

## Энергосберегающая модернизация

*Из комплекса серьезных проблем, стоящих перед холодильной отраслью, своей остротой выделяются две: нехватка складов, особенно низкотемпературных, и техническая отсталость оборудования.*



Что касается нового строительства, то, думается, резкий рост его объемов в ближайшее время маловероятен. Учитывая кризис, возможность появления его «второй волны» и последствия, которые будут ощущаться еще достаточно продолжительное время. Поэтому сегодня, даже с учетом того, что в перспективе новое строительство часто оказывается более выгодным, наиболее вероятным представляется путь модернизации имеющихся холодильных складов и производств. При этом можно ограничиться малозатратными решениями, которые тем не менее позволяют приблизить уровень промышленных холодильных мощностей к современным требованиям.

### Экономия на запуске и остановке

К таковым решениям, без сомнения, относятся меры по повышению энергоэффективности оборудования. По оценкам специалистов, эффективность использования электрической энергии в России в 6 раз ниже, чем в Японии, в 3—4 раза ниже, чем в Европе, более чем в 2 раза ниже, чем в США и в 1,4 раза ниже, чем в Индии и Китае. По мнению многих специалистов, на сегодня известны и применяются на практике различные способы оптимизации потребления электроэнергии компрессором и связаны они с регулированием его холодопроизводительности.

Обычно при оценке целесообразности применения того или иного способа учитывают не только энергопотребление (холодильный коэффициент), но и стоимость выбранного решения, эксплуатационную надежность оборудования и др. К достаточно простому и малозатратному решению модернизации холодильного компрессора, не требующего вмешательства в его конструкцию, стоит отнести метод пусков и остановок. Он применим как к отдельному компрессору, так и к нескольким, работающим параллельно. Иногда такие параллельные компрессоры монтируются на одной раме и имеют общий всасывающий и нагнетательный коллектор. Регулированием производительности управляет контроллер, который включает в работу необходимое количество компрессоров в нужной последовательности.

Сегодня многими фирмами предлагаются системы и отдельные элементы автоматики, которые можно применить при модернизации. В их числе контроллеры серии АК фирмы Danfoss, предназначенные для управления системами охлаждения, а также регулирования производительности компрессоров и конденсаторов. Модель АК РС 840, кроме управления производительностью, может информировать и о режимах работы. Этот контроллер спроектирован для управления: только компрессорами, только конденсаторами, компрессорами и конденсаторами, двумя группами компрессоров и конденсаторов. Контроллер АК РС 840 также имеет дополнительные функции:

управление компрессорами различной мощности, регулирование скорости вращения двигателя одного компрессора, управление большим количеством компрессоров и др.

Сравнительно малозатратным окажется и способ экономии электроэнергии посредством применения устройств плавного пуска. Известно, что во время запуска двигателя возникают очень высокие всплески тока, которые могут более чем в 15 раз превышать номинальное значение. Софт-стартеры (другое название устройств плавного пуска) экономят электроэнергию и защищают оборудования от аварий. Такие устройства выпускают фирмы Siemens, Solcon, AuCom, «Веспер» и др.

Известно, что в конце 90-х годов минувшего века производители отечественного холодильного оборудования серьезно сдали свои позиции. Сегодня намечаются перемены к лучшему, в частности ведутся работы над созданием современного холодильного оборудования. Тем не менее энергорасточительная старая техника продолжает не только эксплуатироваться, но и выпускаться. Именно она особенно нуждается в модернизации в целях повышения надежности и снижения энергоемкости.

Оборудование можно модернизировать как силами самих предприятий, так и специализированных. Например, ООО «Холодкомпрессор-М», где совершенствуют агрегаты Московского и Черкесского заводов холодильного машиностроения, Читинского машиностроительного завода, казанских и пензенских компрессоростроителей. Модернизированные машины оснащены системой автоматики, которая обеспечивает все виды защиты от аварийных ситуаций, контроль основных параметров и сигнализацию при отклонении их от заданных значений, автоматическое регулирование холодопроизводительности и, в конечном счете, экономию электроэнергии.

### **Плюс частотное**

В настоящее время одним из способов сокращения потерь электроэнергии в производстве вообще и в холодильном компрессорном хозяйстве в частности становится применение сравнительно простых и, следовательно, относительно недорогих преобразователей частоты, удобных для наладки. Большинство преобразователей частоты могут быть легко внедрены в уже существующие установки. При этом считается, что высокая экономичность регулирования и относительно низкая стоимость оборудования обеспечивает минимальный срок его окупаемости (6–12 месяцев).

Способ изменения производительности за счет частотного регулирования универсален, потому что применим для всех типов холодильных компрессоров — и поршневых, и винтовых, и спиральных, и менее распространенных в пищевой индустрии — центробежных.

К тому же частотное регулирование не исключает возможности использовать их совместно со ступенчатым. В этом случае один компрессор имеет плавную регулировку частоты вращения с помощью частотного преобразователя, а остальные включаются ступенчато. Это позволяет плавно регулировать холодопроизводительность централи от минимальной до максимальной и экономить до 40% электроэнергии при пуске и примерно 25% — во время работы.

Для того чтобы потребителю не осложнять себе жизнь проблемами правильного подбора частотного преобразователя и двигателя, некоторые производители холодильных компрессоров монтируют их в едином блоке. Считается, что решение, основанное на использовании двигателя и частотного регулятора одного производителя, способствует

гармонизации системы в целом, оптимизации возможностей всех устройств, входящих в состав компрессорной установки. Характерным примером сбалансированной конструкции являются компрессорно-конденсаторные агрегаты с частотным регулированием и интеллектуальным управлением Ecostar фирмы Bitzer. Эти агрегаты созданы на основе зарекомендовавших себя поршневых компрессоров Octagon. Самая младшая модель оснащена двухцилиндровым компрессором, другие модели — четырехцилиндровыми.

Серия агрегатов охватывает диапазон холодопроизводительности от 7 до 24 кВт при максимальной частоте вращения (рабочая частота 87 Гц) в зависимости от хладагентов и области применения. При использовании электродвигателя 230 В/3/50 Гц можно плавно регулировать частоту вращения вала четырехцилиндровых компрессоров (при напряжении сети 400 В/3/50 Гц) в диапазоне 25... 87 Гц (двухцилиндровых — 30... 87 Гц). Это соответствует частоте вращения вала компрессора 725 (870)... 2520 об./мин. Таким образом, достигается плавное регулирование производительности в диапазоне 30 (35)... 100%.

Плавность регулирования предотвращает механические перегрузки компрессора, которые возникают при работе в режиме пуск-остановка. Энергетические потери, вызванные неизбежными колебаниями давления всасывания в нерегулируемых компрессорах, снижены до минимума.

Эти компрессорно-конденсаторные агрегаты оснащены контроллерами фирмы Lodam (входит в Bitzer Group). Ключевой особенностью установленного контроллера является активный контроль области рабочих параметров компрессора. В зависимости от нагрузки и температуры окружающей среды компрессор и вентиляторы конденсатора выходят на оптимальную частоту вращения и таким образом обеспечивают необходимую холодопроизводительность и оптимальные температуры кипения и конденсации для выбранной рабочей точки.

Контроллер постоянно отслеживает состояние оборудования и вмешивается в его работу, если достигаются предельные значения параметров. В результате предупреждаются многие потенциальные сбои прежде, чем они приведут к отключению агрегата. Так, при загрязнении конденсатора повышается давление конденсации. А контроллер своевременно распознает это и плавно увеличивает частоту вращения вентиляторов конденсатора, чтобы поддержать требуемую холодопроизводительность. Если же этого недостаточно, то контроллер уменьшает частоту вращения вала компрессора до восстановления стабильной работы. Несмотря на то что агрегат работает не на полную мощность, он продолжает производить холод, так как полное отключение может привести к порче охлажденных продуктов.

Преобразователь частоты, жестко связанный с компрессором, встроен в крышку электродвигателя. По сравнению с монтажом инвертора на клеммной коробке такое жесткое соединение предотвращает возникновение вибрации и одновременно позволяет охлаждать силовую электронику всасываемым газом. Благодаря этому можно отказаться от внешней вентиляции инвертора и, следовательно, от технического обслуживания теплоотводящих поверхностей и, возможно, необходимых вентиляторов.

В ООО «Современные холодильные технологии „Велис-Холод“» создан малорасходный центробежный компрессор Explotex, который может работать на большинстве экологически безопасных хладагентов. Мощность компрессора составляет от 5 до 500 кВт, а частота вращения — от 12000 до 48000 об./мин. По мнению

разработчиков при создании компрессора благодаря использованию термодинамического цикла с двойным дросселированием удалось существенно снизить энергопотребление и повысить холодильный коэффициент. Увеличился КПД, снижена стоимость производства, повышена герметичность и т. д.

По данным производителя, миниатюризация центробежного компрессора стала возможной благодаря использованию специального высокоскоростного электродвигателя, скорость которого регулируется и контролируется статическим преобразователем частоты. Двигатель может работать на частотах вращения до 1200 Гц.

В двигатель вмонтирован термодатчик, который автоматически отключает компрессор, если температура обмоток статора превышает 105°C, и перезапускает компрессор, когда обмотки остывают до 70°C.

Вал ротора плавает на «подушке» циркулирующего хладагента, который заодно выполняет функции смазки и обеспечивает длительный срок жизни центробежного компрессора при минимальном сервисном обслуживании. В более крупных моделях холодильных центробежных компрессоров, которые работают на скоростях вращения до 24000 об./мин., используются прецизионные керамические подшипники качения с консистентной смазкой. Они также требуют минимального сервисного обслуживания и имеют продолжительный срок службы.

Холодильные центробежные компрессоры являются полугерметичными, что дает возможность их вскрыть и отремонтировать. Однако они полностью уплотняются во время работы, и не имеют утечек хладагента при эксплуатации.

Степень сжатия хладагента контролируется скоростью вращения ротора. Для температуры от —10 до +10°C применяют один компрессор с двумя ступенями сжатия, а от —10 до —35°C — два последовательно установленных компрессора (четыре ступени сжатия).

### **Возможны варианты**

На практике возможны и другие варианты сочетания компрессора и инвертора. Например, система плавного регулирования частоты EFC компании Vosk — опция для полугерметичных компрессоров серии Pluscom. Сам преобразователь частоты компактно устанавливается на компрессор и легко настраивается. Регулирование осуществляется при помощи датчика давления, который установлен на всасывании. Область регулирования выбирается индивидуально для каждой установки, адаптируя холодопроизводительность компрессора к реальной нагрузке на испаритель. Экономия электроэнергии — до 25%.

Сегодня потребитель может модернизировать оборудование с помощью частотных преобразователей, созданных не только компрессорными фирмами, а специализированными компаниями, как отечественными, так и зарубежными.

Большинство современных преобразователей по способам преобразования похожи, так как ведущие производители следят за достижениями друг друга и заимствуют лучшее. Часто выходные каскады выполняются на IGBT-транзисторах в качестве ключей (которые по сравнению с тиристорами имеют высокую частоту переключения, более качественно воспроизводят синусоиду и меньше «шумят»), преобразователи имеют множество функций благодаря мощному процессору и развитому интерфейсу, оборудуются дисплеем и пультом программирования (часто съемным), сетевым фильтром.

На российском рынке широко представлены преобразователи для создания частотно-регулируемых электроприводов: европейских фирм ABB, Danfoss, Emotron, Siemens, Schneider, японской Omron, отечественных ОАО «Электровыпрямитель», ЗАО НТЦ «Приводная техника», ЗАО «ПромАвтоматика» и др.

[www.prodindustry.ru](http://www.prodindustry.ru)