



Обзор инверторов для ЧРП

# Управляющий универсал

В предыдущих частях обзора преобразователей частоты для электропривода были представлены решения по их применению в насосных станциях и системах вентиляции. В данной статье описаны возможности ЧРП в компрессорном оборудовании и в приводах перемещений для производственных и складских систем

Александр ТЕПЛОВ

ANNOTATION

Inverter for variable frequency electric drives.

На многих отечественных предприятиях сегодня работают мощные поршневые компрессорные установки с производительностью от нескольких десятков до сотен кубических метров в минуту. При этом очевидно, что использование изношенного за десятилетия компрессорного парка приводит к огромным потерям электроэнергии.

К непроизводительным затратам, обусловленным физическим и моральным старением оборудования, а также потерями из-за утечек в трубопроводах, добавляются расходы на постоянные ремонты поршневых компрессоров, содержание многочисленного обслуживающего персонала, организацию оборотного водоснабжения (большинство поршневых компрессоров имеют водяное охлаждение). Все эти факторы приводят к значитель-

ным финансовым затратам, которые оказывают существенное влияние на себестоимость продукции, выпускаемой заводом. Да и сам принцип централизованного обеспечения сжатым воздухом уже давно считается во всем мире безнадежно устаревшим.

## Эффект автономии

Решением этих проблем, как известно, является широкое внедрение в промышленное производство винтовых компрессоров. Именно после их появления на рынке стал возможен переход к децентрализованной системе обеспечения сжатым воздухом. Компактные, бесшумные, почти не требующие материальных затрат на монтаж винтовые компрессоры практически полностью вытеснили поршневые в диапазоне производительности от 1 до 100 м<sup>3</sup>/мин.

Годовой экономический эффект от перехода к децентрализованной системе, по подсчетам осуществлявших такой переход заводов, составляет десятки тысяч гривен при окупаемости проекта переоснащения компрессорного парка всего за два года (только отказ от единой заводской пневмосистемы и переход к локальной внутрицеховой сам по себе позволяет сэкономить значительные средства).

### Суммируем вклады

Следующим шагом в развитии энергоэффективных технологий стала разработка в середине 90-х годов прошлого столетия винтовых компрессоров с частотно-регулируемым приводом (ЧРП). Современный ЧРП состоит из асинхронного двигателя и преобразователя частоты (инвертора). Электрический двигатель преобразует электрическую энергию в механическую и приводит в действие винтовую пару. Преобразователь частоты (ПЧ) управляет скоростью вращения вала электрического двигателя и преобразует переменный ток одной частоты в переменный ток другой частоты. А название «частотно-регулируемый электропривод» объясняется тем, что регулирование скорости вращения двигателя осуществляется изменением частоты напряжения питания, подаваемого на двигатель от преобразователя частоты.

Регулируемые электроприводы на базе ПЧ нашли широкое применение в различных отраслях промышленности. В частности, в насосах дополнительной подкачки систем водо- и теплоснабжения они обеспечили сбережение от 20 до 30 % электроэнергии. Внедрение частотного привода в компрессоростроении обусловило получение аналогичных преимуществ по сравнению с оборудованием, не использующим ЧРП.

Известно, что при пуске обычного асинхронного электродвигателя пусковые токи превышают номинальные более чем в четыре раза, что приводит к перегрузке сети и ограничению количества допустимых включений компрессора в течение часа. Компрессор же с регулируемой производительностью сжатого воздуха запускается в работу плавно, соответственно и число операций пуска у него меньше. ЧРП поддерживает постоянное рабочее давление в системе

с точностью до 0,1 бар и практически мгновенно реагирует на изменение давления в трубопроводной сети. А ведь известно, что каждый избыточный бар давления нагнетания увеличивает энергопотребление компрессора на 6–8 %.

Такие проекты уже реализованы на ряде предприятий, и благодаря им получена существенная экономия электроэнергии.

Отметим, что компрессор с частотным приводом имеет смысл внедрять только после приведения в по-

### Частотно-регулируемый привод обеспечивает точное соответствие производительности компрессора реальной потребности в сжатом воздухе, что вносит самый значительный вклад в энергосбережение

И, наконец, самый весомый вклад ЧРП в экономию электроэнергии — точное соответствие производительности компрессора реальной потребности в сжатом воздухе. В результате исключаются дорогостоящие периоды холостого хода, во время которых асинхронный двигатель винтового компрессора потребляет электроэнергию, не производя сжатый воздух.

### Условия экономии

У частотно-регулируемого привода существуют и другие достоинства при работе с компрессорным оборудованием (особенно если их правильно использовать). Например, очень перспективным является направление, заключающееся в работе компрессора с частотным приводом в паре с винтовым компрессором.

рядок и оптимизации пневмосистемы предприятия — именно в этом случае он даст заметный экономический эффект (очевидно, что ни один даже самый совершенный компрессор не залатает «дырки» в пневмосети предприятия). К тому же существенную экономию можно получить лишь при изменении нагрузки от 20 до 60 % в течение рабочей смены, а при нагрузке свыше 80 % экономия электроэнергии уже не так заметна.

### Управляющее трио: распределение полномочий

Среди последних новинок, появившихся недавно на украинском рынке ЧРП, — преобразователи частоты производства германской компании Lenze ([www.lenze.com](http://www.lenze.com)) серии 8400. Заложенная в этой линейке концеп-



ция выбора оптимальной платформы с четко определенной функциональностью (версии BaseLine, StateLine и HighLine) упрощает поиск подходящего инвертора для каждого приводного механизма с оптимальным соотношением «цена/возможности».

Среди основных свойств всех этих версий ПЧ — простота подключения, программирования и обслуживания. Кроме того, компания Lenze также предлагает полнофункциональные приводные системы с согласованием работы различных мотор-редукторов в одной системе.

Преобразователи частоты серии 8400 характеризуются перегрузочной способностью до 200 % и допустимой температурой окружающей среды до +45 °C (даже в таких жестких условиях эксплуатации не происходит уменьшения мощности). Поэтому они относятся к устройствам с повышенной надежностью, не требующим охлаждения в монтажных шкафах при высоких температурах внутри них, в результате чего обеспечивается существ-



**Благодаря тому, что инверторы версии 8400 HighLine имеют встроенную функцию табличного позиционирования, внешний контроллер осуществляет лишь функцию контроля за процессом позиционирования, но не решает задачи преобразования и пересчета табличных (заданных) значений в абсолютные перемещения и положения энкодера**

#### СПРАВКА

## Слагаемые экономичности

Сравнительный анализ работы винтового компрессора с электродвигателем мощностью 60 кВт и максимальным давлением 10 бар (загруженным на 70 % при годовой наработке 4000 часов) и того же устройства с частотным регулированием приводит к следующим результатам в пользу ЧРП:

- за счет минимизации времени холостого хода в ЧРП достигается экономия электроэнергии примерно 48 000 кВт·ч (60,82 % от общей экономии – ОЭ);
- благодаря отсутствию потерь вследствие разгрузки внутренней системы компрессора (ресивера воздушно-масляного сепаратора)

также снижается потребление электроэнергии на 806,4 кВт·ч (1,02 % от ОЭ);

- исключение «перекачки» пневмосистемы по давлению позволяет сберечь 15 120 кВт·ч электроэнергии (19,16 % от ОЭ);
- минимизация утечек из пневмосистемы сберегает 5400 кВт·ч (6,84 % от ОЭ);
- замена ременной передачи на прямую («электродвигатель – муфта – винтовой блок») уменьшает энергозатраты на 9600 кВт·ч (12,16 % от ОЭ).

Суммарная годовая экономия электроэнергии составит 78 926 кВт·ч, то есть ЧРП обеспечивает 33 % экономии электроэнергии.

венная экономия затрат при эксплуатации ПЧ, их инсталляции и контроле.

Преобразователи частоты версий StateLine и HighLine дополнительно поддерживают тепловую оптимизацию шкафов, в которые устанавливаются приводы с вынесением радиатора охлаждения за пределы шкафа (или опционально без радиатора).

Инверторы серии 8400 выпускаются как в однофазном, так и в трехфазном исполнениях в стандартной линейке мощностей до 2,2 кВт. В настоящее время серии StateLine и HighLine производятся для трехфазных двигателей мощностью до 11 кВт (планируется расширение диапазона мощностей до 55 кВт).

Инверторы версии BaseLine используются как преобразователи частоты со скалярным регулированием скорости вращения вала электродвигателя или с векторным бездатчиковым управлением. Эти инверторы специализированы для использования в непрерывных процессах, таких как приводы конвейеров, насосов и вентиляторов. По функциональности и режимам работы BaseLine — внутриуровневые устройства, предназначенные в первую очередь для управления механизмами со сравнительно невысокой мощностью.

Инверторы версии StateLine рекомендуются для автоматизированных систем складирования, экструдеров и других приводов линейных перемещений. Для таких приложений, управляемых программируемыми логическими контроллерами, обычно используются стандартные асинхронные двигатели со средней динамикой.

Основным требованием для приводов этой линейки является плавное безрывковое управление с S-кривыми разгона/замедления с точностью позиционирования порядка нескольких миллиметров. Преобразование энергии производится в генераторном режиме к тормозному резистору и с прямым управлением тормозом.

Версии инверторов StateLine и HighLine также имеют варианты исполнения с платами управления с защитным покрытием для использования в агрессивных средах (дополнительно планируется введение функции «Безопасный останов»).

Подключения преобразователей частоты серии 8400 по сетевым шинам, таким как, например, ProfiBus, Ethernet, Powerlink, EtherCAT и ProfiNET, могут быть произведены с помощью сменных модулей. Стандартным встроенным компонентом этих инверторов является шина CANopen.

ПЧ версии HighLine в дополнение к возможностям устройств StateLine имеют встроенную функцию табличного позиционирования. Благодаря этому внешний контроллер осуществляет лишь функцию контроля за процессом позиционирования и не решает задачи преобразования и пересчета табличных (заданных) значений в абсолютные перемещения и положения энкодера. Эти преобразователи частоты рекомендуются для таких приложений, как поворотный стол, системы дозирования, а также для циклических систем, которые должны обеспечивать отработку большого количества строго определенных перемещений. 