

MAKING MODERN LIVING POSSIBLE

Danfoss



Экономия в автоматизации
Выбирайте правильный привод и снижайте затраты

VLT[®]
THE REAL DRIVE

Снижайте затраты, сберегайте ресурсы и сохраняйте окружающую среду



На протяжении многих лет цены на электроэнергию неуклонно растут, вызывая у многих промышленных, коммерческих и торговых предприятий желание снизить потребление энергии. Если этого удастся добиться, потребитель сможет поддерживать производственные затраты на постоянном уровне или даже снизить их, несмотря на повышение цен на электроэнергию. Инженеры-механики и инженеры-технологи могут снизить затраты путем снижения энергопотребления своих предприятий, достигая, таким образом, конкурентного преимущества.

Помимо чисто коммерческих соображений, имеется ряд социальных причин - например, глобальное потепление - для максимально эффективного использования ресурсов и снижения выброса диоксида углерода в воздух.

Предпринимаются также и политические инициативы для продвижения энергосберегающих технологий. Так, например, директива ЕС «Об энергопотребляющих продуктах» (EuP, 2005/32/ЕС и 2008/28/ЕС) устанавливает требования по экологически безопасному проектированию энергопотребляющих устройств. Данная директива внедряет

использование «политики интегрированных продуктов», принимающей во внимание полный жизненный цикл электрооборудования от производства до утилизации.

Электропривод как ключевая технология

Технология электрического привода является ключевой технологией для повышения эффективности использования энергии. На данный момент она является самым быстрым и эффективным способом существенного снижения энергопотребления. Так, например, потребление энергии моторами холодильников,

системами кондиционирования воздуха и многими другими промышленными системами приводов может быть оптимизировано путем регулирования их скорости. В одном только промышленном секторе, по подсчетам ЕС, возможно снижение потребления энергии электроприводными системами как минимум на 15%. Однако необходимо действовать осторожно, поскольку вне зависимости от мер, принимаемых пользователями, всегда следует предварительно оценивать их эффективность.

Быстро, просто и недорого

Основной целью нашей работы является существенная экономия электроэнергии как уже существующими,

Мы следуем общему правилу: экономия энергии желательна, но не любой ценой.

так и новыми системами и машинами. Как правило, операторы, инженеры-механики и системные инженеры склоняются прежде всего к легким в применении и, главное, недорогим мерам.

Экономия с умом

Практически во всех сферах имеется возможность снижения энергопотребления. Вне зависимости от сферы деятельности - будь это автоматизация зданий, системы конвейеров или химические процессы - основная сложность состоит в обнаружении этого потенциала и нахождении наиболее эффективного способа его использования. Операторы и пользователи, предпринимая попытки использования возможности сбережения электроэнергии, должны обращать особое внимание на то, какие преимущества дает использование этого способа. В частности, огромным потенциалом для экономии электроэнергии обладают насосы и вентиляционные системы.

Несмотря на то, что энергопотребление этих систем в промышленных условиях является одним из самых высоких, в случае использования центробежных насосов и вентиляторов энергопотребление падает пропорционально кубу скорости. Простым и быстрым решением проблемы в данном случае является оснащение всех насосов и вентиляторов частотными преобразователями для управления скоростью. Данный способ становится все более выгоден также в связи с тенденцией снижения цен на частотные преобразователи.

Необходимо, однако, соблюдать осторожность, так как далеко не у всех насосов и вентиляторов можно регулировать скорость. Кроме того, применение самого дешевого частотного преобразователя не всегда является наиболее экономичным решением.

На сегодняшний день частотные преобразователи представляют собой лучшее, что может предложить промышленность, и получают все более широкое распространение. Сейчас из 75 миллионов моторов, установленных в Европе, в среднем один из восьми имеет привод с регулируемой скоростью.

Несмотря на то, что во многих случаях использование частотных преобразователей приводит к существенной экономии электроэнергии, в ряде случаев это не так, а иногда наблюдается и обратный эффект. По нашим оценкам, контроль скорости целесообразен приблизительно для 50% электроприводов. Помимо области применения, степень экономии определяется скрытыми расходами, зависящими от типа используемого преобразователя. Например, во многих случаях переплата за более эффективное устройство окупается в короткий срок.

Таким образом, принимая инвестиционное решение, следует учитывать не только технические, но и множество коммерческих и логистических аспектов, чтобы предотвратить неэкономные и неэффективные меры. Пользователям следует выбирать преобразователь не исходя из стоимости, а принимая в расчет функциональные возможности позволяющие достичь максимальной экономии энергии в течение всего жизненного цикла оборудования. В таком случае возможно достичь идеального баланса между стоимостью и эффективностью.



50%

экономия на электричестве

При правильном подходе к использованию насосных систем 20%-ное снижение скорости позволит сэкономить до 50% энергии



Экономия, но не любой ценой

Концентрируемся на экономичных и разумных мерах



Концентрируемся на экономичных и разумных мерах

Внедрение контроля скорости в системы с электромоторами позволяет сберечь существенное количество электроэнергии. Для того, чтобы этот подход был наиболее успешен и давал требуемые результаты, и пользователям, и системным инженерам следует учитывать несколько важных моментов.

Оценка потенциала энергосбережения

Вне зависимости от того, является система новой или уже существующей, работа специалистов и инженеров должна начинаться с оценки «текущего состояния» оборудования. В это понятие включаются вычисление энергопотребления, определение процессов, подходящих для регулировки скорости и оценка возможной экономии. Также этот подход позволяет подчеркнуть совместное действие нескольких факторов. По результатам

такого анализа специалисты могут определять возможные решения по модернизации, а также, впоследствии, оценивать эффективность принятых мер и их соответствие изначальным планам.

Анализ состояния системы

Основными отправными точками эффективного анализа текущего состояния системы являются:

Эффективность

Самый простой способ сохранить электроэнергию - использовать более эффективные компоненты системы.

Управление параметрами процесса

Наиболее эффективный путь оптимизации процессов - управление давлением, потоком, скоростью и т.п. Если ранее применялся только простое двухступенчатое управление скоростью, энергетическая эффективность должна сравниваться с эффективно-

стью, обеспечиваемой контролем скорости. Во многих случаях управление параметрами процесса является экономически целесообразным.

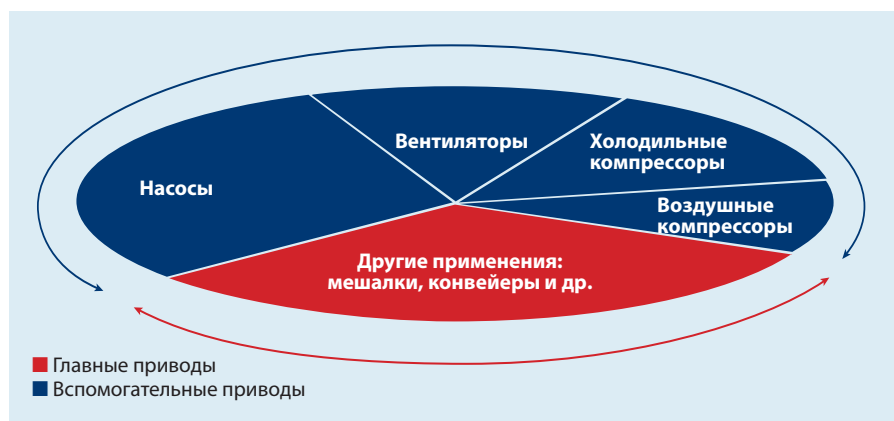
Системная схема

Многие системы не всегда проектируются с точки зрения наиболее эффективной эксплуатации или даже оптимального решения энергетической проблемы. К примеру, потенциалом для оптимизации обладают все виды трубопроводов. Маршрут прокладки труб, тип распределителя и используемые вентили должны выбираться таким образом, чтобы минимизировать встречное давление.

Сжатый воздух

Сжатый воздух - простое по сути, но дорогостоящее средство передачи энергии. Во многих случаях более эффективно с энергетической точки зрения использовать вместо него прямой электропривод. Как правило, операторам следует поддерживать давление воздуха на как можно более низком уровне. Снижение давления всего на 1 бар помогает сэкономить до 7-8% электроэнергии. Утечки также обходятся дорого: в зависимости от давления в системе, отверстие диаметром 1 мм может привести к дополнительному расходу энергии (от 1500 до 5000 кВт в год)!

Вспомогательные приводы потребляют наибольшее количество энергии. Источник: Franhofer ISI, Karlsruhe (EU-15)



Вычисление преимущественного потребления электроэнергии

Время, в течение которого может быть вычислено преимущественное потребление электроэнергии, определяется областью применения. В случае строго определенных технологических процессов данные о потреблении энергии обычно становятся доступными после прохода некоторого количества полных циклов технологических операций. Оценка динамики потребления в областях, зависящих от климатических условий, гораздо более затруднительна. Так, к примеру, требуемый коэффициент подачи насоса для сточных вод напрямую зависит от существующего уровня осадков.

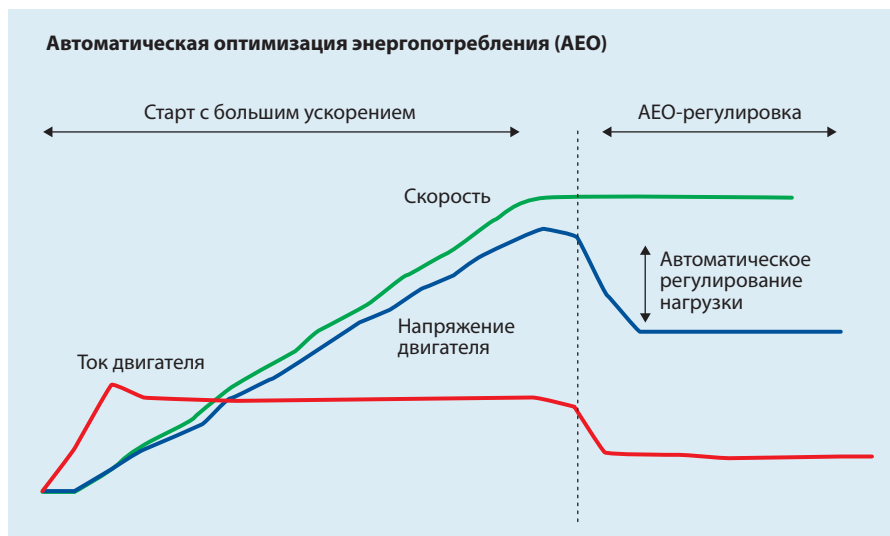
Тестирование систем с изменяемым крутящим моментом

При работе с системами с изменяемым крутящим моментом, включая насосы и вентиляторы, пользователи должны четко определить, для чего будет использоваться управление. Следует также определить максимальную эффективность вентиляторов, насосов и компрессоров и использовать эту информацию для установления оптимального диапазона управления. Кроме того, следует тщательно проверить влияние принятых мер на работу всей системы.

Рассмотрение приводного механизма

Максимальная экономия электроэнергии достигается пользователями только в случае детального анализа всего приводного механизма. Необходимо оценить эффективность используемых моторов, проверить используемые типы зубчатых передач, оптимизировать длину кабелей. Необходимо проверить, были ли приняты меры по электромагнитной совместимости, а также убедиться, что питающая сеть не перегружена. Кроме того, необходимо оценить коэффициент потерь и нагрузку на систему кондиционирования воздуха, предназначенную для борьбы с подобными потерями в шкафах для электрооборудования или на специальных про-

Знания имеют большое значение. Только с использованием детализированных систем и знаний специалистов можно подсчитать дополнительные затраты, связанные с принятием определенных мер по сбережению электроэнергии.



Подходящая стратегия управления является ключевым моментом в энергоэффективной работе. В преобразователях Danfoss реализована функция автоматической оптимизации энергопотребления.

изводственных площадях.

Специалисты помогают Вам экономить

Пользователю следует проверить и уже существующие преобразователи. Общие условия, изначально удовлетворяющие всем требованиям, могли измениться. Также такой анализ позволяет определить целесообразность таких инвестиций.

Для разумного сбережения электроэнергии необходимо, чтобы пользователи внимательно относились к оценке преимуществ и недостатков каждого технологического решения. В процессе

анализа нужно помнить, что в большинстве случаев качество технологического решения возрастает в соответствии с его стартовой стоимостью. Поскольку подавляющее большинство пользователей не знакомо с техническими особенностями всех выпускаемых устройств, разумным и естественным решением является привлечение к работе экспертов и обсуждение с ними технических преимуществ и недостатков.



Двигатели: потенциал экономии и дальнейшего развития



Энергосберегающие трехфазные индукционные двигатели доступны в Европе с 1998 года. Они распределены по классам эффективности от eff1 до eff3. Это добровольное соглашение заменяется международным стандартом IEC 60034-30.

Моторы с редуктором

В последние годы использование энергосберегающих моторов с редуктором является стандартом. В зависимости от производителя, пользователь может выбирать между продуктами различных классов эффективности.

Однако класс эффективности двигателя основывается только на рабочих характеристиках самого двигателя, а не на характеристиках мотор-редуктора. Выбирая редуктор, можно столкнуться с множеством вариантов. Винтовые и конические зубчатые передачи облада-

ют, как правило, существенно большим КПД, чем червячные, однако инженеры, выбирающие конические передачи как альтернативу червячным передачам, изначально сталкиваются с более высокими затратами.

Однако благодаря повышенной эффективности и износостойкости конических зубчатых передач по сравнению с червячными, данные затраты быстро окупаются. Моторы с редуктором идеально подходят для работы с частотными преобразователями. Помимо оптимизации работы электромотора, преобразователь предоставляет операторам возможность отказаться от механических переключателей скоростей.

Двигатели с постоянными магнитами

Синхронные двигатели, оснащенные постоянными магнитами, являются синхронными и высокоэффективными. По

сравнению с асинхронными моторами сходной эффективности (например IE 3), ПМ-моторы обладают существенно меньшими габаритами.

IEC 60034-30	eff класс
IE 1 (стандартный КПД)	сопоставим с eff2
IE 2 (высокий КПД)	сопоставим с eff1
IE 3 (очень высокий КПД)	Примерно 10-15% лучше чем IE 2
IE4 (сверх высокий КПД)	–

	Мощность	MPES	Альтернатива MPES
C16/06/2011	0,75 – 375 кВт	IE 2	–
C 01/01/2015	0,75 – 7.5 кВт	IE 2	–
	7,5 – 375 кВт	IE 3	IE 2 + преобразователь
C 01/01/2017	0,75 – 375 кВт	IE 3	IE 2 + преобразователь

С целью соответствия директиве 2005/32/ЕС, Европейский союз принял решение о введении минимальных норм КПД (MPES) для трехфазных двигателей. Постановление вступило в силу с июня 2009 года.

Управление скоростью: высокий потенциал и быстрота внедрения

Падение цен на постоянные магниты существенно повышает привлекательность оснащаемых ими моторов даже для приложений с низкой динамикой. Как правило, несколько факторов определяют, целесообразна ли с экономической точки зрения замена трехфазного индукционного двигателя двигателем с постоянными магнитами (ПМ-мотором или синхронным двигателем).

Безусловно, при проведении соответствующих исследований следует учитывать не только стоимость закупки, переоборудования и энергии, но и стоимость обслуживания и замены.

Применение управления скоростью на машинах, работающих под нагрузкой, часто непосредственным образом отражается на счетах за электроэнергию. Среди основных преимуществ использования управления скоростью можно перечислить следующие:

Экономия электроэнергии

Потенциал экономии электроэнергии конкретной системы в основном зависит от рабочей характеристики нагрузки. В случае, если момент постоянен, максимальная экономия пропорциональна снижению момента и скорости вращения главной оси; в случае квадратичной рабочей характеристики экономия возрастает как третья степень снижения скорости.

Оптимизация работы под частичной нагрузкой

Как правило, КПД трехфазных двигателей указывается только для стандартной точки. В случае, если двигатель подключен непосредственно к главной сети и находится при этом под частичной нагрузкой, общая эффективность работы будет существенно снижаться из-за механических и электромагнитных потерь.

В зависимости от качества выбранного метода управления, работа частотно-преобразователя всегда позволяет намагничивать двигатель оптимальным образом. Соответственно, потери при работе под частичной нагрузкой снижаются. Улучшения заметны на двигателях со стандартной мощностью от 11 кВт.

Автоматическая оптимизация расхода энергии

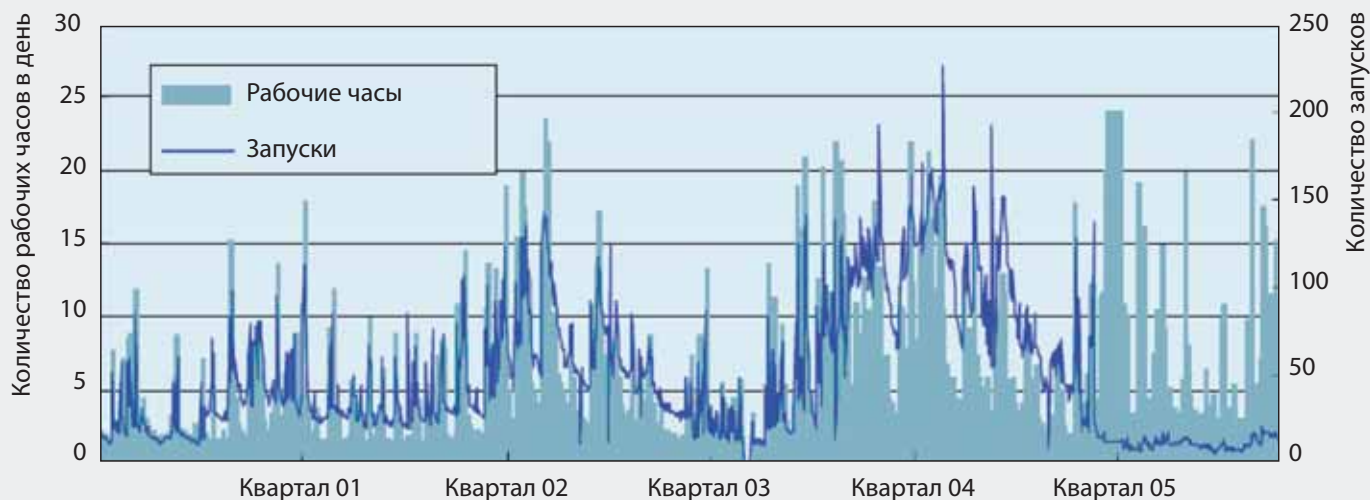
В приложениях, в которых нет быстрых смен нагрузки, возможно использование режима автоматической оптимизации расхода энергии. Преобразователь снижает намагничивание двигателя, сохраняя таким образом энергию.

Упрощение запуска

Во многих задачах управление скоростью может снижать число запусков устройства. Каждый запуск электрического двигателя в неконтролируемых условиях требует дополнительной энергии на разгон мотора и вывод

его в нормальный режим работы. На запуск, как правило, уходит 5-10% от общей энергии (при работе с насосами), однако известны примеры роста затрат вплоть до 40%. Более того, снижаются скачки напряжения и механические нагрузки, вызванные прерывистым запуском устройств.

Управление скоростью с использованием преобразователей частоты обеспечивает и другие преимущества, например, уменьшает механическую нагрузку на систему и ее составные части. Так же не стоит забывать, что преобразователи частоты позволяют легко интегрировать и подстроить управление отдельным двигателем в общий технологический процесс.



Практический пример: внедрение преобразователя частоты в пятом квартале привело к значительному снижению количества пусков и, следовательно, к снижению механических нагрузок на систему.

Приложения с постоянным моментом



Системы с постоянным крутящим моментом характеризуются незначительным изменением нагрузки при изменении скорости. Их примером являются конвейеры, подъемное оборудование и устройства для смешивания.

Так, например, вес ленты, а часто и груза на ленте конвейера не изменяется в зависимости от скорости движения ленты. Крутящий момент, необходимый для его перемещения, всегда постоянен. Несмотря на то, что моменты трения и ускорения будут изменяться в зависимости от состояния системы, требуемый момент по нагрузке остается в целом постоянным.

Энергетические требования такой системы пропорциональны требуемому моменту и скорости движения.

Основным инструментом снижения затрат на электроэнергию в такой системе является прямое снижение скорости при постоянной нагрузке. Часто ко-

личество товара, предназначенного для транспортировки на конвейере, не постоянно. Изменение скорости работы конвейера в зависимости от количества товара, требующего транспортировки, не только позволяет обрабатывать поток товара без задержек, но и обеспечивает снижение энергетических требований системы.

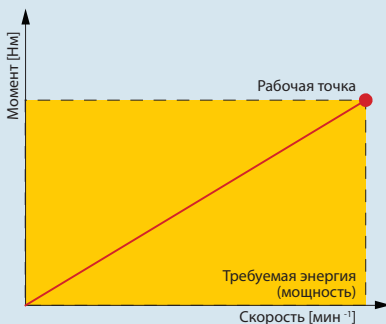
Даже если изменение скорости работы конвейера невозможно или нежелательно, многие современные частотные преобразователи обеспечивают некоторое снижение энергозатрат путем регулирования выходного напряжения мотора в зависимости от нагрузки. Таким образом, к примеру, частотный преобразователь, подключенный к 400 В двигателю, находящемуся в режиме ожидания, будет подавать ток с параметрами 380 В, 50 Гц. При повышении нагрузки выходное напряжение повышается соответственно.

Преимущества такого типа управления прямо зависят от качества преобразо-

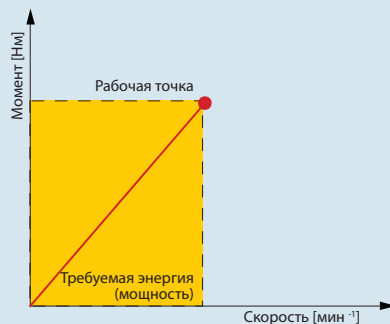
На сегодня существует множество примеров использования преобразователей частоты в конвейерных системах. Оптимальное энергопотребление зависит от нагрузки на транспортере и требуемой скорости движения.

вателя. Снижение энергозатрат, достигаемое за счет описанных здесь функций частотного преобразователя, не всегда оправдывает инвестиций в его покупку напрямую. Но в совокупности с другими преимуществами преобразователей частоты (легкость синхронизации при использовании нескольких двигателей, удобство наладки и переналадки и т.д.) их использование в конечном счете становится экономически оправданным.

100% скорость, 100% момент



50% скорость, 100% момент



50% скорость, 50% момент



Во многих приложениях с постоянным моментом, оптимизация момента и скорости может повысить энергоэффективность приложения.

Системы с переменной нагрузкой



К системам с переменным крутящим моментом относятся многие насосы и вентиляторы. В случае работы с насосами, однако, следует четко установить ограничения. Большинство самых популярных типов центробежных насосов имеют квадратичную рабочую характеристику, однако эксцентриковые, вакуумные и поршневые насосы имеют постоянную рабочую характеристику.

Количество сфер применения насосов и вентиляторов огромно. Приблизительно 70% всей электроэнергии, потребляемой промышленными предприятиями в странах ЕС, относится к сфере применения электродвигателей. Существенная доля этих затрат (37%) относится к насосам и системам вентиляции. Однако в промышленных, коммерческих и торговых областях по всем странам ЕС эта цифра примерно равна 40%.

Управление скоростью - простой, но весьма эффективный способ снижения энергозатрат при работе с насоса-

ми, вентиляторами и компрессорами с переменным крутящим моментом. Экономия энергии равна кубу величины снижения скорости. Такой существенный потенциал делает все системы с переменным моментом идеальными для внедрения энергосберегающих решений.

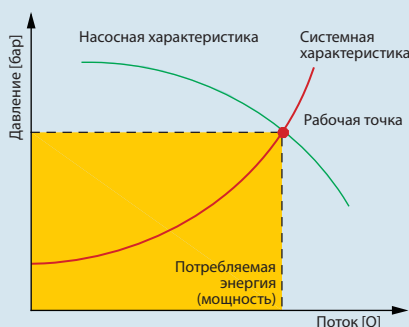
При контроле скорости работы насосов и вентиляторов, инженерам следует принимать во внимание тот факт, что смена скорости приводит к изменению эксплуатационного режима и, соответственно, изменяет эффективность работы вентиляторов, насосов и компрессоров.

Использование вентиляторов, насосов и компрессоров вместе с частотным преобразователем порождает определенный спектр скоростей, в котором система сохраняет электроэнергию. Именно в этом режиме машина должна проводить большую часть времени работы. В случае, если разница между максимальным входным током и средней ра-

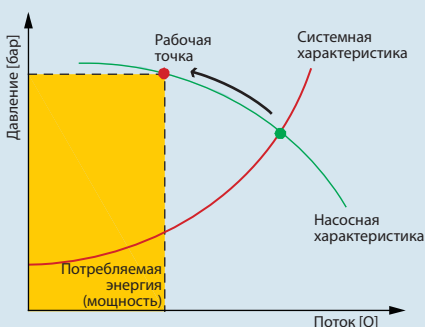
ботой под частичной нагрузкой слишком велика, следует строить систему каскадно. Инвестиции во внедрение подобных модулей в уже существующие системы быстро окупаются.

В случае построения каскада насосов один насос с управляемой скоростью подстраивается под базовую нагрузку. Если потребление возрастает, преобразователь последовательно, один за другим, включает другие насосы каскада. Соответственно, система работает максимально эффективно в любой момент времени. Управление насосами позволяет пользователю быть уверенным в том, что система в любой момент энергетически эффективна. Возможно использование схожих по принципу работы устройств для систем вентиляции.

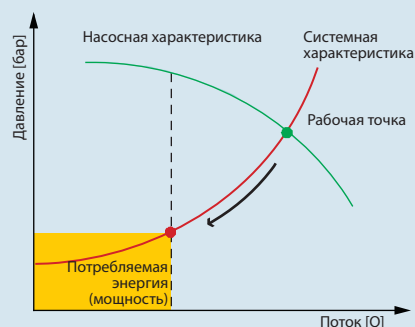
Энергия, потребляемая насосом



Энергия, потребляемая при дроссельном управлении



Энергия, требуемая при управлении по скорости



Снижение рабочей скорости ведет к кубическому снижению электропотребления. Во многих приложениях применение преобразователя частоты для управления работой вентилятора или центробежного насоса окупается быстрее чем за 2 года.

Работа вентиляторов, насосов и компрессоров



На большинстве насосов и вентиляторов для регулировки давления или объемного потока используются вентили, дроссели и трехходовые клапаны. В случае, если центробежный насос управляется при помощи дроссельной заслонки, регулирование ее положения приводит к смещению рабочей точки устройства вдоль характеристики насоса. Снижение затрат энергии по сравнению с стандартной рабочей точкой незначительно.

Если скорость работы насоса изменяется, рабочая точка смещается вдоль системной характеристики. Энергозатраты снижаются кубически по сравнению с управлением при помощи дроссельной заслонки. Таким образом, например, на половинной скорости насос потребляет только одну восьмую часть энергии. Эта закономерность действительна для всех вентиляторов и насосов с изменяемым крутящим моментом. Помимо характеристик насоса и системы, на графике, представленном ниже,

указаны также общие пределы эффективности. Можно заметить, что как в случае дроссельного управления, так и в случае работы контроллера скорости рабочая точка перемещается из области оптимальной эффективности.

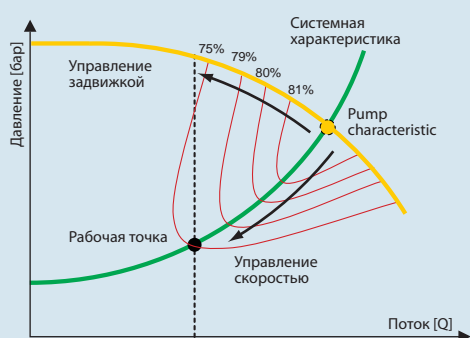
Что касается систем с управлением скоростью, подобное изменение эффективности, очевидно, при взгляде на кривую специфического поглощения энергии (действительна только для выбранного насоса).

При достижении частоты около 32 Гц возникающие дополнительные потери на насосе превышают выгоду от энергосбережения. Соответственно, оптимальная частота эффективной работы системы считается равной 38 Гц. При использовании других методов управления насосом энергетический баланс еще менее выгоден.

Наш опыт показывает, что насосы, вентиляторы и, в особенности, компрессо-

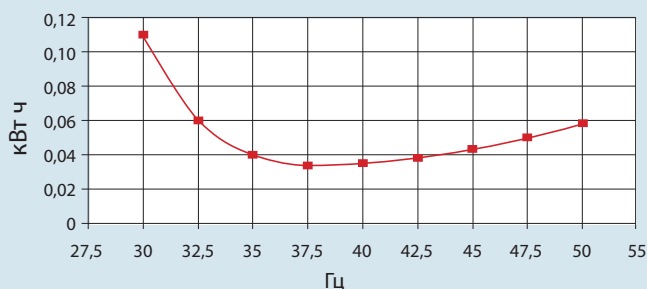
ры зачастую не работают в оптимальном эксплуатационном режиме. Так, например, системы кондиционирования воздуха летом работают при большей нагрузке, чем зимой; но так как система проектируется исходя из максимальной требуемой мощности, существенную часть времени она работает в режиме частичной загрузки.

Эти данные уже принимаются во внимание некоторыми производителями вентиляторов, насосов и компрессоров. Устройства создаются таким образом, чтобы оптимальный КПД достигался при коэффициенте подачи около 70%.



Помимо характеристик насоса и системы, данный график показывает несколько пределов эффективности (КПД). И дроссельное управление, и контроль скорости вызывают выход рабочей точки за пределы эффективной работы.

Особенности энергопотребления при частотном управлении



Данная кривая показывает энергию поглощения насоса при контроле скорости. При достижении частоты около 32 Гц возникающие дополнительные потери на насосе превышают выгоду от энергосбережения. Соответственно, оптимальная частота эффективной работы системы считается равной 38 Гц. При использовании других методов управления насосом энергетический баланс еще менее выгоден.

Принимая во внимание потери энергии тщательная проверка сохраняет много средств



На первый взгляд, сравнение КПД предоставляет информацию о различиях между двумя устройствами, однако два устройства с одинаковой мощностью и КПД могут приводить к совершенно разным потерям.

Эффективность работы частотного преобразователя вычисляется из соотношения ток на выходе / ток на входе и, как правило, выражается в округленных процентах, т.е. без знаков после запятой. Следовательно, в худшем случае преобразователи с одинаковой эффективностью будут различаться как минимум на 1%.

Для того, чтобы получить возможность сравнивать КПД различных преобразователей, пользователь должен четко осознавать условия, при которых эти параметры вычислялись производителем. В случае с преобразователями делается отличие между стандартной перегрузкой (110%) и повышенной перегрузкой (160%). Также при вычисле-

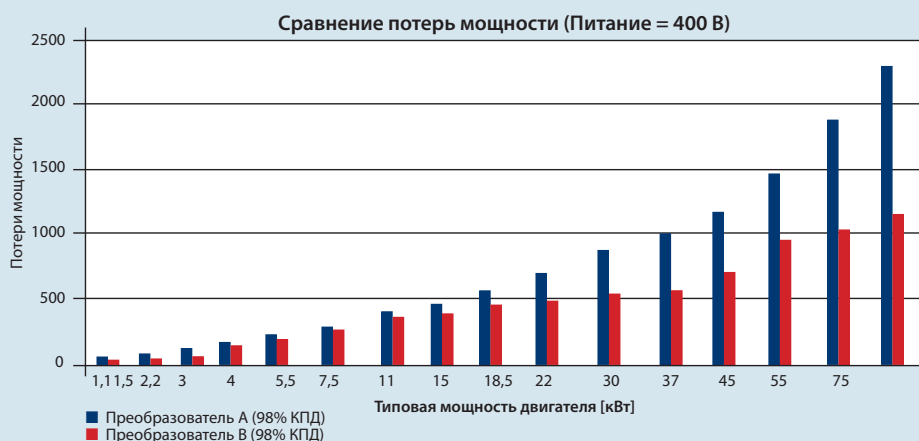
нии КПД учитываются стандартный ток устройства, работа при частичной нагрузке и измерения с учетом допусков. Гораздо проще получить данные о потерях для данного конкретного устройства. При этом, важными являются значение номинального тока и режим работы устройства. Поскольку эти данные используются системными инженерами при проектировании системы - в частности, для построения технических требований к системе охлаждения помещения, - они могут считаться относительно надежными.

Приведенная ниже диаграмма демонстрирует сравнение потерь электроэнергии на двух разных преобразователях. Кривые эффективности этих преобразователей практически идентичны на всем спектре значений силы тока.

Возникает закономерный вопрос: насколько важны эти параметры вообще на протяжении всего срока жизни техники? В случае, если мы принимаем

жизнь оборудования равной 60000 часам и загрузку двигателя 90%, общие потери энергии для использованных на диаграмме преобразователей мощностью 75 кВт составят 124.740 кВт.ч и 66.528 кВт соответственно.

Несмотря на то, что оба устройства заявляют одинаковый КПД, одно из них потребляет на 58000 кВт больше! В процессе работы под частичной нагрузкой эта цифра может изменяться, однако общая тенденция безусловно очевидна.



Очень сложно сделать прямое сравнение между различными преобразователями частоты исходя из таких показателей, как номинальный ток или перегрузочная способность. В качестве критерия сравнения лучше использовать потерю мощности

Использование фильтров с целью повышения производительности и эффективности

Частотные преобразователи вызывают электромагнитные помехи. Для снижения таких помех частотные преобразователи оснащают фильтром электромагнитных излучений. Такие фильтры могут быть встроены в устройство или подключены к нему извне. Также возможна комбинация внутренних и внешних фильтров.

Синусоидальные или du/dt фильтры также могут быть использованы для снижения нагрузки на двигатель. Частотные преобразователи работают на высокой частоте переключений, чтобы производить соответствующее напряжение на выходе.

Первым проявлением этого становится тот факт, что напряжение на выходе более не является синусоидальным. В зависимости от длины кабеля и изоляции мотора данное напряжение может повредить изоляцию. Это особенно проблематично при работе со старыми двигателями. Установленные фильтры ограничивают уровень повышения напряжения и амплитуду максимального напряжения и защищают обмотку от перегрева.

Основным преимуществом частотных преобразователей с внешними фильтрами является их цена. Такие устройства дешевле и зачастую являются более компактными, чем устройства со встроенными фильтрами. Недостатком является необходимость в дополнительном пространстве для установки. Кроме того, внешние фильтры всегда



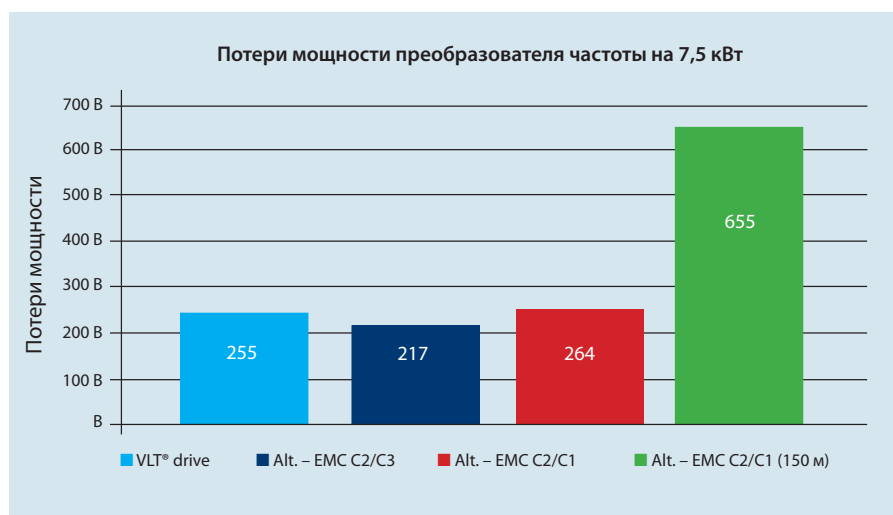
приводят к дополнительным потерям. Это относится как к фильтрам электромагнитных излучений, так и к синусоидальным или du/dt фильтрам.

Эти дополнительные потери также следует учитывать при выборе системы охлаждения для шкафа электрооборудования. Потери от преобразователей со встроенными фильтрами обычно включаются производителем в информацию о потерях.

Сравнивая эффективность двух частотных преобразователей, Вы должны учи-

тывать, оснащены ли они встроенными фильтрами и, если Вы имеете дело с фильтрами электромагнитных излучений, соответствуют ли они одним и тем же стандартам. Если нет, то в случае с преобразователями без фильтров это приведет к снижению общей производительности, увеличению потерь и повышению затрат на электроэнергию.

Попытка снизить затраты путем приобретения фильтров электромагнитных излучений ниже требуемого качества или путем полного отказа от фильтров может привести к значительным расходам на модернизацию, охлаждение и восполнение дополнительных потерь.



Внешние фильтры приводят к дополнительным потерям, поэтому перед вводом оборудования в эксплуатацию необходимо убедиться, что устройства оснащены необходимыми встроенными фильтрами.

Рекуператоры и преобразователи с активным выпрямителем (Active Front End) – рекомендуются в очень редких случаях

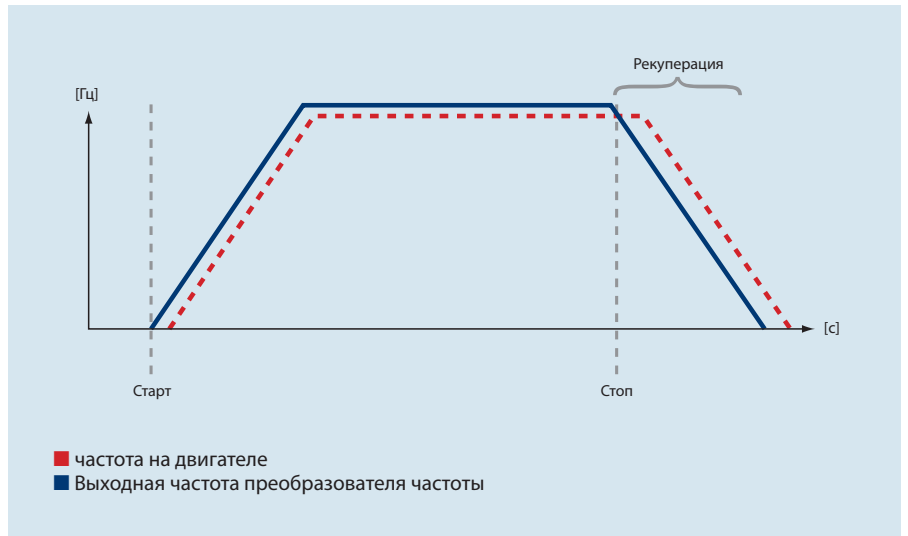
Одна из самых заманчивых идей в области сбережения энергии - это возможность использовать энергию, генерируемую в процессе работы двигателя (в режиме генератора) или частотного преобразователя. Энергия вырабатывается потому, что трехфазный индукционный двигатель работает быстрее, чем питающая его сеть; как правило, это происходит при замедлении движения.

В большинстве случаев эта энергия направляется пользователем на тормозные резисторы и превращается в тепло. Возможно, однако, что более выгодно перенаправлять эту энергию обратно в сеть или подводить ее к другим устройствам.

На практике используются два наиболее распространенных решения:

Распределение нагрузки / объединение по звену постоянного тока

Для многих преобразователей возможно подключение линии постоянного тока к промежуточным цепям или другим устройствам, что позволяет подводить регенеративную энергию непосредственно к другим устройствам. Однако необходимо принимать во внимание несколько важных ограничений. Необходимо убедиться в том, что короткое замыкание на одном из устройств



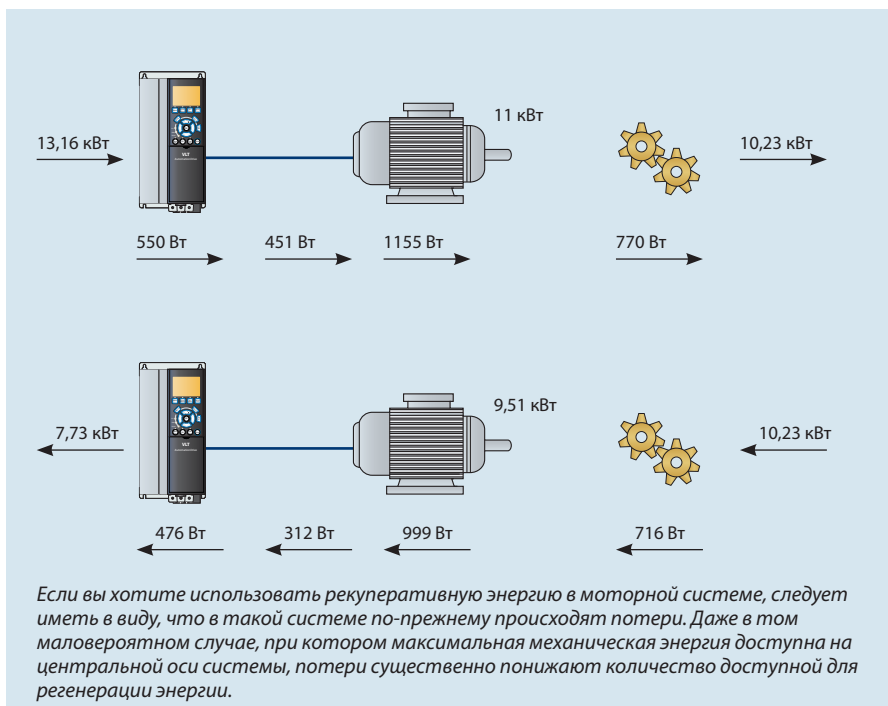
не повредит остальные. Следует также обращать внимание на то, что произойдет в случае одновременного выброса регенеративной энергии всеми соединенными устройствами.

Рекуперация

В модуле частотного преобразователя, ответственного за рекуперацию энергии, используется управляемый выпрямитель, подающий энергию регенерации обратно в сеть. Данный метод применяется преимущественно при работе преобразователя с двигателем.

Зачастую энергия, получаемая при рекуперации, меньше потерь, происходящих за счет работы управляемого выпрямителя. Именно в связи с этим регенеративные преобразователи экономичны только при высоких мощностях, причем следует учитывать цикл нагрузки и множество ограничений, например, таких, как частое разъединение.

Перед вложением средств в покупку и установку рекуперационных систем или объединение модулей по звену постоянного тока операторам системы следует провести тщательную проверку ее работы и соответствующие вычисления. Количество генерируемой энергии зачастую переоценивается. Для правильной оценки экономичности следует точно определить часть рабочего цикла, в которой система работает в регенеративном режиме, а также среднюю энергию торможения системы. В большинстве случаев, как с экономической, так и с экологической точек зрения рекомендуется использование тормозных резисторов, а не энергии, генерируемой в процессе торможения.



Оптимизация системы:

оценка целостной системы и источников экономической выгоды

60%

ДОСТИЖИМО

при оптимизации всей системы

В системах приводов возможно достижение приблизительно десятипроцентной экономии при условии использования более эффективных двигателей. Работа с контролем скорости позволяет сэкономить около 30%. Однако наибольшая экономия - вплоть до 60% - может быть достигнута при помощи оптимизации всей системы в целом.

Таким образом, операторам следует тщательно оценивать влияние каждой из принимаемых мер на работу всей системы. Именно поэтому необходимо всегда проверять возможность совмещения различных энергосберегающих подходов, включая выбор оптималь-

ной схемы прокладки труб при конверсии и использование программируемых функций современных частотных преобразователей.

Потенциал экономии энергии в разных секторах сильно отличается. Так, к примеру, потребность в технологическом тепле в промышленном секторе гораздо выше, чем в коммерческом.

В большинстве случаев наибольшая экономия возможна в области с наибольшим энергопотреблением. Промышленность потребляет приблизительно 43% всей электроэнергии, в то время как коммерческие, торговые

предприятия и предприятия сферы услуг потребляют «всего» 23% электроэнергии.

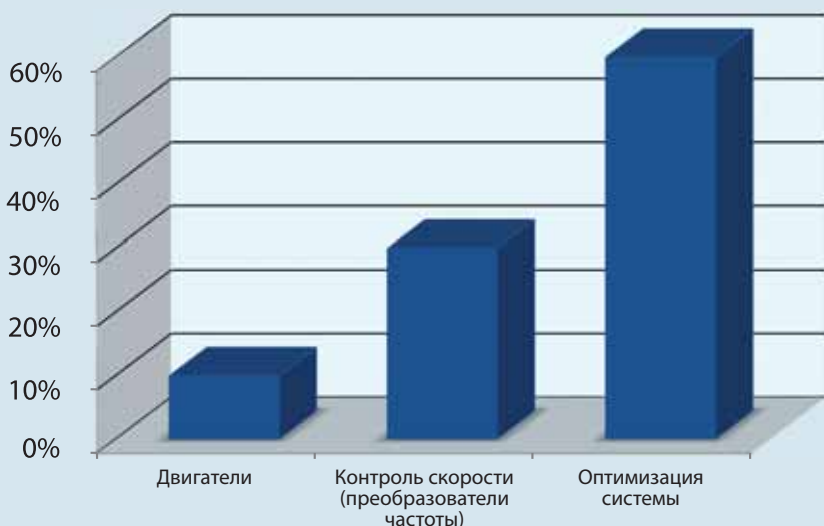
Также для экономии чрезвычайно важны детализация систем и специальные знания операторов, т.к. они позволяют определить потенциал энергосбережения в самых различных отраслях. Только при наличии таких знаний и опыта возможна грамотная оценка необходимости различных действий для повышения экономичности системы.

Вне зависимости от того, является система новой или уже существует, перед принятием каких-либо энергосберегающих мер необходимо установить «текущий статус» всей системы.

Это помогает определить, какие решения следует использовать, и впоследствии убедиться, привела ли принятая мера к желаемому результату - то есть, иными словами, полностью использовать потенциал энергосбережения.

Если оптимизация системы невозможна, быстрым и эффективным решением является использование частотных преобразователей для контроля скорости. Этот вариант подходит и для уже существующих систем.

Экономия при оптимизации



Снижение расходов на протяжении всего жизненного цикла системы

Частотные преобразователи позволяют сэкономить не только затраты на электроэнергию



Частотные преобразователи воплощают в себе новейшие из доступных технологий, а их использование повсеместно возрастает. Тем не менее, помимо технических аспектов, перед принятием инвестиционных решений следует уделять внимание также коммерческим и логистическим проблемам во избежание неэкономичных и неэффективных действий.

Согласно самым современным исследованиям, начальная стоимость продукта составляет только 10% от общих затрат в течение всего жизненного цикла. До 90% стоимости составляют эксплуатационные расходы, включая стоимость электроэнергии, обслуживание и ремонт. Помимо этого, существенный вклад вносит стартовая стоимость систем кондиционирования воздуха, заглушек и фильтров электросети.

Стоимость жизненного цикла и совокупная стоимость владения - широко применяемые методы вычисления общей стоимости системы. В данных методах учитываются не только начальная стоимость продукта, но также и прочие расходы, включая расходы на электроэнергию, ремонт и обслуживание. Соответственно,купаемое по высокой цене устройство может оказаться более экономичным на всем жизненном цикле, чем устройство с низкой стартовой стоимостью.

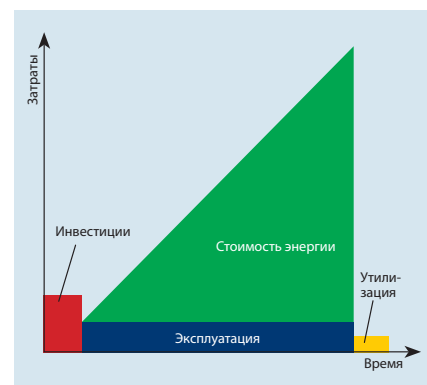
В оценку можно также включать доступность того или иного продукта, так как, к примеру, остановка одного устройства в цепочке может вызывать

существенные финансовые потери в связи с простоем всей цепочки. Для защиты от подобных событий оператору необходимо иметь полный комплект запасных частей и устройств. Один из факторов, определяющих необходимое количество запчастей - скорость, с которой производитель способен поставлять новые устройства взамен поврежденных.

Профилактическое обслуживание снижает затраты

Еще одной привлекательной особенностью современных частотных преобразователей является поддержка многофункциональности, позволяющей операторам снижать затраты на внешние компоненты и сложные кабельные системы. В то же время, мягкий старт, являющийся неотъемлемым атрибутом частотных преобразователей, защищает моторы и системные компоненты от повреждений, увеличивая время жизни оборудования и снижая затраты на обслуживание и ремонт.

Защитные функции преобразователей частоты позволяют защищать компоненты системы, а также увеличивать интервал обслуживания за счет раннего обнаружения износа и повышать эксплуатационные характеристики оборудования.



Начальная стоимость продукта обычно составляет только 10% от общих затрат в течение всего жизненного цикла. Повышенные инвестиции в энергосберегающее оборудование часто быстро окупаются.

90%

СОВОКУПНОЙ СТОИМОСТИ

может быть отнесена к затратам на эксплуатацию



Экологичность

Изделия VLT® изготавливаются с учетом безопасности и благополучия людей и окружающей среды.

Все виды деятельности планируются и выполняются с учетом индивидуальности каждого работника, рабочей среды и внешних условий. Производственный процесс осуществляется с минимальным уровнем шума, дыма и других загрязнений, кроме того, разработан экологически безопасный способ утилизации изделий.

Глобальный договор ООН

Компания Danfoss подписала Глобальный договор ООН по социальной и экологической безопасности, т. о., наши компании при работе несут ответственность перед местным населением.

Директивы ЕС

Все заводы проходят сертификацию согласно стандарту ISO 14001. При изготовлении изделий соблюдаются все Директивы ЕС по общей безопасности изделий и механического оборудования. Компания Danfoss Drives выполняет при изготовлении изделий всех серий Директиву ЕС по вредным веществам, используемым в электрическом и электронном оборудовании (правила, ограничивающие содержание вредных веществ), и проектирует все новые серии изделий согласно Директиве ЕС об отходах электрического и электронного оборудования.

Энергосбережение

Годовое энергосбережение от наших приводов VLT®, изготовленных за год, равняется энергии, выработанной на большой электростанции. В то же время усовершенствованное управление процессом улучшает качество изделия, а также сокращает объем отходов и износ оборудования.

Информация о VLT®

Компания Danfoss Drives является мировым лидером среди поставщиков специальных приводов и продолжает наращивать свое присутствие на рынке.

Специализация на приводах

Слово «специализация» является определяющим с 1968 года, когда Компания Danfoss представила первый в мире регулируемый привод для двигателей переменного тока, изготовленный серийно, и назвала его VLT®.

Две тысячи пятьсот работников компании занимаются разработкой, изготовлением, продажей и обслуживанием приводов и устройств плавного пуска более чем в ста странах, специализируясь только на приводах и устройствах плавного пуска.

Разумность и новаторство

Разработчики компании Danfoss Drives используют общепринятые модульные принципы как при разработке, так и при проектировании, производстве и настройке.

Перспективные решения разрабатываются параллельно, с использованием специальных технологических платформ. Это позволяет одновременно разрабатывать все элементы, тем самым сокращая время вывода на рынок, а также обеспечивает заказчикам возможность постоянно пользоваться преимуществами самых последних технических достижений.

Доверьтесь специалистам

Мы берем на себя ответственность за каждый элемент наших изделий. То, что мы разрабатываем и изготавливаем свои собственные элементы, аппаратные средства, программное обеспечение, силовые модули, печатные платы и вспомогательные приспособления, является гарантией надежности наших изделий.

Оказание поддержки в мировом масштабе

Устройства управления двигателями VLT® применяются в установках по всему миру, при этом специалисты компании Danfoss Drives, находящиеся более чем в 100 странах, готовы оказать помощь своим заказчикам советами по применению и обслуживанию оборудования, где бы они ни находились.

Специалисты компании Danfoss Drives постоянно совершенствуют конструкцию привода, чтобы удовлетворить все запросы заказчиков.



Адрес: ООО Данфосс, Россия, 143581, Московская обл., Истринский район, Павловская Слобода, деревня Лешково, 217, Телефон: (495) 792-57-57, факс: (495) 792-57-63. E-mail: mc@danfoss.ru, www.danfoss.ru
Danfoss T.o.v., 15/15/6 Vikentiya Khvoiki Str., 04080 Kyiv 080, Ukraine, Tel: +380 44 4618700, E-mail: ua_postmaster@danfoss.com, www.danfoss.ua

Danfoss не несет ответственности за возможные ошибки в каталогах, брошюрах и других печатных материалах. Danfoss оставляет за собой право вносить изменения в продукцию без предварительного уведомления. Это относится также к уже заказанной продукции, если только вносимые изменения не требуют соответствующей коррекции уже согласованных спецификаций. Все торговые марки в данном документе являются собственностью соответствующих компаний. Название и логотип Danfoss являются собственностью компании Danfoss A/S. Все права защищены.

