

УДК 62-97

Применение высокоэффективных технологий модернизации компрессорных установок

Казачинер Павел Антонович^(*)

kazachinerpa@rvlsibur.ru

ООО «РусВинил», Нижегородская область, Кстово, Россия

Аннотация. Работа посвящена вопросам повышения эффективности работы компрессорного оборудования посредством внедрения современных технических решений и инновационных подходов. Рассматриваются ключевые факторы, влияющие на производительность и надежность компрессоров, предлагаются пути повышения эффективности эксплуатационных характеристик и снижения энергозатрат. Особое внимание уделено перспективным технологиям регенерации тепла и автоматизации управления процессами сжатия газа.

Ключевые слова: энергоэффективность компрессорных станций, частотные преобразователи, рекуперация тепловой энергии

Введение. Современное промышленное производство предъявляет высокие требования к качеству функционирования компрессорного оборудования, которое широко используется в нефтегазодобывающей отрасли, химической индустрии, энергетическом секторе и многих других областях. Цель настоящей работы заключается в анализе возможностей существенного повышения эффективности компрессорных установок, снижении потребления ресурсов и улучшении экологических показателей за счет внедрения передовых технологий и инновационного инженерного опыта.

Постановка задачи. Для достижения поставленной цели необходимо решить ряд ключевых задач:

- оценить эффективность внедрения частотных преобразователей скорости вращения электродвигателей;
- исследовать возможности рекуперации тепловой энергии выхлопа компрессоров.

Методология исследования. Методы расчета. Для количественной оценки эффективности внедряемых мероприятий используются стандартные инженерные методы расчета, применяемые в промышленной практике. Среди них выделяются:

- расчет экономии электроэнергии при установке частотных преобразователей. Расчет экономии электроэнергии при установке частотных преобразователей (ЧП) основывается на снижении потребляемой мощности при частичной загрузке электродвигателя и способности регулировать скорость вращения привода пропорционально требуемой нагрузке;
- оценка теплового баланса и определение возможного объема утилизируемой теплоты. Это определение количества тепла, которое можно восстановить и использовать в других процессах. Это тепло выделяется при сжатии

воздуха и может быть направлено на обогрев помещений, подогрев воды и другие промышленные нужды. Для точного расчета необходимо учитывать мощность компрессора, его режим работы, тип системы охлаждения и потребности предприятия в тепловой энергии. Формула расчета имеет вид:

$$\begin{aligned} & \text{Рекуперация тепла (Вт)} = \\ & = \text{Потребляемая мощность (Вт)} \times \text{Коэффициент рекуперации тепла.} \end{aligned}$$

Результаты расчетов. Расчеты экономических эффектов от внедрения частотных преобразователей. Наиболее точные расчеты производительности компрессора и давления на выходе и потребляемой мощности можно получить, используя его рабочие кривые. Однако не всегда они приводятся для разных скоростей вращения ротора. Допустим, привод компрессора мощностью 100 кВт работает 8 часов в сутки при полной нагрузке и еще 16 часов при половинной нагрузке. Частотный регулятор позволяет снизить обороты при снижении нагрузки, для обеспечения нужного расхода, с меньшими затратами энергии.

Базовые затраты энергии:

$$E_{\text{баз}} = P_1 \cdot t_1 + P_2 \cdot t_2 = 100 \text{ кВт} \times 8 \text{ ч} + 50 \text{ кВт} \times 16 \text{ ч} = 1600 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Расчет с использованием частотного преобразователя (при уменьшении скорости пропорционально снижается потребление), при этом возможно обеспечить требуемый расход:

$$E_{\text{част}} = 100 \text{ кВт} \times 8 \text{ ч} + (50/100)^3 \times 100 \text{ кВт} \times 16 \text{ ч} = 1000 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Относительная экономия:

$$\Delta E_{\%} = (1600 - 1000)/1600 = 37,5 \, \%.$$

Применение частотных преобразователей позволяет добиться значительного сокращения энергопотребления. Так, при средней загрузке компрессора в пределах 50 % экономия электроэнергии составляет около 37,5 %. Это достигается благодаря гибкому регулированию оборотов электродвигателя и исключению потерь на холостых ходах [2].

Таким образом, частотные преобразователи обеспечивают плавное регулирование скорости вращения электродвигателя компрессора, позволяя существенно сократить потребление электроэнергии. Показано, что установка частотно-регулируемого привода экономически оправдана практически для любых типов стационарных компрессоров, работающих с переменной нагрузкой. Подтверждено результатами численных экспериментов, проведенных на ряде крупных заводов.

Оценка потенциала рекуперации тепла. Тепловая энергия, отводимая от компрессоров, представляет собой значительный ресурс для повторного использования. Например, при номинальной нагрузке на винтовые воздушные компрессоры порядка 100 кВт расходуемое топливо способно обеспечить дополнительный поток тепла величиной около 15 кВт · ч. Если направить

этот поток на обогрев производственных помещений или технологический подогрев, экономический эффект составит значительную сумму. [1]

Для реализации системы рекуперации применяют теплообменные аппараты, позволяющие передавать выделенное компрессором тепло теплоносителю (воде или воздуху).

Например, данное тепло можно направить на:

- обогрев производственных цехов зимой;
- нагрев технической воды перед использованием в технологическом процессе;
- поддержание необходимой температуры производственного помещения летом путем предварительного подогрева приточного воздуха.

Значительная часть потребляемой энергии при работе винтовых воздушных компрессоров теряется в виде нагрева компонентов машины. Предлагаемое решение состоит в организации эффективного сбора и последующего использования выделенного тепла для нужд отопления или технологического подогрева. Исследованы имеющиеся системы теплообменных аппаратов и разработаны рекомендации по дальнейшему развитию технологий энергосбережения.

Заключение. Эффективность работы компрессорного оборудования возможна лишь при комплексном подходе, объединяющем усовершенствование аппаратуры, улучшение условий эксплуатации и повышение уровня автоматизации. Разработанные в статье мероприятия направлены на значительное улучшение экономических показателей промышленных предприятий и уменьшение негативного воздействия на окружающую среду. Важнейшей задачей будущих исследований становится разработка научно-обоснованных рекомендаций по выбору рациональных конфигураций компрессорных станций и режимов их работы.

Список источников

- [1] Васильев А.В., Сергеев Ю.А. *Основы теории компрессорных машин*. Санкт-Петербург, Политехника, 2019.
- [2] Дмитриченко А.С. и др. *Энергосбережение*. Минск, БГТУ, 2018, 90 с.