, по материалам службы по связям с общественностью ООО «Газпром трансгаз Томск»