

# Частотные преобразователи **Allen-Bradley PowerFlex**



История образования торговой марки Allen-Bradley берет свое начало в 1903 году, когда Линд Бредли (Lynde Bradley) и Сэнтон Аллен (Dr. Stanton Allen) совместными усилиями основали Compression Rheostat Company. Но уже в 1909 году фирма была переименована в соответствии с фамилиями основателей – Allen-Bradley. Благодаря качеству продукции объемы продаж неустанно росли, и компания быстро смогла завоевать международный рынок. В результате взаимного согласия и на основании подписанного соглашения в 1990 году несколько предприятий во главе с Allen-Bradley объединились в концерн Rockwell Automation. Сегодня Allen-Bradley является мировым лидером в области автоматизации производства.

ООО «Сумма Технологий», г. Санкт-Петербург

В условиях рыночной экономики минимизация производственных расходов является одной из важнейших задач предприятий различных отраслей. К оборудованию, способному решить подобную проблему, безусловно, относятся частотные преобразователи. Одним из ведущих мировых поставщиков данного оборудования является американская компания Rockwell Automation, которая производит преобразователи частоты под торговой маркой Allen-Bradley PowerFlex. В прошедшем 2010 году оборот Rockwell Automation составил около пяти миллиардов долларов. По состоянию на 2011 год количество реализованных частотно-регулируемых приводов PowerFlex седьмой серии превысило 260 тысяч штук. Каждую неделю по всему миру поставляется более 1000 частотных преобразователей PowerFlex. По темпам роста продаж компания является мировым лидером, при этом в США преобразователи частоты Allen-Bradley PowerFlex продаются в больших количествах, чем любого другого производителя. По данным опроса авторитетных журналов в области автоматизации (Control Global,

Control Engineering, Control Design, Chemical Processing), частотные преобразователи PowerFlex производства Rockwell Automation пользуются наибольшей популярностью среди специалистов во многих странах.

Благодаря высокому качеству и гибкости исполнения частотные преобразователи Rockwell Automation используются в различных отраслях и имеют положительные рекомендации таких компаний с мировым именем, как Ford, Hyundai, Toyota, BP, ExxonMobil, Seagate Technology, Coca-Cola, M&M Mars, Nestlé, PepsiCo, Tetra Pak, Colgate-Palmolive, Procter&Gamble, Henkel, L'Oréal, Johnson&Johnson, а также многих других.

В России и странах СНГ преобразователи частоты Allen-Bradley работают не один десяток лет и установлены в различных отраслях:

- ▶ Добывающая промышленность: ОАО «ГМК» Норильский Никель», АК «Алроса», ОАО «Белкалий».
- ▶ Энергетика: ТГК-3, ТГК-4, ТГК-9.
- ▶ Металлургическая и металлообрабатывающая промышленность:

ООО «Русал», ОАО НЛМК, ОАО «Корпорация ВСМПО-АВИСМА», ООО «ЕвразХолдинг», ООО «Алкоа-Рус», ООО «Уралмаш».

▶ Нефтехимическая и нефтегазовая промышленность: ОАО «Газпром», ОАО «Лукойл», ОАО «Роснефть», ОАО «Татнефть».

Все больше предприятий выбирают частотно-регулируемые приводы Rockwell Automation благодаря их высокому качеству и широким предоставляемым возможностям.

## Недостатки механического регулирования оборотов ротора

Управление крутящим моментом двигателя посредством механических устройств не снижает пусковой ток двигателя и обладает малым диапазоном регулирования. Это обуславливает высокую себестоимость по сравнению с преобразователями частоты, которые лучше адаптированы под частые перегрузки.

Частотные преобразователи подключаются непосредственно к двигателю, что позволяет исключить применение дополнительных механизмов. Также при необходимости преобразователь частоты может

временно повысить скорость выше номинальной, в отличие от механического регулирования скорости, которое обычно ограничивает ее диапазон и сужает возможности в выборе режима функционирования электродвигателя.

#### Классификация частотных приводов Allen-Bradley PowerFlex

Низковольтные частотные приводы Allen-Bradley подразделяются на две серии – PowerFlex 4xx и PowerFlex 7xx. PowerFlex 4xx выпускаются в диапазоне мощностей от 0,2 до 250 кВт и поставляются в минимальной базовой комплектации, что обеспечивает их низкую стоимость по сравнению с другими моделями. Все частотные преобразователи PowerFlex 4xx поддерживают регулирование Вольт/герц, а ЧРП PowerFlex 40, 40P поддерживает и бездатчиковое векторное управление. При этом включение в заказ дополнительных опций позволит успешно решать большинство задач, не требующих применения энкодера. Для применения преобразователей частоты PowerFlex 4xx в составе автоматизированных систем управления предусмотрена опциональная установка плат, поддерживающих распространенные протоколы: EtherNet/IP, Profibus DP, Modbus RTU, ControlNet, BACnet, DeviceNet, LonWorks, DF1. Одной из наиболее ходовых моделей является PowerFlex 400, которая содержит встроенные макросы для управления насосами и вентиляторами.



▲ PowerFlex 40, 40P поддерживает и бездатчиковое векторное управление



▲ Частотный преобразователь Powerflex 753

Преобразователи частоты серии 7xx являются одной из самых последних разработок Rockwell Automation и отличаются поддержкой всевозможных методов управления асинхронными двигателями, а также наличием большого спектра различных опций, направленных на оптимизацию, повышение качества и безопасности технологических процессов. PowerFlex 7xx выпускаются в диапазоне мощностей от 0,37 до 2000 кВт и отличаются от PowerFlex 4xx поддержкой различных типов энкодеров, возможностью установки большего числа дополнительных аналоговых и цифровых входов.

#### Применение ЧРП с целью снижения затрат на обеспечение технологических процессов

Раздел Применение ЧРП с целью снижения затрат на обеспечение технологических процессов, заменить на:

По данным специалистов института EPRI (США), эффективность ресурсосбережения при использовании преобразователей частоты соизмерима с экономическим эффектом от энергосбережения. Данное преимущество от внедрения частотно-регулируемых приводов связано с тем, что основными потребителями электроэнергии на предприятиях в большинстве случаев являются электродвигатели. Применение преобразователей частоты позво-

ляет уменьшить энергопотребление электродвигателей до 60% за счет точного соответствия вырабатываемой и необходимой мощностей.

В системах водоснабжения частотные преобразователи PowerFlex позволяют обеспечить снижение потребления на 25% холодной воды и на 15% горячей. Данные результаты достигаются за счет поддержания необходимого давления, устранения резких перепадов давления и, как следствие, снижения количества повреждений трубопроводов. По подсчетам экономистов различных предприятий, доля годовой прибыли от экономии воды превышает долю от экономии электроэнергии, как правило, в 3–5 раз.

Для систем водоснабжения населенных пунктов дополнительная экономия электроэнергии может быть достигнута с помощью применения алгоритма поддержания давления в водопроводе с учетом суточного графика потребления.

#### Использование ЧРП Allen-Bradley PowerFlex для оптимизации технологических процессов

Частотные преобразователи позволяют плавно изменять скорость двигателя, при этом в моделях PowerFlex 40, 40 P и во всех частотно-регулируемых приводах PowerFlex 7-й серии используется векторное управление для регулировки магнитного потока. Для



▲ Специальные функции PowerFlex 400 позволяют осуществлять управление не только вентилятором, но и приводом шибера без дополнительного оборудования

точного поддержания скорости в моделях PowerFlex 753, 755 применяются математические алгоритмы, разработанные специалистами Rockwell Automation. Эти алгоритмы позволяют улучшить управление технологическим процессом за счет непрерывного контроля скорости и обеспечить поддержание номинального момента на валу двигателя во всем диапазоне скоростей. В преобразователях частоты этих моделей реализована функция «мягкий подхват» ротора при его самопроизвольном вращении и функция непрерывной работы двигателя при кратковременных пропаданиях напряжения. Таким образом, применение частотных преобразователей повышает уровень готовности оборудования и помогает быстро реагировать на изменение условий работы. Способность преобразователей частоты изменять производительность двигателей позволяет при определенных технологических процессах полностью отказаться от использования запорных устройств (завдвижек, заслонок), а в ряде случаев снизить количество пусковой аппаратуры.

Применение частотных преобразователей Allen-Bradley позволяет минимизировать пространство, необходимое для монтажа оборудования, что, в свою очередь, снижает затраты потребителя. Для этих целей наиболее подходят преобразователи частоты серии PowerFlex 4M, так как они являются самыми компактными преобразователями, производимыми Rockwell Automation. Все приводы данной линейки имеют возможность установки на DIN-рейку



▲ PowerFlex 4M самый компактный преобразователь производства Rockwell Automation

с «проходным» подключением кабеля, и для многих предусмотрена возможность «пакетной» установки с нулевым зазором между корпусами.

Благодаря встроенным во все приводы (кроме PowerFlex 4M) логическим функциям и ПИД-регуляторам имеется возможность отказаться от применения дополнительных контроллеров управления.

Задание индивидуальных параметров преобразователей частоты PowerFlex осуществляется с переносной панели управления, которая имеет функцию памяти для хранения настроек. Данная панель является универсальной для целого ряда приводов, что позволяет переносить выбранные настройки на другие частотные преобразователи.

#### Применение ЧРП увеличивает срок службы оборудования и межремонтные периоды

По мнению специалистов Научно-исследовательского института электроэнергетики, благодаря использованию частотных преобразователей уменьшается износ уплотнений, проточной части насосов, крыльчатки, подшипников двигателя, лопаток дымососов. Это достигается за счет плавного изменения числа оборотов ротора, снижения динамических нагрузок, неререверсивной схемы управления привода вентилятора. Частые запуски механизмов с пяти-семикратными пусковыми токами неблагоприятно воздействуют на электроснабжение, в том числе из-за ударных и механических нагрузок на электродвигатели и компоненты системы, при этом повышается вероятность повреждения оборудования и электрических выключателей. Преобразователи частоты предотвращают подобные негативные последствия благодаря снижению пускового тока до номинального значения, программируемым режимам плавного безударного пуска и торможения (щадящий режим работы электромотора).

Дополнительным эффектом от установки преобразователей частоты является продление ресурса насосных агрегатов (ориентировочно на 10–20%, при снижении частоты вращения на каждые

500 об/мин). Высокая степень автоматизации, достигаемая благодаря частотно-регулируемым приводам, гарантирует удобства для эксплуатационного персонала.

Частотные приводы PowerFlex обладают способностью выдерживать перегрузки от 110 до 200% от номинальной мощности, в зависимости от модели привода и длительности перегрузки. Снижению теплового воздействия на блок управления способствует фланцевое крепление силовой части частотного преобразователя.

#### Обеспечение безопасности производственных процессов

Применение ЧРП обеспечивает защиту электродвигателя от перегрузок в рабочих и аварийных режимах, электрическую защиту двигателей при нестабильной питающей сети и от короткого замыкания (в т. ч. и «на землю»), неполнофазного режима. Использование дросселей предотвращает распространение помех в общую электросеть при пуске и работе двигателей. Применение фильтров ЭМС в составе ЧРП на больших участках кабельных линий снижает уровень электромагнитных помех и позволяет применять неэкранированный кабель для их подключения.

В моделях PowerFlex 753, 755 встроены платы, способствующие безопасному снятию крутящего момента и остановке ротора без отключения питания преобразователя частоты (выходное напряжение привода снижается до безопасного уровня), что позволяет оперативно запустить мотор после получения соответствующей команды. Также данное аппаратное обеспечение выполняет функцию встроенного защитного реле, обеспечивает контроль и мониторинг частоты вращения, что предотвращает повреждение оборудования или возможную опасность для обслуживающего персонала. Для предотвращения простоев производства применяется встроенная функция предупреждающей диагностики

#### Применение датчика обратной связи и ПИД-регулятора с ЧРП

При подключении датчика обратной связи преобразователи

частоты всех моделей PowerFlex (кроме PowerFlex 4 M) могут поддерживать заданную величину технологических параметров, таких, как скорость, давление, температуру, расход и др. Данная функция в частотных преобразователях серий PowerFlex 400, 753, 755 позволяет отключать двигатель перекачивающего насоса при отсутствии воды в трубе (защита от сухого хода). В качестве сигнала обратной связи применим датчик давления с токовым выходом 4–20 мА.

#### Интеграция приводов Rockwell Automation в АСУ ТП предприятий

Для интеграции приводов Allen-Bradley Rockwell Automation в АСУ ТП предусмотрены платы, поддерживающие следующие протоколы: Profibus DP, Modbus/TCP, CANopen, LonWorks, Interbus, DF1. Протокол Modbus RTU (RS-485) является встроенным во все приводы. Преобразователи частоты серии PowerFlex 755 поставляются с инсталлированными платами поддержки общего промышленного протокола CIP (Common Industrial Protocol), обеспечивающего обмен данными по сетям DeviceNet, ControlNet, EtherNet/IP. Благодаря использованию протокола EtherNet/IP пользователь получает следующие преимущества:

- ▶ универсальность системы управления;
- ▶ поддерживаются топологии типа «звезда», «кольцо», линейная и гибридная;
- ▶ приводы и другие устройства, совместимые с EtherNet/IP, можно объединить в общую подсеть.

Вышеперечисленные особенности преобразователей частоты PowerFlex позволяют внедрить их в систему управления, выполненную практически на любой платформе.

#### Применение приводов Allen-Bradley для старых двигателей

Приводы Allen-Bradley совместимы с электромоторами выпуска конца прошлого века благодаря использованию дросселей со стороны мотора, которые предотвращают межвитковые замыкания и снижают риск повреждения изоляции двигателя. Дроссели используются также

для ограничения тока короткого замыкания до момента срабатывания защиты и выключения тока в цепи. Зачастую подбор соответствующей индуктивности моторного дросселя является единственной возможностью защиты выходных транзисторов. Подбор индуктивности моторного дросселя зависит от максимальной величины тока короткого замыкания в цепи. Моторный дроссель, кроме защиты изоляции двигателя, компенсирует емкость питающей линии, а также ограничивает гармоники и коммутационные перенапряжения в цепи двигателя.

#### Преимущества применения ЧРП для управления насосами

Применение преобразователей частоты PowerFlex 400 на насосной станции помогает обеспечить постоянное оптимальное давление на выходе станции независимо от давления в подающем трубопроводе водозабора со стороны потребителя. Эксплуатация преобразователей частоты в ряде случаев позволяет отказаться от защиты кожухотрубчатых подогревателей ГВС.

Использование частотных преобразователей на ПНС позволяет устранить следующие проблемы:

- ▶ потери электроэнергии при избыточном давлении между выходом насоса и задвижкой;
- ▶ потери воды за счет утечек на негерметичных стыках;
- ▶ затраты на устранение аварий трубопроводов и повреждения арматуры в связи с гидроударами и повышенным давлением;
- ▶ низкое качество водоснабжения, которое обусловлено неравномерным давлением и высокой вероятностью отсутствия воды;
- ▶ нелинейные эффекты, такие, как кавитация. При этом происходит повышенный износ и уменьшается эффективная площадь поверхности лопаток колеса насоса, участвующих в создании давления;

Приводы Allen-Bradley с 1999 года используются для управления насосами на НПС «Марьино», НПС «Ховрино», НПС «Гастелло», ТЭЦ-25 и др. и показали расчетную экономию потребляемой электроэнергии в 27%.

Применение преобразователей частоты PowerFlex 753, 755 на на-

сосах-качалках нефтяных скважин позволяет полностью отказаться от динамометрических датчиков и дополнительных систем обработки показаний. Вместо этого для определения режима работы насоса встроенный алгоритм преобразователя частоты контролирует изменения динамических параметров двигателя. Этот способ контроля позволяет увеличить скорость опускания штока и значительно снизить количество повреждений штанговой колонны.

Еще одна возможность частотного преобразователя заключается в том, что в случае, если скважина не успевает заполняться нефтью, преобразователь частоты снижает производительность насоса вплоть до его полной остановки (бездатчиковый защитный останов насоса). Перечисленные возможности реализованы благодаря встроенным алгоритмам для насосов-качалок нефтяных скважин и винтовых скважинных насосов, что позволяет отказаться от применения контроллера.

#### Преимущества применения ЧРП в системах вентиляции

Обычно вентиляторы имеют такие параметры, которые обеспечивают максимальный расход воздуха, требуемый системой. Однако условия функционирования часто требуют снижения расхода. Также работа при постоянной скорости вызывает повышенный износ шкивов, что ухудшает условия регулирования скорости и снижает долговечность приводных ремней.

Регулирование скорости вращения является наиболее эффективным для управления производительностью вентиляторов по сравнению с дросселированием нагрузки, при этом КПД увеличивается в среднем на 15–20% и является максимально возможным. При применении ЧРП не менее чем на 15% снижается значение реактивной составляющей сетевого тока за счет работы преобразователя при значениях  $\cos \phi$  не ниже 0,95 практически во всем диапазоне рабочих нагрузок. Причем процент снижения реактивной составляющей тока тем выше, чем меньше на-



грузка двигателя. Уменьшение скорости вращения вала вентилятора приводит к уменьшению потребляемой мощности в 8 раз. Экономия электроэнергии при применении частотно-регулируемого привода может составить 60%.

### Преимущества применения ЧРП в подъемных механизмах

Такие модели ЧРП, как PowerFlex 700S, 753, 755, специально оптимизированы для управления асинхронными двигателями в приводах мостового крана. Наличие обратной связи по положению ротора позволяет точно управлять крутящим моментом двигателя. Данная функция реализована на режимах серворегулирования при околонулевых скоростях с удерживающим моментом, что важно для высокоточных подъемно-транспортных механизмов. Применение PowerFlex на несамотормозящих планетарных передачах от двигателя до барабана позволяет плавно перемещать груз, а также удерживать его с помощью двигателя. Для этих целей в моделях PowerFlex используются энкодер, устанавливаемый на валу двигателя. Встроенные функции моделей PowerFlex 753, 755 способны выявить проскальзывание в подъемном механизме и обеспечить удержание груза при нерабочем тормозе даже на нулевой скорости.

### Преимущества применения ЧРП PowerFlex для управления компрессорами

В случае использования жесткого режима пуска компрессоров без использования ЧРП повышается вероятность выхода из строя контакторов. При определенных условиях наблюдается превышение номинальных токов более, чем в четыре раза, что ведет к перегрузке сети и крайне негативно сказывается на силовой электрике компрессоров (прежде всего, на магнитных пускателях), ограничению допустимых включений компрессора в течение часа. Каждый лишний бар давления нагнетания увеличивает электропо-

требление компрессора на 6–8%. Самый весомый вклад в экономию электроэнергии при использовании ЧРП с компрессором – точное соответствие производительности «частотника» реальной потребности в сжатом воздухе. В результате – дорогостоящие периоды холостого хода (во время которых асинхронный двигатель обычного винтового компрессора потребляет около 25% своей номинальной мощности) сведены до минимума.

### Преимущества применения ЧРП PowerFlex на конвейерах

Ленточные конвейеры являются одним из самых распространенных типов машин непрерывного транспорта. Как правило, ленточные конвейеры используются для перемещения грузов в заданном направлении. Несущим органом является «бесконечная» (кольцевая) конвейерная лента, а сама лента приводится в движение мотор-редуктором посредством приводного барабана. На протяженных конвейерах могут использоваться десятки мотор-редукторов. ЧРП PowerFlex позволяют одновременно изменять скорость вращения нескольких мотор-редукторов, используя режим «мастер-ведомый». При этом задание скорости подается на привод «мастер», а он в свою очередь передает его на остальные приводы, которые являются «ведомыми». Применение ЧРП помогает полностью исключить опасные механические удары в управляемых транспортных системах, приводящих, например, к обрыву транспортной ленты или износу и поломке редукторов.

### Преимущества применения приводов в ТЭК

Применение ЧРП на насосах и вентиляторах ТЭЦ обеспечивает интегральное снижение потребляемой мощности на 25–40% и позволяет увеличить мощность энергоблока в среднем на 1–2% за счет исключения в водяных и воздушных трактах дросселей и заслонок,

а также улучшения технологических процессов выработки электроэнергии, например при сжигании топлива. Поэтому для механизмов собственных нужд ТЭЦ, непосредственно участвующих в процессе производства электроэнергии (прежде всего дымососы и дутьевые вентиляторы, питательные насосы и т. п.), должны учитываться совокупно как фактор увеличения мощности энергоблока, так и фактор энерго- и ресурсосбережения.

Переход от нерегулируемого асинхронного электропривода насосов и вентиляторов в системах водо- и воздухообеспечения городских РТС, котельных и центральных тепловых пунктах (ЦТП) к частотно-регулируемому позволяет экономить до 60% электроэнергии, а в системах водоснабжения – до 25% потребления холодной воды и до 15% горячей воды.

### Заключение

В России низковольтные частотные преобразователи PowerFlex представляет компания ООО «Сумма Технологий», которая имеет статус авторизованного системного интегратора американского концерна Rockwell Automation. Сотрудники компании – команда профессионалов с опытом проектирования, разработки и реализации проектов в области автоматизации технологических процессов и внедрении систем с использованием частотных преобразователей. Высокий уровень компетентности в проведении проектных, строительных и монтажных работ позволяют гарантировать выполнение всех обязательств и достижения требуемых результатов. ООО «Сумма Технологий» производит поставку частотных преобразователей линейки PowerFlex от Rockwell Automation как по индивидуальному заказу, так и для комплексного внедрения. Компания располагает собственными складскими территориями и предлагает приобрести преобразователи PowerFlex со склада по доступным ценам.