

***Теленков Евгений Анатольевич,***

*студент магистратуры;*

***Научный руководитель – Пищухин Александр Михайлович,***

*д-р техн. наук, профессор,*

*ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет»,*

*г. Оренбург, Россия*

## **ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ АППАРАТОВ ВОЗДУШНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ НА ГАЗОПЕРЕКАЧИВАЮЩИХ АГРЕГАТАХ**

Газоперекачивающие агрегаты компрессорных станций являются базой и основой магистральных газопроводов. Именно они определяют показатели надежности и энергоэффективности транспорта газа, а также его себестоимость у потребителей. Электроприводы газоперекачивающих агрегатов и аппаратов воздушного охлаждения комплектуются синхронными двигателями, которые являются в основном нерегулируемыми. Данные синхронные двигатели обладают большим физическим и моральным износом. При этом имеют свои специфические особенности и перспективы развития, обусловленные параметрами режимов и характера нагрузки, а также возможностями новой техники и технологий.

***Ключевые слова:*** газоперекачивающий агрегат, синхронный двигатель, аппараты воздушного охлаждения, энергосбережение, модернизация.

***Evgenij A. Telenkov,***

*master's student;*

***Scientific adviser – Aleksandr M. Pishchukhin,***

*doctor of technical Sciences, Professor,*

*FSBEI HE "Orenburg state University",*

*Orenburg, Russia*

## **WAYS TO IMPROVE ELECTRIC DRIVES OF AIR COOLING DEVICES ON GAS PUMPING UNITS**

The main technological units of main gas pipelines are gas-pumping units of compressor stations, which determine the reliability and energy efficiency of gas transport, as well as its cost

price for consumers. Electric drives of gas-pumping units and air-cooling devices are equipped with synchronous motors that are mostly unregulated and are operated with great physical and moral wear. They have their own specific features and prospects for development, due to the parameters of the modes and nature of the load, as well as the possibilities of new equipment and technologies.

**Keywords:** gas-pumping unit, synchronous motor, air-cooling devices, energy saving, modernization.

Для экономии энергии при использовании определенного режима эксплуатации магистральных газопроводов (МГ) мы можем максимально использовать их пропускную способность, так называемую газоперекачку, но при этом по минимуму затрачивая энергию на компримирование, транспортировку и охлаждение газа [1–3]. Во многом этот режим обусловлен работой компрессорных станций (КС). Происходит то, что подача газа и его потребление осуществляется неравномерно в течение суток, месяца, года, даже несмотря на то, что существует сеть подземных газохранилищ и разветвленная структура газотранспортных систем Единой системы газоснабжения. За длительный период существования и развития в ОАО «Газпром» построено свыше 160 тысяч км МГ с 4 тыс. КС.

Для уменьшения затрат мощности КС на перекачку газа, увеличения пропускной способности газопровода и экономии энергоресурсов необходимо стабилизировать максимальное расчетное давления газа в трубопроводе, также необходимо снижать температуру перекачиваемого газа с помощью его охлаждения или использования газопроводов большего диаметра с очисткой внутренней полости трубопровода.

Развитие ГПА было стремительным, но в то же время сложным. Все время старания были направлены на то, что бы совершенствовалось трубопроводное оборудование, технологии компримирования. Новые пути развития также были связаны с применением новых принципов управления и использованием нового приводного оборудования. В настоящее время на предприятиях ОАО «Газпром» и зарубежных топливно-энергетических

комплексах эксплуатируются все известные типы ГПА, разработанные по стандартным проектам.

Изотермический процесс – это процесс, когда вся энергия, подведенная к центробежному нагнетателю, расходуется на работу по совершению сжатия. Данный процесс является идеальным для компримирования. Но на деле процесс не проходит без тепловых и других потерь, поэтому необходимо, чтобы процесс сжатия сопровождался процессами охлаждения. Процесс охлаждения – это прямой путь к экономичности производства сжатого газа. Законы термодинамики гласят, что энергетические затраты на сжатие уменьшаются, когда присутствует охлаждение. Но вместе с плюсами есть и минусы. Требования процесса охлаждения газа бывают очень затратные, и эти затраты сопоставимы с энергетическим выигрышем от охлаждения.

Охлаждение газа возможно двумя способами. Непосредственно во время сжатия или чередуя, сначала сжатие, затем охлаждение. Наиболее распространен второй, или, как еще его называют, многоступенчатый или отдельный способ охлаждения газа [4].

Использовать водяные теплообменники необходимо лишь при понижении температуры газа ниже  $+50^{\circ}\text{C}$ . Недостатки открытых водооборотных систем перечисленными позициями А и Б:

А. Высокая стоимость охлаждающей воды, определяемая следующими факторами:

1) капитальные вложения на градирни, насосные станции, станции водоподготовки и подпитки, водопроводы;

2) затраты энергии на прокачку, подъем и разбрызгивание воды в градирнях;

3) затраты на постоянно действующую систему водоподготовки и подпитки циркулирующей воды взамен (примерно 2% расхода). Эту воду необходимо очищать от механических примесей, обессоливать с помощью химических реактивов;

4) затраты на ремонт и обслуживание градирен и водопроводов.

Б. Нестабильность характеристик компрессоров, оснащенных открытыми водооборотными системами. В течение времени от 2 до 5 лет снижение производительности достигает от 25 до 30%, удельное энергопотребление при этом возрастает на величину от 10 до 15%. Это связано с отложением накипи, загрязнением теплопередающих поверхностей, приводящим к повышению термического сопротивления и, как следствие, к росту температуры газа на выходе теплообменников.

Кроме того, происходит круглый год коррозия и обмерзание в зимнее время, любая «мокрая» градирня – это высокая нагрузка на основание.

Поэтому наиболее эффективно и экономично использовать системы на базе агрегатов воздушного охлаждения. При проектировании систем охлаждения на основе технико-экономического анализа устанавливают оптимальное количество агрегатов воздушного охлаждения и оптимальную температуру, до которой необходимо производить охлаждение. В рассматриваемом технологическом процессе данные температуры составляют: плюс 60°С после первой ступени нагнетателя и плюс 80°С после второй.

Хладогентом в этих газоохладителях является окружающий воздух, прокачиваемый через теплообменники вентиляторами. Низкий уровень теплоотдачи воздуха, по сравнению с водой, приводит к увеличению площади теплообмена, т. е. к увеличению габаритных размеров и металлоемкости агрегатов.

Предельная температура, до которой теоретически можно охладить газ, стремится к температуре воздуха, однако реальная температура обычно выше как минимум на величину от 1 до 3°С, но это не является критичным недостатком. По регламенту необходимо охлаждать газ до плюс 60°С, а уличная температура в летний период поднимается до плюс 40°С. При повышении температуры выше 40°С применяют два способа предварительного охлаждения: форсуночное и пленочное.

Управление и регулирование мощности отвода тепла в агрегатах воздушного охлаждения производится за счет изменения производительности вентиляторов, т. е. изменения расхода воздуха.

На современном этапе существует три способа регулирования расхода воздуха:

- дискретное включение и выключение определенного числа вентиляторов (секций);
- изменение угла атаки лопастей вентилятора;
- изменение частоты вращения вентилятора.

Первый способ регулирования является наиболее простым, но он обладает существенными недостатками, связанными с частыми пусками и остановками электродвигателей, – повышенный износ, большой расход электроэнергии.

Второй способ не обладает указанными недостатками первого способа регулирования. Поскольку расход воздуха прямо пропорционален углу атаки лопастей вентилятора. Регулируют угол атаки лопастей вентилятора пневматическим исполнительным механизмом, встроенным в головку вентилятора.

Данный способ регулирования не получил широкого распространения из-за низкой надежности исполнительного механизма. Частые отказы и, как следствие, остановки оборудования привели к отказу от данной схемы регулирования.

Третий способ находит в настоящее время все большее распространение. Разработка преобразователей частоты на силовых транзисторах позволяет создавать достаточно надежные и безотказные системы регулирования частоты вращения вентиляторов [5].

Из выше сказанного можно сделать вывод, что для удовлетворения потребностей в энергоэффективности, обеспечивающих надежное и оптимальное функционирование электродвигателей, требуется внедрение новой техники:

1. Преобразователей частоты с инвариантным автоматическим регулированием скорости электродвигателя АВО для стабилизации оптимальной температуры газа на выходе из ГПА в условиях действия внешних возмущений технологического и климатического характера.

2. Системы электромагнитного подвешивания валов и роторов электродвигателей.

3. Программно-аппаратный комплекс системы оперативного мониторинга и прогнозирования технического состояния электродвигателей с применением технических средств интеллектуальных датчиков, нейроконтроллеров и перспективой перехода к принципам технического обслуживания и ремонтов по фактическому состоянию оборудования.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пужайло А. Ф. Энергосбережение и автоматизация электрооборудования компрессорных станций : монография. В 3 томах / А. Ф. Пужайло, С. В. Савченков, Е. А. Спиридович [и др.]; под редакцией О. В. Крюкова – Нижний Новгород : Вектор ТиС, 2010–2012. – Текст : непосредственный.
2. Пужайло А. Ф. Энергосбережение в агрегатах компрессорных станций средствами частотно-регулируемого электропривода / А. Ф. Пужайло, О. В. Крюков, И. Е. Рубцова. – Текст : непосредственный // Наука и техника в газовой промышленности. – 2012. – № 2. – С. 98–106.
3. Крюков О. В. Анализ и техническая реализация факторов энергоэффективности инновационных решений в электроприводных турбокомпрессорах / О. В. Крюков. – Текст : непосредственный // Автоматизация в промышленности. – 2010. – № 10. – С. 50–53.
4. Берман Я. А. Системы охлаждения компрессорных установок / Я. А. Берман, О. Н. Маньковский, Ю. Н. Марр, А. П. Рафалович. – Ленинград : Машиностроение, 1994. – С. 65–69. – Текст : непосредственный.
5. Квитницкий А. Ю. Технико-экономическое обоснование применения частотно-регулируемого электропривода для установок воздушного охлаждения. ЗАО «Санкт-Петербургская электротехническая компания». – Санкт-Петербург, 2012. – С. 132–140. – Текст : непосредственный.