



Общество с Ограниченной Ответственностью

Электротекс-ИН

Регулируемый электропривод

Разработка и производство

Применение преобразователей частоты и устройств плавного пуска в компрессорном оборудовании

AN-ETX002

версия 2.0

*Содержание настоящего руководства не
может копироваться без согласования с
ООО «Электротекс-ИН»*

1 Общие сведения

Компрессоры, как и многое другое оборудование, выбираются с некоторым запасом по производительности исходя из пиковых потребностей в сжатом воздухе и снижением производительности по мере износа компрессора. В реальных же условиях загрузка компрессора составляет в среднем от 50 до 70% от номинальной. Эти цифры справедливы для всех типов компрессоров. Избыточная производительность устраняется одним из следующих способов:

- периодический сброс избыточного давления через предохранительный клапан;
- отключение двигателя компрессора;
- отключение муфты, передающей момент от двигателя к компрессору (переход в режим «холостой ход»).

Такие способы регулирования производительности не являются экономически эффективными. Так, в случае работы по циклу «нагрузка»-»разгрузка» не происходит снижения потребляемой двигателем мощности.

В случае работы компрессора по циклу «нагрузка»-»холостой ход» или «нагрузка»-»холостой ход»-»остановка» происходит периодический нагрев и охлаждение воздуха в компрессоре, вызывающие адиабатические процессы и снижение КПД компрессора. При пуске компрессора возникают большие пусковые токи, что приводит к ограничению допустимых пусков компрессора в течение часа.

Для решения этих и многих других проблем компрессоры оснащаются преобразователями частоты или устройствами плавного пуска.

Проблема	Предлагаемое решение	Результат
Высокие пусковые токи требуют применения кабелей большего сечения. Токковые перегрузки вызывают просадки напряжения в сети, сбои в работе контактной аппаратуры и ее преждевременный выход из строя.	Применение устройств плавного пуска или преобразователей частоты позволит существенно снизить вплоть до полного устранения токковые перегрузки и ударные механические перегрузки, возникающие при пуске двигателей.	Увеличение срока службы контактной аппаратуры, двигателя и компрессора, снижение расходов на ремонт.
Выход компрессора из строя при попадании хладагента на его винт.	Функция защиты от перегрузки позволяет своевременно определить недопустимый рост нагрузки и осуществляет аварийный останов компрессора.	Предупреждение выхода компрессора из строя, увеличение срока службы и сокращение расходов на ремонт.
При работе компрессора в режиме разгрузки или холостого хода возникают дополнительные потери электроэнергии и излишняя нагрузка на оборудование. Наличие избыточного давления увеличивает потери электроэнергии.	Регулирование давления с использованием ПИД-регулятора, встроенного в преобразователь частоты обеспечивает изменение частоты вращения двигателя в зависимости от требуемого режима. При этом устраняется избыточное давление, сокращается время работы компрессора в режимах разгрузки и холостого хода, оптимизируется потребление электроэнергии.	Снижение потребляемой электроэнергии, оптимизация технологического процесса. Снижение затрат на эксплуатацию и ремонт оборудования.
Нарушение технологического процесса при обрыве ремня привода компрессора.	Функция защиты от потери нагрузки обеспечивает постоянный контроль уровня нагрузки и осуществляет аварийный останов компрессора при снижении нагрузки ниже допустимого уровня.	Предупреждение выхода компрессора из строя, увеличение срока службы и сокращение расходов на ремонт.

2 Применение преобразователей частоты

Применение преобразователей частоты для управления компрессорами обеспечивает:

- полное устранение токовых перегрузок двигателя и исключение проскальзывания ремней
- снижение потребляемой электроэнергии на 20-60% благодаря исключению сброса избыточного давления через предохранительный клапан (каждая 1 атмосфера избыточного давления в среднем увеличивает энергопотребление на 6-8%)
- автоматическое поддержание давления в пневмосети с точностью до 0,1 атм.

Сравнение энергопотребления компрессоров с различными способами регулирования приведено на рисунках 1 и 2.

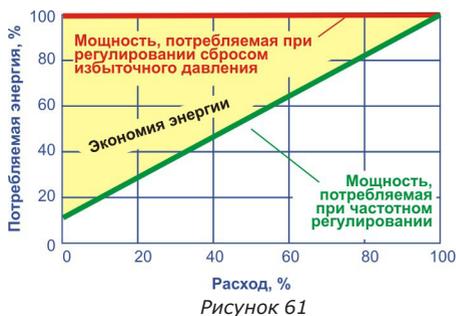


Рисунок 1

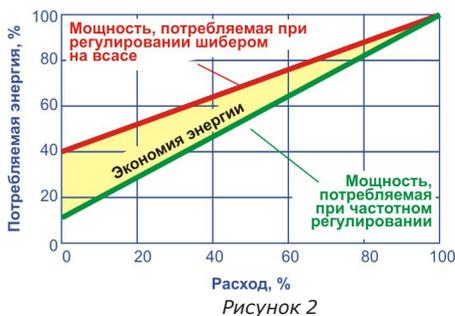


Рисунок 2

Преобразователь частоты не заменяет контроллера компрессорной установки, а работает «в паре» с ним.

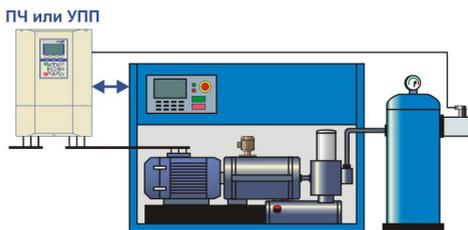


Рисунок 3

Как работает такая система? Преобразователь частоты контролирует давление в пневмосети и регулирует скорость вращения двигателя (повышает при снижении давления ниже требуемого и снижает при превышении). В случае если даже разгон двигателя до максимальной скорости не приводит к росту давления до требуемого значения, компрессор продолжает работать с максимальной производительностью (все равно поделать в такой ситуации ничего нельзя - она означает, что потребление сжатого воздуха выше производительности компрессора). Наоборот, если даже торможение электродвигателя до 25% максимальной скорости все равно не останавливает рост давления, то система управления компрессором переводит его в режим холостого хода (закрывает клапан всасывания) при достижении давлением максимального значения. Затем, когда давление упадет до минимального (а ведь может быть, что потребляющее оборудование вообще отключили), система управления компрессором опять включает режим нагрузки, а управление скоростью вращения передается преобразователю частоты.

Рассмотрим экономический эффект на примере винтового компрессора с номинальным давлением 9 атм и двигателем мощностью 55кВт, работающим в системе с давлением батм. При годовой наработке 4000часов можно получить следующую экономию:

- за счет минимизации времени холостого хода 17600кВт*ч
- экономия за счет устранения избыточного давления и снижения утечек воздуха 52800кВт*ч

Итого – сэкономлено 70400кВт*ч, или 32% по сравнению с нерегулируемым компрессором.

Однако, для получения экономического эффекта от применения регулируемого электропривода необходимо учитывать режим эксплуатации компрессорного оборудования.

Статистика применения компрессоров с преобразователями частоты показывает следующие данные:

Кол-во предприятий	Режим работы	Экономия энергии
64%	большое потребление воздуха в дневные смены, слабое потребление в выходные дни	29%
28%	нет потребления воздуха в выходные, потребление сильно меняется в течение дня	38%
8%	постоянное потребление воздуха на уровне 60% от максимальной производительности	14%

Как видно, наибольший эффект при использовании преобразователей частоты достигается только на тех предприятиях, где потребление существенно меняется в течение дня. Там, где оно более-менее постоянно и соответствует номинальной производительности компрессора, экономический эффект существенно ниже. В отдельных случаях применение преобразователей частоты и вовсе не дает снижения энергопотребления, например, когда компрессор может производить до 100 м³/мин, а потребление колеблется в диапазоне 94...97 м³/мин.

3 Применение устройств плавного пуска

Там, где применение преобразователей частоты экономически неэффективно, может быть оправдана установка устройств плавного пуска. Их стоимость в несколько раз меньше стоимости преобразователей частоты. Применение устройств плавного пуска для управления компрессорами позволяет:

- существенно снизить пусковые токи и устранить возникающие при пуске просадки напряжения в питающей сети
- исключить проскальзывание ремней в ременных передачах.

Особенно актуально применение устройств плавного пуска в компрессорах с большим моментом инерции механизма (например, с малым создаваемым давлением, но большой подачей воздуха).

В том случае, если на предприятии используется несколько компрессоров, работающих на одну пневмосеть и широкое колебании потребления воздуха целесообразно оснащение одного из компрессоров преобразователем частоты, а остальных – устройствами плавного пуска.



Рисунок 4

4 Особенности применения ПЧ и УПП в компрессорной технике

Рассмотренные варианты применения преобразователей частоты и устройств плавного пуска применимы ко всем типам компрессоров. Однако следует учитывать некоторые особенности.

- 1) Если компрессор не оборудован независимой системой смазки, то обязательно необходимо уточнить допустимый диапазон частоты вращения двигателя, при котором будет обеспечиваться нормальное давление в масляной системе компрессора. Особенно это актуально для поршневых и роторных компрессоров.
- 2) При снижении частоты вращения ухудшаются условия охлаждения двигателя с помощью встроенного вентилятора охлаждения. Поэтому при необходимости длительной работы компрессора с частотой вращения двигателя ниже 30Гц рекомендуется устанавливать дополнительный независимый вентилятор охлаждения.
- 3) Для поршневых компрессоров применимость преобразователей частоты и устройств плавного пуска зависит от конструкции компрессора, количества и схемы расположения поршней. Необходимы ответы на следующие вопросы.
 - как осуществляется пуск - на нагруженный или на разгруженный компрессор? Если на нагруженный, то потребуется большой запас по току на преобразователе (т.е. преобразователь частоты завышается по мощности) и надо очень тщательно подбирать настройки преобразователя. Пуск с помощью УПП возможен только при разгруженном компрессоре.
 - как происходит останов - на нагруженном или на разгруженном компрессоре? На практике не получалось пока сделать нормальный останов; происходит снижение частоты до 20-25Гц и соответственно частичная разгрузка компрессора, а затем преобразователь «бросал» двигатель на самовыбег.
- 4) В поршневых компрессорах может возникнуть необходимость установки дополнительных тормозных сопротивлений для обеспечения нормальной работы преобразователя частоты.
- 5) Пуск компрессоров с использованием устройств плавного пуска может потребовать токовых перегрузок до 3...5Inom (для сравнения - перегрузка при прямом пуске от сети достигает 6...7 Inom), т.е. не достигается существенное снижение пусковых токов. Однако при этом устраняются механические удары в муфтах и ременных передачах.
- 6) Успешный пуск компрессора с использованием устройств плавного пуска возможен только при отсутствии в механизме несбалансированных масс, вызывающих пульсации момента нагрузки в процессе разгона. Особенно это актуально для поршневых компрессоров.

Как уже говорилось, ни преобразователь частоты, ни устройство плавного пуска не могут заменить непосредственно контроллер компрессора, обеспечивающий связанную работу всех подсистем компрессора. Поэтому рекомендуется использовать согласованные схемы подключения устройств регулируемого электропривода к компрессорному оборудованию. Здесь тоже есть особые моменты. Преобразователи частоты и устройства плавного пуска являются сложными электротехническими изделиями и вносят в систему некоторый фактор риска. Поэтому для тех объектов, где остановка компрессора при возникновении неполадок в преобразователе или устройстве плавного пуска является недопустимой, необходимо предусматривать в схеме возможность работы напрямую от сети.