

Преобразователь частоты **Курс «Энергосбережение»**

В этом курсе приведена информация о том, как преобразователи частоты позволяют экономить энергию.

Введение **Цель курса**

Занятия этого курса позволят ответить на следующие вопросы.

- Как двигатель с питанием от преобразователя частоты может экономить энергию?
- Как высокоэффективные двигатели позволяют дополнительно экономить энергию?

Для прохождения этого курса необходимы базовые знания преобразователя частоты. Рекомендуется предварительно пройти начальный курс «Оборудование FA для начинающих (преобразователи частоты)».

Введение Структура курса

Данный курс состоит из перечисленных ниже глав.

Рекомендуется пройти их изучение в последовательно, начиная с главы 1.

Глава 1. Тенденции в энергосбережении

Знакомство с тенденциями в области энергосбережения.

Глава 2. Принцип экономии энергии с использованием преобразователей частоты

Знакомство с принципом экономии энергии и причинами использования преобразователей частоты для достижения этой цели.

Глава 3. Функции энергосбережения в частотно-регулируемых приводах серии FR-F800/700

Знакомство с функциями энергосбережения в частотно-регулируемых приводах серии FR-F800/700.

Глава 4. Требования к высокоэффективным двигателям

Знакомство с требованиями к высокоэффективным двигателям.

Глава 5. Серия Superline Premium SF-PR

Знакомство с серией Superline premium SF-PR.

Глава 6. Энергосбережение с преобразователями частоты и двигателями с внутренними постоянными магнитами

Знакомство с принципами энергосбережения при совместном использовании преобразователей частоты и двигателей с внутренними постоянными магнитами.

Заключительный тест

Проходной балл: не менее 60%

Введение**Как использовать этот инструмент электронного обучения**

Переход к следующей странице		Переход к следующей странице.
Возврат к предыдущей странице		Возврат к предыдущей странице.
Переход к требуемой странице		Появится экран «Содержание», с которого вы сможете перейти к требуемой странице.
Завершение обучения		Завершение обучения.

Введение **Меры предосторожности**



Меры безопасности

Если вы обучаетесь с использованием реальных изделий, внимательно изучите правила техники безопасности, приведенные в соответствующих руководствах.

Меры предосторожности относительно данного курса

Приведенные снимки экрана используемого программного обеспечения для решения технических задач MELSOFT могут отличаться от фактических.

Глава 1 Тенденции в энергосбережении



В этой главе описаны тенденции в области энергосбережения и доля использования энергии двигателями в мировом потреблении энергии.

1.1 Тенденции в энергосбережении

1.2 Доля использования энергии двигателями в мировом потреблении энергии

1.3 Подведение итогов

Увеличение средней температуры в мире вызывает опасения относительно проблем экологии, например нехарактерных изменений климата, снижения урожайности, влияния на экосистемы, изменения среды обитания из-за повышения уровня моря.

Чтобы предотвратить глобальное потепление (снизить выбросы CO₂), необходимо срочно принять меры по снижению энергопотребления.



■ Европа

- В 2001 году принята директива по поддержке производства электричества возобновляемыми источниками энергии на внутреннем рынке электричества.

Для стран были определены целевые значения количества энергии из возобновляемых источников.

- В 2009 году принята директива по поддержке использования энергии из возобновляемых источников.

Эта директива устанавливает цели для всех стран ЕС для достижения уровня использования энергии из возобновляемых источников около 20 % от общего потребления энергии в ЕС к 2020 году.

■ Франция

- В 2005 году принят Закон об энергетической политике.

Этот закон определяет следующие цели.

- Снижение выбросов парниковых газов на 75 % к 2050 году.
- Повышение энергоэффективности не менее чем на 2 % в среднем в год к 2015 году и на 2,5 % в среднем в год с 2015 по 2030 годы.

■ США

- В 2011 году принят закон штата под названием стандарты по развитию возобновляемых источников энергии (RPS).

RPS приняты тридцатью штатами и территориями для поддержки использования энергии из возобновляемых источников. Целью является розничная продажа 33 % электроэнергии из возобновляемых источников.

■ Китай

- В 2006 году принят Закон о возобновляемых источниках энергии.

Целью является розничная продажа 15 % электроэнергии из возобновляемых источников к 2020 году.

- В 2011 году был принят 12-й пятилетний план.

Этот план устанавливает в том числе следующие цели.

- Снижение выбросов CO₂ на 17 % к 2015 году.
- Повышение использования неископаемых источников энергии до уровня 11,4 % от общего энергопотребления.

1.2 Доля использования энергии двигателями в мировом потреблении энергии

Двигатели широко используются для самых разных применений.
 Например, они используются в следующем оборудовании.

- Оборудование для кондиционирования воздуха (для зданий, торговых центров, заводов и т. д.)
- Лифты/эскалаторы
- Станки
- Конвейеры
- Многоэтажные парковки

Так как двигатели широко используются в самом разном оборудовании, **потребляемая системами с электродвигателями энергия составляет 46 % мирового потребления энергии (около 55 % в Японии).**

Замена всех используемых в настоящее время двигателей энергосберегающими привела бы к значительному сокращению потребления энергии.

Доли мирового потребления энергии (21,4 трлн кВт·ч в 2010 году).



Источник: конференция MOTOR SUMMIT 2012 - публикация Key World Energy STATISTICS 2012

Доли потребления энергии в Японии (1 трлн кВт·ч в 2009 году).



Источник: IAE-0919107 (обзорный доклад за 2009 год о текущей ситуации относительно электропотребляющего оборудования)

В этой главе были рассмотрены следующие вопросы.

Вопросы

Тенденции в энергосбережении	Увеличение средней температуры в мире вызывает опасения относительно проблем экологии, например нехарактерных изменений климата, снижения урожайности, влияния на экосистемы, изменения среды обитания из-за повышения уровня моря. Чтобы предотвратить глобальное потепление (снизить выбросы CO ₂), необходимо срочно принять меры по снижению энергопотребления.
Доля использования энергии двигателями в общем потреблении энергии в Японии	Так как двигатели широко используются в самом разном оборудовании, потребляемая системами с электродвигателями энергия составляет 46 % мирового потребления энергии. Замена всех используемых в настоящее время двигателей энергосберегающими привела бы к значительному сокращению потребления энергии.

Глава 2**Принцип экономии энергии с использованием преобразователей частоты**

В этой главе описан принцип экономии энергии с использованием преобразователей частоты.

2.1 Изменение скорости вращения стандартных двигателей

2.2 Управление стандартными двигателями с использованием преобразователей частоты

2.3 Кривые крутящего момента нагрузки

2.4 Принцип расчета энергосбережения

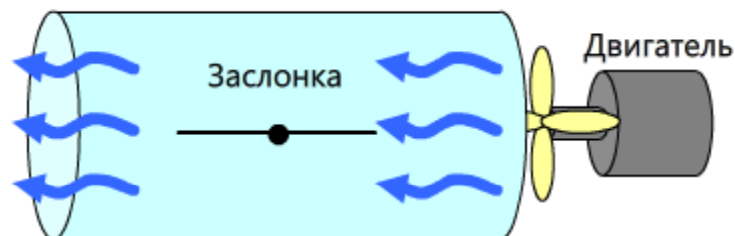
2.5 Подведение итогов

2.1 Изменение скорости вращения стандартных двигателей

Регулирование подачи воздуха при питании от сети общего пользования

Регулирование подачи воздуха осуществляется с использованием экранирующей пластины, называемой заслонкой.

Так как скорость вращения двигателя постоянна, уменьшение подачи воздуха не приводит к значительному снижению потребления энергии.



Скорость вращения стандартного двигателя обычно не регулируется. Скорость вращения двигателя можно изменить с использованием муфты, установленной между двигателем и нагрузкой и приводящей к проскальзыванию. Для уменьшения подачи воздуха или воды в случае нагрузки с переменным крутящим моментом обычно используются заслонки или клапаны.

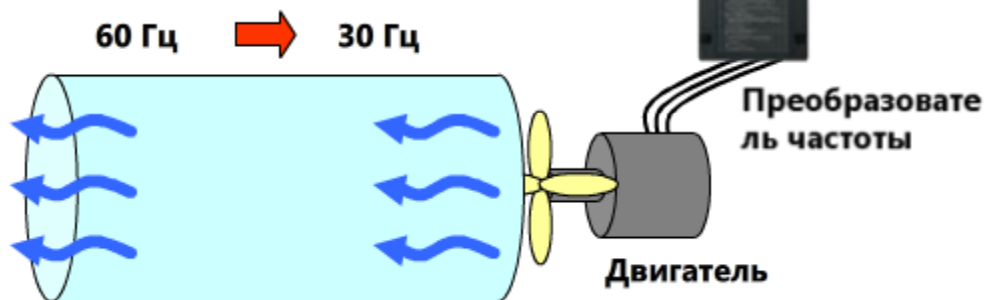
В связи с тем, что скорость вращения стандартного двигателя практически постоянна, при изменении скорости вращения нагрузки или подачи воздуха или воды мощность двигателя изменяется незначительно. Поэтому мощность, оставшаяся после вычитания потребляемой мощности из выходной мощности двигателя, выделяется в виде тепла на муфте или заслонке.

2.2 Управление стандартными двигателями с использованием преобразователей частоты

Регулирование подачи воздуха за счет изменения скорости вращения двигателя

Подача воздуха регулируется изменением скорости вращения двигателя. Для уменьшения скорости используется снижение выходной частоты.

Уменьшение подачи воздуха в этом случае приводит к значительной экономии энергии.

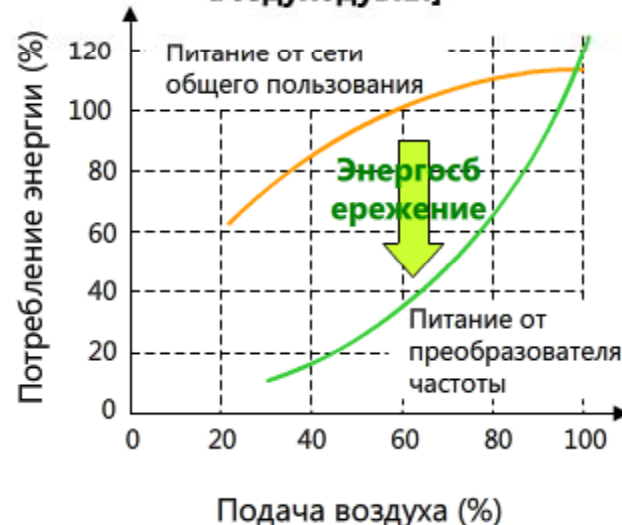


■ Как двигатели с питанием от преобразователя частоты могут экономить энергию?

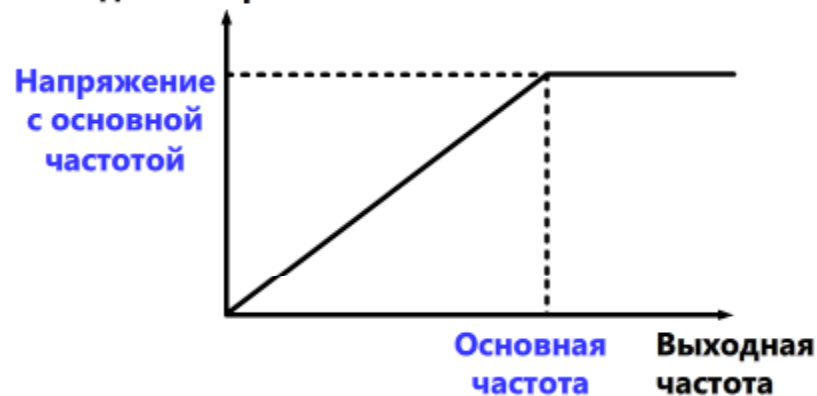
Если для двигателя с питанием от преобразователя частоты задается средняя скорость вращения, выходное напряжение уменьшается пропорционально скорости вращения двигателя. Это обеспечивает экономию энергии. Можно отметить, что питание и управление двигателем с регулируемой скоростью вращения с использованием преобразователя частоты могут снизить потребление энергии в любом применении.

Это значит, что питание и управление двигателем с регулируемой скоростью вращения с использованием преобразователя частоты могут сэкономить значительно больше энергии, чем питание стандартного двигателя от сети общего пользования и его торможение с целью снижения скорости вращения до средней.

[Характеристическая кривая работы воздуходувки]



Выходное напряжение



2.3

Кривые крутящего момента нагрузки

- **Постоянный крутящий момент нагрузки:** крутящий момент нагрузки изменяется незначительно даже при изменении скорости вращения двигателя.



Основные применения: конвейеры, транспортеры и т. д.



- **Постоянная выходная мощность:** при повышении скорости вращения крутящий момент уменьшается.



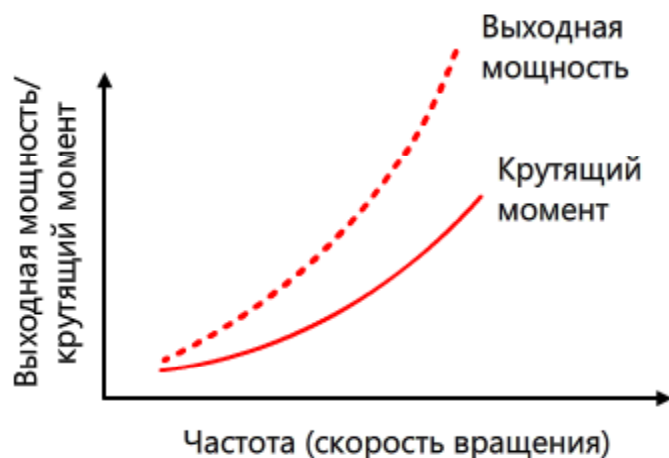
Основные применения: металлорежущие станки, намоточные станки и т. д.



2.3

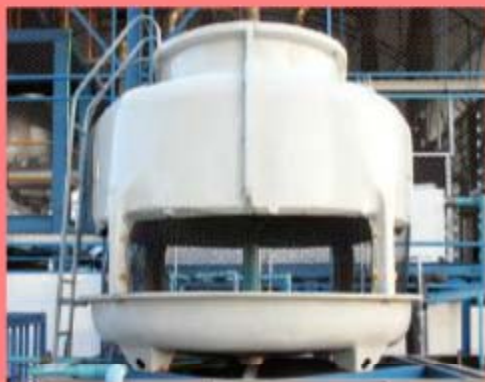
Кривые крутящего момента нагрузки

- **Переменный крутящий момент нагрузки:** при понижении скорости вращения крутящий момент уменьшается.



При управлении оборудованием с переменным крутящим моментом нагрузки с использованием преобразователя частоты ожидается повышенная экономия энергии по сравнению с управлением таким оборудованием от сети общего пользования.

Основные применения: вентиляторы, насосы, воздуховодки и т. д.



2.3

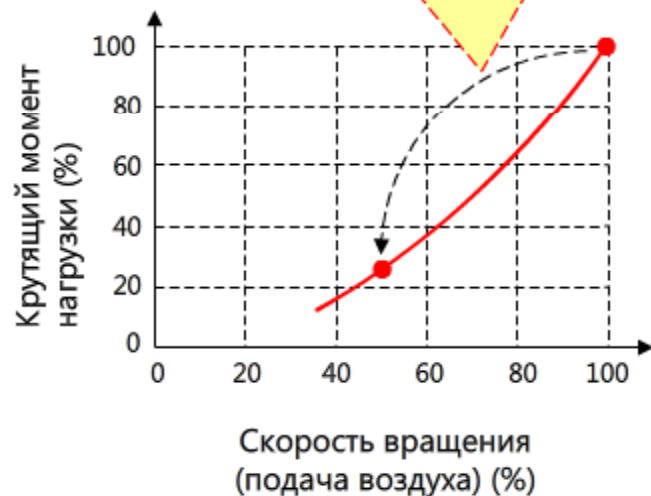
Кривые крутящего момента нагрузки

Для вентиляторов и насосов (переменный крутящий момент нагрузки)

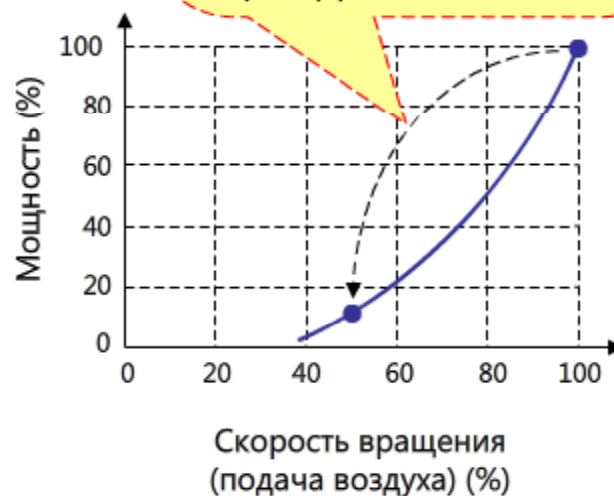
Крутящий момент нагрузки: пропорционален квадрату скорости вращения (подачи воздуха) $T \propto N^2$
 Мощность: пропорциональна кубу скорости вращения (подачи воздуха) $P \propto N^3$

Как показано на следующих графиках, снижение скорости вращения на 50 % приводит к уменьшению мощности двигателя до уровня $(1/2)^3 = 1/8$.

Снижение скорости вращения до уровня 1/2 приводит к уменьшению крутящего момента нагрузки до уровня 1/4.



Снижение скорости вращения до уровня 1/2 приводит к уменьшению мощности двигателя до уровня 1/8. Это позволяет ожидать значительного повышения энергоэффективности.



2.4**Принцип расчета энергосбережения**

Общую экономию затрат на электроэнергию за год можно вычислить, рассчитав разницу в годовом потреблении энергии двигателем с питанием от сети общего пользования и двигателем с питанием от преобразователя частоты. Подробные сведения о способе расчета приведены в *ТЕХНИЧЕСКОМ ПРИМЕЧАНИИ № 27, «РАСЧЕТ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ЧАСТОТЫ».*

В этой главе были рассмотрены следующие вопросы.

Вопросы

Изменение скорости вращения стандартных двигателей	Регулирование подачи воздуха осуществляется с помощью экранирующей пластины, называемой заслонкой. Так как скорость вращения двигателя постоянна, уменьшение подачи воздуха не приводит к значительному снижению потребления энергии.
Управление стандартными двигателями с использованием преобразователей частоты	Подача воздуха регулируется изменением скорости вращения двигателя. Для уменьшения скорости используется снижение выходной частоты. Уменьшение подачи воздуха в этом случае приводит к значительной экономии энергии.
Кривые крутящего момента нагрузки	При управлении оборудованием с переменным крутящим моментом нагрузки (например, вентилятор, насос, воздуходувка) с использованием преобразователя частоты ожидается повышенная экономия энергии по сравнению с управлением таким оборудованием от сети общего пользования, так как мощность в первом случае снижается до уровня 1/8.
Принцип расчета энергосбережения	Важно вычислить общую экономию затрат на электроэнергию за год. Для этого необходимо рассчитать разницу в годовом потреблении энергии двигателем с питанием от сети общего пользования и двигателем с питанием от преобразователя частоты.

В этой главе описаны частотно-регулируемые приводы серии FR-F800 и FR-F700PJ и их функции, позволяющие экономить энергию.

- 3.1 Обзор частотно-регулируемых приводов серии FR-F800 и FR-F700PJ
- 3.2 Работа с повышенной экономией энергии
- 3.3 Совместимость с двигателями других производителей
- 3.4 Уменьшение потребления мощности в режиме ожидания
- 3.5 Краткий обзор энергосбережения
- 3.6 Подведение итогов

В этой главе для указания серий частотно-регулируемых приводов, для которых доступна функция энергосбережения, используются следующие обозначения.

Обозначение	Соответствующий преобразователь частоты
F800	FR-F800
F700PJ	FR-F700PJ

3.1 Обзор частотно-регулируемых приводов серии FR-F800 и FR-F700PJ

■ Серия FR-F800 – преобразователи частоты следующего поколения с усовершенствованным регулированием для более эффективного энергосбережения

Преобразователи частоты серии FR-F800 просты и безопасны в использовании. Они подходят для широкого ряда применений с энергосбережением и обладают набором функций, специально созданных для работы с вентиляторами и насосами.

FR-F800 – это энергосберегающие преобразователи частоты следующего поколения, которые прекрасно подходят для вентиляторов и насосов.

- Недавно разработанная усовершенствованная система оптимального регулирования возбуждения обеспечивает повышенный пусковой момент и сохраняет тот же коэффициент полезного действия двигателя, как при использовании обычной системы оптимального регулирования возбуждения.
- Поддерживаются стандартные двигатели и двигатели с внутренними постоянными магнитами. Двигатели с внутренними постоянными магнитами обеспечивают повышенное энергосбережение по сравнению со стандартными двигателями. Используя один параметр, можно выбрать стандартный двигатель или двигатель с внутренними постоянными магнитами.
- Функция настройки обеспечивает поддержку преобразователем частоты двигателей общего назначения и двигателей с постоянными магнитами других производителей^(*), что расширяет диапазон применений преобразователя частоты для энергосбережения.
- При использовании внешнего источника питания 24 В постоянного тока входной сигнал MC (блок управления двигателем) можно отключить после останова двигателя и включить до его запуска. Преобразователь частоты обеспечивает самостоятельное управление питанием, чтобы уменьшить потребление мощности в режиме ожидания.

*1: в зависимости от характеристик используемого двигателя настройка может не быть целесообразной.



■ Серия FR-F700PJ – компактные преобразователи частоты, подходящие для систем кондиционирования воздуха

Энергосберегающие функции специально созданы для работы с вентиляторами и насосами. Конструкция со встроенным фильтром имеет малые размеры и небольшое число проводов.

- Система регулирования скорости вращения позволяет управлять подачей воздуха с экономией энергии.
- Эффективность энергосбережения можно проверить на мониторе энергосбережения или по прямоугольному сигналу выходной мощности.
- Поддерживаются стандартные двигатели и двигатели с внутренними постоянными магнитами. Двигатели с внутренними постоянными магнитами обеспечивают повышенное энергосбережение по сравнению со стандартными двигателями. Используя один параметр, можно выбрать стандартный двигатель или двигатель с внутренними постоянными магнитами.



Недавно разработанная усовершенствованная система оптимального регулирования возбуждения обеспечивает повышенный пусковой момент и сохраняет тот же коэффициент полезного действия двигателя, как при использовании обычной системы оптимального регулирования возбуждения. Возможно быстрое ускорение без длительной настройки параметров (например, повышения крутящего момента, времени ускорения и замедления). Энергосбережение при максимальном КПД двигателя возможно во время работы с постоянной скоростью вращения.



3.3 Совместимость с двигателями других производителей F800

Функция автоматической настройки в автономном режиме позволяет измерять параметры цепи двигателя для достижения оптимального управления двигателями даже при изменении постоянного двигателя, использовании двигателя другого производителя, слишком длинных проводах. Как и для двигателей Mitsubishi общего назначения и двигателей Mitsubishi с постоянными магнитами (MM-EFS, MM-THE4), для двигателей общего назначения* и двигателей с постоянными магнитами* других производителей доступна работа без датчиков. Функция настройки позволяет использовать усовершенствованную систему оптимального регулирования возбуждения для двигателей общего назначения* других производителей, что расширяет возможности таких двигателей в применениях с энергосбережением.

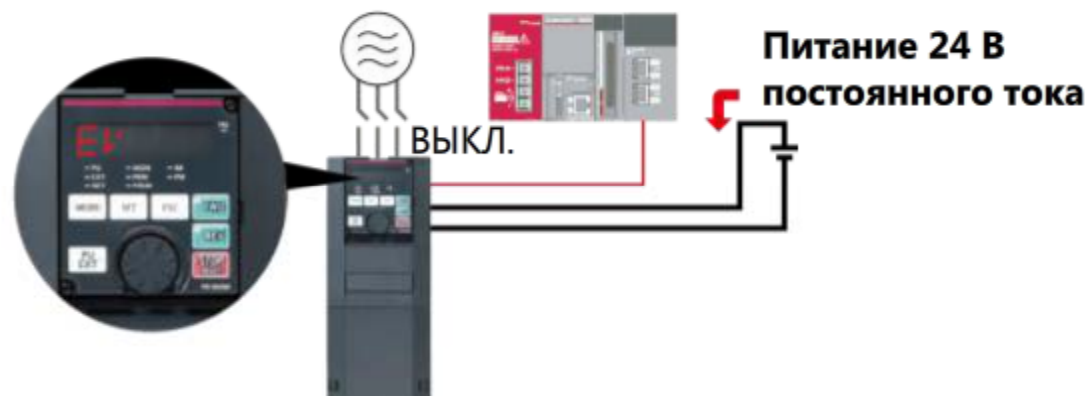
*: в зависимости от характеристик используемого двигателя настройка может быть недоступна.



3.4 Уменьшение потребления мощности в режиме ожидания

Кроме входов управляющего питания R1 и S1 (переменный ток) имеется также вход 24 В постоянного тока. Благодаря тому, что внешнее питание 24 В постоянного тока позволяет контуру регулирования работать независимо, установка параметров и связь доступны даже после отключения двигателя от сети. Это позволяет снизить потребление энергии в режиме ожидания и обеспечить безопасное проведение технического обслуживания.

F800



- При использовании внешнего источника питания 24 В постоянного тока входной сигнал МС (блок управления двигателем) можно отключить после останова двигателя и включить до его запуска. Преобразователь частоты обеспечивает самостоятельное управление питанием, чтобы уменьшить потребление мощности в режиме ожидания.
- Охлаждающий вентилятор преобразователя частоты может включаться и выключаться при изменении температуры охлаждающих ребер преобразователя частоты. Так как работа охлаждающего вентилятора преобразователя частоты может сопровождаться выводом сигналов, возможна синхронная работа установленного на панели вентилятора. Это позволяет избежать нецелесообразного потребления энергии во время простоя двигателя.

F800

F800

F700PJ

- Доступен монитор энергосбережения. Величину экономии электроэнергии можно оценить с помощью панели управления. Также эти данные доступны по сети или через встроенный выход преобразователя частоты.
- Количество выходной мощности, измеренное преобразователем частоты, может выводиться импульсно на модуль-счетчик электроэнергии.
- Модуль измерения энергии Mitsubishi позволяет отображать, измерять, суммировать сэкономленную электроэнергию.



3.6**Подведение итогов**

В этой главе были рассмотрены следующие вопросы.

Вопросы

Обзор частотно-регулируемых приводов серии FR-F800 и FR-F700P1	Поддерживаются стандартные двигатели и двигатели с внутренними постоянными магнитами.
Работа с повышенной экономией энергии	Обеспечение повышенного пускового момента при сохранении такого же коэффициента полезного действия двигателя, как при использовании обычной системы оптимального регулирования возбуждения.
Совместимость с двигателями других производителей	Функция автоматической настройки для расчета постоянных двигателя гарантирует работу двигателей с оптимальными характеристиками даже при наличии расхождений в постоянных двигателях, использовании двигателей других производителей, использовании слишком длинных проводов.
Уменьшение потребления мощности в режиме ожидания	Внешнее питание 24 В постоянного тока позволяет контуру регулирования работать независимо, что уменьшает потребление мощности в режиме ожидания.
Краткий обзор энергосбережения	Доступен монитор энергосбережения, а количество выходной мощности может выводиться импульсно. Можно проверить оценить экономию электроэнергии.

Глава 4 Требования к высокоэффективным двигателям

В этой главе описаны требования, связанные с высокоэффективными двигателями.

4.1 О требованиях к высокоэффективным двигателям

4.2 Что такое IE?

4.3 Предъявляемые в мире требования к высокоэффективным двигателям

4.4 Подведение итогов

4.1 О требованиях к высокоэффективным двигателям

Чтобы достичь значительной экономии энергии, можно повысить КПД двигателей или использовать двигатели совместно с преобразователями частоты. По оценкам около 60 % мирового потребления электроэнергии приходится на двигатели, поэтому эти улучшения могут значительно повысить экономию энергии. Требование обязательного использования высокоэффективных двигателей распространяется во всем мире из-за повышения осведомленности о том, что необходимо экономить энергию, чтобы предотвратить глобальное потепление.



4.2 Что такое IE?

IE – это сокращенное название международного стандарта уровней эффективности (International Efficiency), определяющего международные стандарты эффективности двигателей.

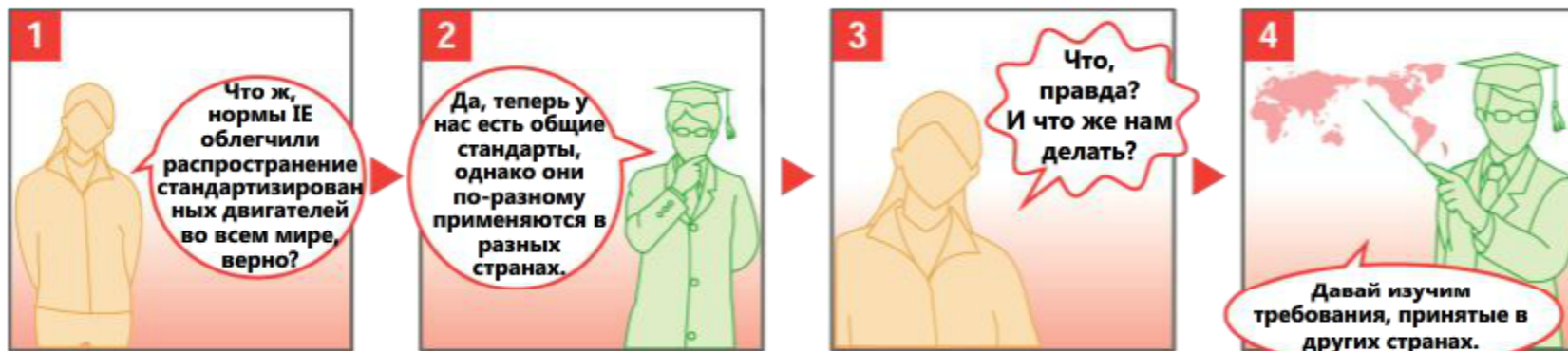
Общая тенденция повышения эффективности сопровождается растущим спросом на высокоэффективные двигатели. Чтобы увеличить использование высокоэффективных двигателей во всем мире, потребовалось объединить стандарты эффективности двигателей, которые ранее были определены в разных странах.

В октябре 2008 года Международная электротехническая комиссия (МЭК) приняла международный стандарт IEC 60034-30 (классы эффективности односкоростных асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором). Этот стандарт определяет нормы IE. Нормы IE включают четыре класса.

↑ Низкая Эффективность ↓ Высокая

Класс эффективности IEC 60034-30	Эффективность двигателей Mitsubishi	
	Двигатель общего назначения	Двигатель с внутренними постоянными магнитами
IE4 (супер-премиум) ^{*3}	—	Высокоэффективный премиум-двигатель с внутренними постоянными магнитами (M-EFS, MM-THE4)
IE3 (премиум)	Серия Superline premium (SF-PR)	—
IE2 (повышенный)	Серия Superline eco (SF-HR)	—
IE1 (нормальный)	Серия Superline (SF-JR)	—
Ниже классом	—	—

^{*3} Сведения о классе IE4 определены в стандарте IEC 60034-31.



4.3 Предъявляемые в мире требования к высокоэффективным двигателям



Европа

Начиная с 16 июня 2011 года в Европе введены нормы, требующие использования двигателей с уровнем эффективности не менее IE2. Эти требования, однако, не распространяются на тормозные двигатели, двигатели, рассчитанные на работу при полном погружении в жидкость, встроенные в изделия двигатели (если энергоэффективность нельзя проверить отдельно), а также двигатели, рассчитанные на работу в определенной среде (например, на высоте более 1000 м над уровнем моря или при температуре окружающего воздуха выше 40 °C). Если двигатель будет использоваться в Европе, важно проверить его технические характеристики. Эти нормы были обновлены 1 января 2015 года и определили, что двигатели мощностью от 7,5 кВт до 375 кВт должны соответствовать уровню эффективности IE3. С 1 января 2017 года двигатели мощностью от 0,75 до 375 кВт должны соответствовать уровню эффективности IE3. Возможно применение двигателей SF-PR-EU нашей компании.



Китай

1 июля 2011 года были введены нормы, требующие применения двигателей класса GB2 (эквивалент IE2) вместо используемого ранее класса GB3 (эквивалент IE1). Нормы также применимы к двигателям взрывобезопасного исполнения. Так как нормы применяются к доступным в продаже двигателям, важно следить за изменениями этих норм. 1 января 2016 года были введены нормы, которые определили, что двигатели мощностью от 7,5 до 375 кВт должны соответствовать уровню эффективности класса GB2 (эквивалент IE3). С 1 января 2017 года двигатели мощностью от 0,75 до 375 кВт должны соответствовать уровню эффективности GB2 (IE3). Возможно применение двигателей SF-PR-CN нашей компании.

4.3 Предъявляемые в мире требования к высокоэффективным двигателям



Корея

В июле 2008 года были приняты нормы, требующие применения двигателей с уровнем эффективности, эквивалентным IE2. Сертификация обязательна только для компаний, заводы которых расположены в Корее. Эти нормы были обновлены 1 января 2015 года и определили, что двигатели должны соответствовать уровню эффективности IE3. Диапазон мощности двигателей, на которые распространяются эти нормы, будет расширяться в несколько этапов. Возможно применение двигателей SF-PR-KR нашей компании.



США

На двигатели ранее распространялись требования, установленные Законом об энергетической политике (EPAAct), предусматривающим повышенную энергоэффективность, эквивалентную IE2. В декабре 2010 года на смену Закону об энергетической политике пришел Закон об энергетической независимости и безопасности (EISA). В силу вступили следующие основные изменения.

- Двигатели должны соответствовать уровню эффективности, эквивалентному IE3, вместо применявшегося ранее уровня IE2.
- Нормы были расширены так, что уровень эффективности IE2 стал обязательным для двигателей, на которые раньше не распространялся Закон об энергетической политике.

Возможно применение двигателей SF-PR нашей компании.



Канада

С января 2011 года в Канаде следом за США был принят ряд норм, направленных на повышение энергоэффективности двигателей.



Мексика

Переработанные нормы энергоэффективности двигателей вступили в силу в январе 2011 года. В Северной и Центральной Америке была предпринята попытка повышения уровня энергоэффективности в рамках норм, аналогичных принятым в США. Однако при экспорте двигателей необходимо обращать внимание на исключения из принятых правил. Возможно применение двигателей SF-PR-MX нашей компании.



Бразилия

Бразилия входит в состав БРИКС и занимает 8-е место в мире по потреблению энергии от первичных источников. С 8 декабря 2009 года двигатели должны иметь практически такой же класс, как того требует Закон об энергетической политике (т. е. эквивалентно IE2). Кроме того, сертифицированные изделия должны иметь соответствующую маркировку.



Япония

Дальнейшее совершенствование энергоэффективных двигателей обсуждается в стране с ноября 2009 года. В 2012 году в Законе об энергосбережении были озвучены критерии оценки энергоэффективности, а в апреле 2015 года был принят Закон о рациональном использовании энергии (Закон об энергосбережении). Поэтому поставляемые двигатели должны отвечать требованиям стандартов японской программы высшего качества. Возможно применение двигателей SF-PR нашей компании.

4.4

Подведение итогов



В этой главе были рассмотрены следующие вопросы.

Вопросы

Требования к высокоэффективным двигателям	Во всем мире распространяется требование обязательного использования высокоэффективных двигателей.
Что такое IE?	IE – это сокращенное название международного стандарта уровней эффективности (International Efficiency), определяющего международные стандарты эффективности двигателей. В октябре 2008 года МЭК приняла международный стандарт IEC 60034-30 (классы эффективности односкоростных асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором), в котором были определены коды IE.
Предъявляемые в мире требования к высокоэффективным двигателям	Все больше стран в мире вводят требования к высокоэффективным двигателям; однако Япония немного отстает от Европы и США в принятии соответствующих норм.

Глава 5 Серия Superline Premium SF-PR

В этой главе описаны двигатели серии superline premium SF-PR, отвечающие требованиям к классу эффективности IE3 (премиум).

При использовании с преобразователем частоты FR-A800 двигатель постоянно работает с низкой скоростью вращения.

5.1 Сравнение эффективности энергосбережения двигателей SF-PR и SF-JR

5.2 Двигатели SF-PR эффективнее работают с преобразователями частоты серии FR-F800

5.3 Оценка эффекта экономии электроэнергии двигателя SF-PR

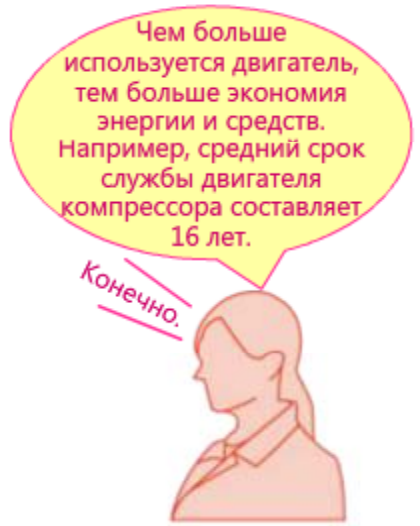
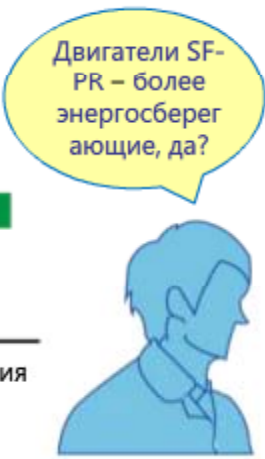
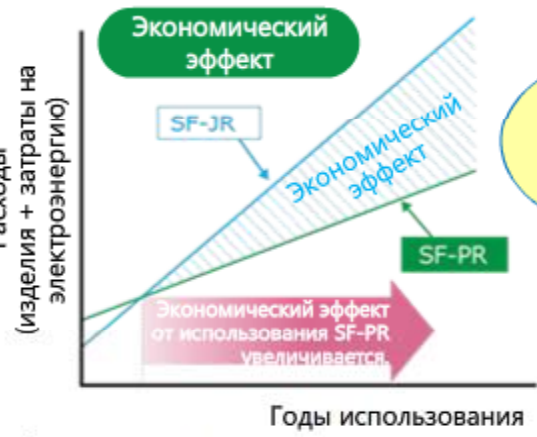
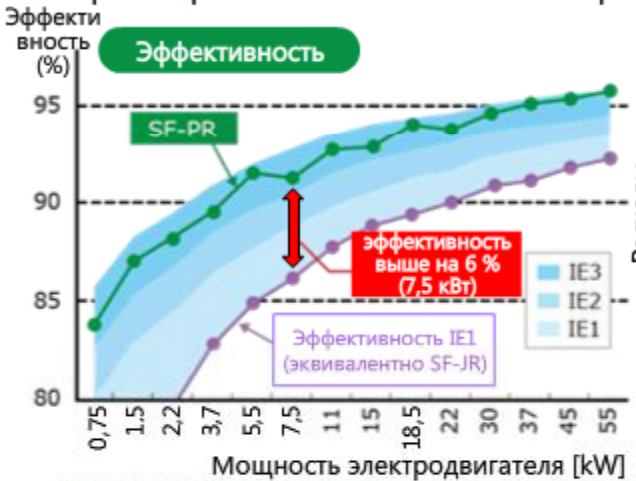
5.4 Моделирование стоимости жизненного цикла двигателя SF-PR

5.5 Модельный ряд двигателей SF-PR

5.6 Подведение итогов

5.1 Сравнение эффективности энергосбережения двигателей SF-PR и SF-JR

Двигатели SF-PR, отвечающие требованиям стандартов японской программы высшего качества (эквивалент IE3), имеют энергоэффективность, на 6 % превышающую энергоэффективность стандартных двигателей SF-JR (7,5 кВт). Энергосбережение может снизить затраты на электроэнергию и эксплуатационные расходы.



Годовая экономия (затраты на электроэнергию)

$$\text{Выходная мощность (кВт)} \times \left(\frac{100}{\text{КПД имеющегося двигателя (\%)}} - \frac{100}{\text{КПД двигателя SF-PR (\%)}} \right) \times \text{Количество двигателей} \times \text{Часы использования (ч/день)} \times \text{Дни использования (дни/год)} \times \text{Затраты на электроэнергию (иены/кВт·ч)}$$

[для 7,5 кВт]

$$7,5 \text{ (кВт)} \times \left(\frac{100}{85,6 \text{ (\%)} \text{ SF-JR}} - \frac{100}{91,2 \text{ (\%)} \text{ SF-PR}} \right) \times 1 \text{ (двигатель)} \times 24 \text{ (ч/день)} \times 365 \text{ (дни/год)} \times 16 \text{ (иены/кВт·ч)}$$

С повышением эффективности на 6% можно добиться сокращения затрат на электроэнергию приблизительно на 75 000 иен в год.

Если используется 100 двигателей, в год можно экономить около 7,5 млн иен.

Расчет в японских иенах.

5.2 Двигатели SF-PR эффективнее работают с преобразователями частоты серии FR-F800

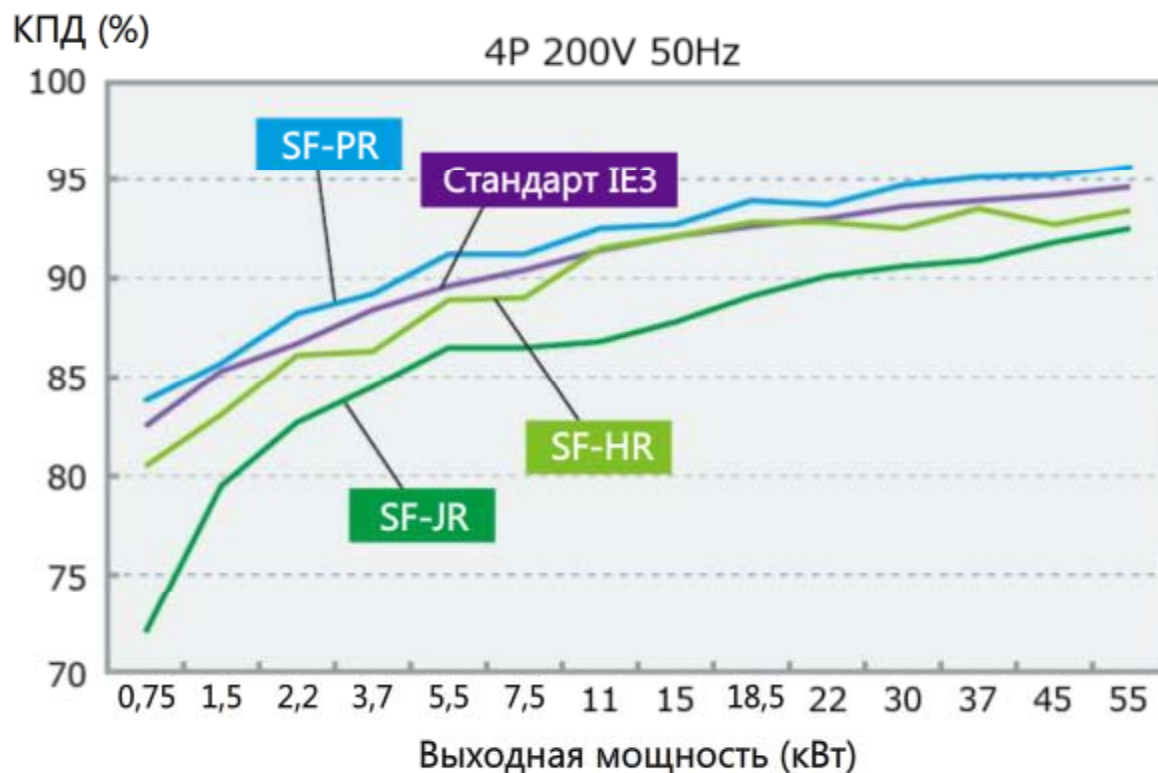
Если управлять двигателем SF-PR требуется с использованием преобразователя частоты FR-F800, необходимо только установить значения двигателя SF-PR (70, 73, 74) для параметра 71 (применяемый двигатель). Так как постоянные двигателей предварительно заданы в преобразователях частоты FR-F800, сложных настроек не потребуется.

Кроме обычных высокоэффективных энергосберегающих двигателей, они могут использоваться в качестве альтернативы двигателям с постоянным крутящим моментом, управляемым преобразователями частоты.

■ Идеальный высокоэффективный двигатель

Так как постоянные двигателей предварительно заданы в преобразователях частоты FR-F800, для энергосбережения достаточно установить несколько параметров двигателей.

Двигатели SF-PR, отвечающие требованиям стандартов японской программы высшего качества (эквивалент IE3), обеспечивают экономию энергии и снижают затраты на электроэнергию, уменьшая тем самым эксплуатационные расходы.



5.3 Оценка эффекта экономии электроэнергии двигателя SF-PR

■ Эффект экономии электроэнергии в проектируемом здании

(преобразователь частоты + двигатель общего назначения (SF-JR) → преобразователь частоты + двигатель общего назначения (SF-PR))

Условия	Режим работы	Эффект от замены обычной системы двигателями SF-PR с преобразователями частоты
<p>[Количество оборудования]</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Вентилятор (воздуходувка) <ul style="list-style-type: none"> 0,75 кВт × 3 шт. 1,5 кВт × 1 шт. 2,2 кВт × 3 шт. ● Кондиционер воздуха <ul style="list-style-type: none"> 15 кВт × 1 шт. 18,5 кВт × 1 шт. 30 кВт × 2 шт. 	<p>Подача воздуха (%)</p>  <p>5 475 ч/год</p> <ul style="list-style-type: none"> ● С двигателем SF-JR <ul style="list-style-type: none"> Около 250 000 кВт·ч Около 3,44 млн иен ● С двигателем SF-PR <ul style="list-style-type: none"> Около 230 000 кВт·ч Около 3,2 млн иен в год. 	<p>Эффект от замены обычной системы двигателями SF-PR с преобразователями частоты</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Ежегодный эффект энергосбережения (разница энергопотребления и затрат) <ul style="list-style-type: none"> Около 17 000 кВт·ч Около 240 000 иен  ● Годовое снижение выбросов CO₂ <ul style="list-style-type: none"> Около 17 000 кВт·ч 9,5 т

Расчет в японских иенах.

5.4 Моделирование стоимости жизненного цикла двигателя SF-PR

- **Условия использования** Мощность двигателя: 15 кВт; подача воздуха: 70 %;
 часы работы: 16 ч/день × 250 дней/год = 4 000 ч/год

	Стандартный двигатель с питанием от сети общего пользования (регулирование заслонкой)	Высокоэффективный двигатель с преобразователем частоты	Примечания
Мощность двигателя	15 кВт		Первоначальная стоимость системы управления с заслонкой совпадает со стандартной стоимостью стандартного двигателя. В первоначальную стоимость внедрения стандартного двигателя с преобразователем частоты или двигателя с внутренними постоянными магнитами и преобразователем частоты входит стандартная стоимость двигателя и стоимость установки (двигатель + преобразователь частоты) × 0,5.
Название модели преобразователя частоты	Не используется	FR-F840-15K	
Первоначальная стоимость	291 000 иен	1 396 800 иен	
Подача воздуха (%)	70 %		
Ежегодное потребление электроэнергии (кВт·ч)	64 800 кВт·ч	29 400 кВт·ч	
Ежегодные затраты на электроэнергию	907 200 иен	411 600 иен	14 иен/кВт·ч
Стоимость замены подшипников	120 000 иен	120 000 иен	Стоимость замены зависит от обстоятельств.
Интервал замены подшипников (*)	5 лет	5 лет	
Интервал замены преобразователя частоты		10 лет	
Разница в затратах на электроэнергию по сравнению с двигателем с внутренними постоянными магнитами	571 200 иен	75 600 иен	Ежегодный эффект энергосбережения после установки премиум-двигателя с внутренними постоянными магнитами
Разница в снижении выбросов CO ₂ (т) по сравнению с двигателем с внутренними постоянными магнитами	22,6 т	2,9 т	(1 000 кВт·ч ≈ 0,555 т выбросов CO ₂)
Стоимость жизненного цикла (в 1 000 иен)	14 259	8 153	Стоимость жизненного цикла 15 лет

(*) Срок службы смазки подшипников был увеличен.

Расчет в японских иенах.

Так как ротор редко выделяет тепло, температура подшипников поддерживается на низком уровне. Это продлевает срок службы смазки подшипников.

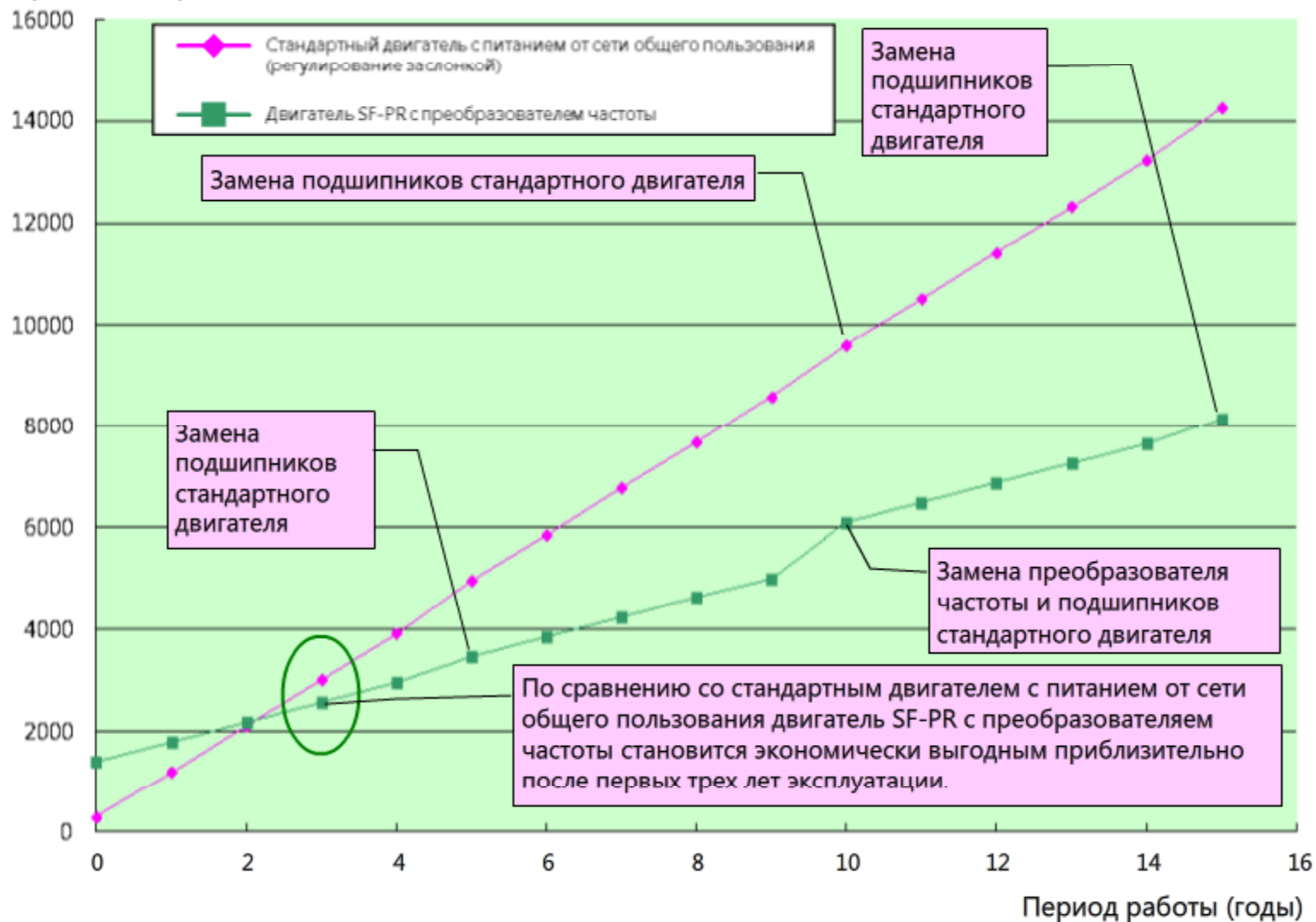
* Большое влияние на срок службы подшипников двигателя оказывает температура. По имеющимся оценкам, снижение температуры на 10°C удваивает срок службы.

5.4 Моделирование стоимости жизненного цикла двигателя SF-PR

■ **Условия использования** Мощность двигателя: 15 кВт; подача воздуха: 70 %;
 часы работы: 16 ч/день × 250 дней/год = 4 000 ч/год

Стоимость жизненного цикла (в 1 000 иен)

Расчет в японских иенах.



5.5 Модельный ряд двигателей SF-PR

Совместимость монтажных размеров (номеров корпуса) двигателей серий SF-PR и SF-JR облегчает замену двигателей.

■ Название модели



Знак	Конструкция	Знак	Защитная конструкция	Знак	Серия	Знак	Способ монтажа	Знак	Классификация	Знак	Классификация
S	Серия Superline	F	Закрытого типа	PR	Серия premium Стальной корпус	Не используется	Горизонтального типа с опорами	Не используется	Внутренней установки	Не используется	Без тормоза
						V	Вертикального типа	O	Наружной установки	P	С тормозом
						F	Фланцевого типа	P	Пыле-и водозащитное исполнение		

■ Доступные модели

Название модели		SF-PR			SF-PRV			SF-PRF		
Число полюсов		2P	4P	6P	2P	4P	6P	2P	4P	6P
Выходная мощность [кВт]	0,75	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	1,5	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	2,2	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	3,7	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	5,5	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	7,5	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	11	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	15	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	18,5	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	22	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	30	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	37	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	45	●	●	●	●	●	●	●	●	-
55	●	●	-	●	●	-	-	-	-	

В этой главе были рассмотрены следующие вопросы.

Вопросы

Сравнение эффективности энергосбережения двигателей SF-PR и SF-JR	Двигатели SF-PR, отвечающие требованиям стандартов японской программы высшего качества (эквивалент IE3), имеют энергоэффективность, на 6 % превышающую энергоэффективность стандартных двигателей SF-JR (7,5 кВт) Энергосбережение может снизить затраты на электроэнергию и эксплуатационные расходы.
Двигатели SF-PR эффективнее работают с преобразователями частоты серии FR-F800	Так как постоянные двигатели предварительно заданы в преобразователях частоты FR-F800, для энергосбережения достаточно установить несколько параметров двигателей. Двигатели SF-PR, отвечающие требованиям стандартов японской программы высшего качества (эквивалент IE3), обеспечивают экономию энергии и снижают затраты на электроэнергию, уменьшая тем самым эксплуатационные расходы.
Оценка эффекта экономии электроэнергии двигателя SF-PR	Замена стандартного двигателя (SF-JR) высокоэффективным двигателем (SF-PR) уменьшает затраты на электроэнергию и выбросы CO ₂ .
Моделирование стоимости жизненного цикла двигателя SF-PR	Первоначальная стоимость внедрения высокоэффективного двигателя (SF-PR) достаточно высока; однако благодаря высокой эффективности и пониженному энергопотреблению он становится более выгодным по сравнению с питанием двигателя от сети общего пользования (регулирование заслонкой) после первых двух лет эксплуатации.
Модельный ряд двигателей SF-PR	Совместимость монтажных размеров (номеров корпуса) двигателей серий SF-PR и SF-JR облегчает замену двигателей.

В этой главе описаны принципы энергосбережения при совместном использовании преобразователей частоты и двигателей с внутренними постоянными магнитами.

- 6.1 Что такое двигатель с внутренними постоянными магнитами?
- 6.2 Конструкция и принцип работы двигателей с внутренними постоянными магнитами
- 6.3 Двигатели с внутренними постоянными магнитами (MM-EFS и MM-THE4)
- 6.4 Почему двигатели с внутренними постоянными магнитами более эффективны по сравнению с асинхронными двигателями?
- 6.5 Сравнение эффективности привода с двигателем с внутренними постоянными магнитами и привода со стандартным двигателем
- 6.6 Моделирование стоимости жизненного цикла двигателя с внутренними постоянными магнитами
- 6.7 Оценка эффекта экономии электроэнергии двигателя с внутренними постоянными магнитами
- 6.8 Модельный ряд двигателей MM-EFS и MM-THE4
- 6.9 Подведение итогов

6.1 Что такое двигатель с внутренними постоянными магнитами?

■ Информация о двигателях с внутренними постоянными магнитами

Двигатели с внутренними постоянными магнитами обозначаются сокращением IPM (Interior Permanent Magnet – встроенный постоянный магнит). Двигатели с внутренними постоянными магнитами, встроенными в ротор, имеют увеличенным КПД по сравнению с асинхронными двигателями и соответствуют требованиям заказчиков к повышению энергосбережения.

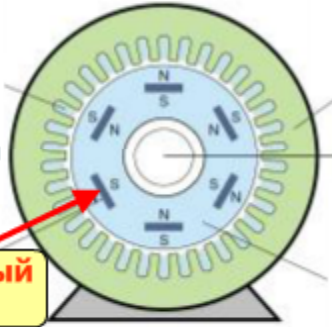
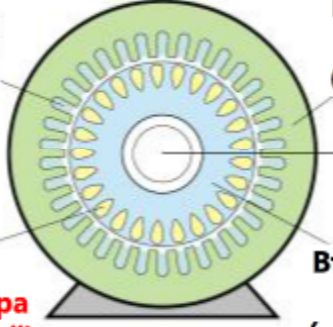
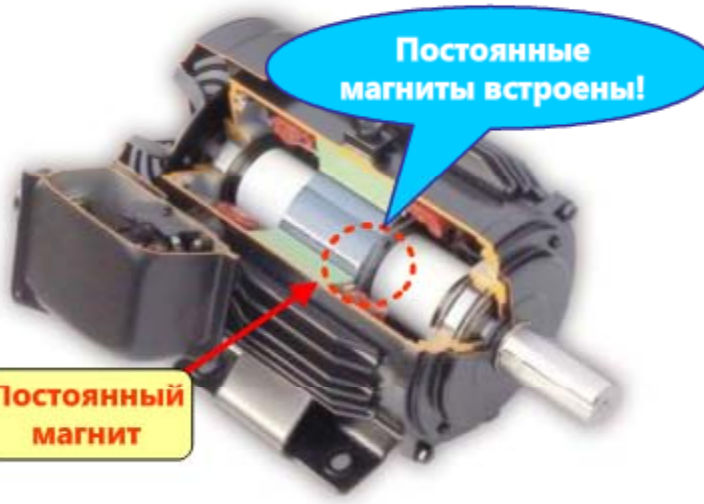



Двигатель с внутренними постоянными магнитами

■ Типы двигателей переменного тока



6.2 Конструкция и принцип работы двигателей с внутренними постоянными магнитами

	Двигатель с внутренними постоянными магнитами (синхронный двигатель)	Двигатель общего назначения (асинхронный двигатель)
Конструкция (вид в разрезе)	<p>Катушка обмотки первичного статора (трехфазная катушка)</p>  <p>Первичный статор (сердечник)</p> <p>Вал</p> <p>Вторичный ротор (сердечник) *двигатель с 6 полюсами</p> <p>Постоянный магнит</p> <p><small>*Число полюсов зависит от мощности двигателя.</small></p>	<p>Катушка обмотки первичного статора (трехфазная катушка)</p>  <p>Первичный статор (сердечник)</p> <p>Вал</p> <p>Вторичный ротор (сердечник)</p> <p>Проводник вторичного ротора (медь или алюминий)</p>
Принцип работы	<p>Вращающееся магнитное поле статора и магнитные поля встроенных в ротор магнитов создают крутящий момент и мощность вращения.</p>	<p>Когда к статору подается напряжение питания, образуется вращающееся магнитное поле, наводящее ток в проводнике ротора. Взаимодействие этого тока с вращающимся магнитным полем приводит к образованию крутящего момента и мощности вращения.</p>
Модель в разрезе	 <p>Постоянные магниты встроены!</p> <p>Постоянный магнит</p>	 <p>Магниты не используются (алюминиевое литье)</p> <p>Сердечник статора</p> <p>Катушка обмотки первичного статора</p> <p>Вторичный проводник</p> <p>Сердечник вторичного ротора</p>

6.3 Двигатели с внутренними постоянными магнитами (MM-EFS и MM-THE4)

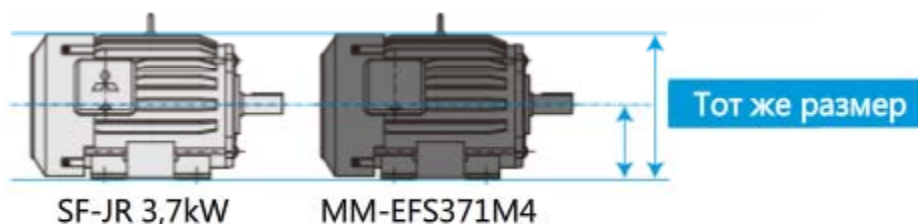
■ Совместимость с преобразователями частоты серии FR-F800/F700P

Двигатели с внутренними постоянными магнитами Mitsubishi (MM-EFS и MM-THE4) совместимы с преобразователями частоты серии FR-F800 и FR-F700P.

Так как преобразователи частоты серии FR-F800 и FR-F700P поддерживают двигатели с внутренними постоянными магнитами и стандартные двигатели, первым шагом на пути к повышению энергоэффективности является использование преобразователя частоты для управления стандартным 3-фазным двигателем. После того как система будет установлена, ее можно будет поэтапно совершенствовать, чтобы повышать ее энергоэффективность. Например, можно заменить стандартный двигатель двигателем с внутренними постоянными магнитами.

■ Общие номера корпусов (для двигателей мощностью 55 кВт или менее) высокоэффективных премиум-двигателей с постоянными магнитами и асинхронных двигателей (4-полюсных)

Двигатель можно заменить без внесения каких-либо изменений в установочную раму оборудования, рассчитанного на применение асинхронного двигателя.



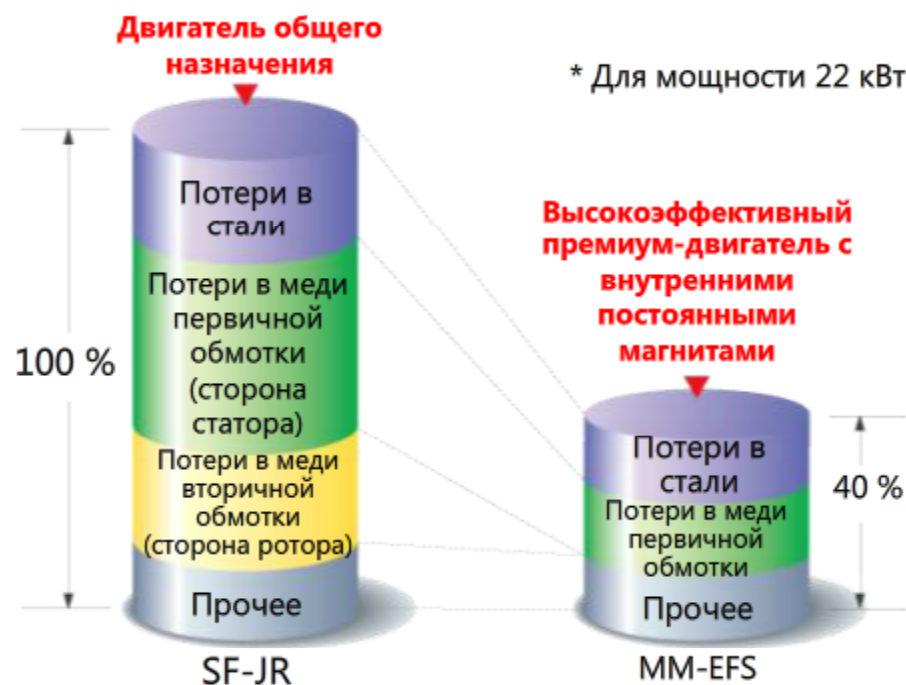
6.4 Почему двигатели с внутренними постоянными магнитами более эффективны по сравнению с асинхронными двигателями?

Так как ток не протекает на стороне ротора (вторичной стороне), вторичные потери в меди отсутствуют. Это позволяет снизить потери энергии. ⇒ КПД повышается.

$$\text{КПД} = \frac{\text{Выходная мощность}}{\text{Входная мощность}} \times 100 [\%] = \frac{\text{Выходная мощность}}{\text{Выходная мощность} + \text{Потери}} \times 100 [\%]$$

Сравнение потерь в двигателях

*На следующих схемах показаны внутренние потери двигателей (по сравнению с изделиями нашей компании).



6.5 Сравнение эффективности привода с двигателем с внутренними постоянными магнитами и привода со стандартным двигателем

Если стандартный (асинхронный) двигатель используется с преобразователем частоты на той же скорости вращения, что и при питании от сети общего пользования, потери энергии происходят только в преобразователе частоты.

Если же двигатель с внутренними постоянными магнитами используется с преобразователем частоты на той же скорости вращения, что и при питании от сети общего пользования, общие потери энергии в двигателе с внутренними постоянными магнитами и преобразователе частоты **будут меньше, чем в стандартном двигателе при питании от сети общего пользования (для двигателей мощностью 55 кВт или менее).**



Двигатели с внутренними постоянными магнитами позволяют экономить энергию даже при неизменной скорости вращения.

Сравнение КПД двигателя с внутренними постоянными магнитами и стандартного (асинхронного) двигателя при питании от сети общего пользования



* КПД: двигатель с внутренними постоянными магнитами и стандартный двигатель работали с преобразователем частоты, настроенным на номинальную скорость вращения (1800 об/мин); общий КПД является суммой КПД двигателя и КПД преобразователя частоты при номинальной нагрузке.

При использовании стандартного двигателя с сетью общего пользования КПД рассчитывался при питании от сети 220 В, 60 Гц.

6.6 Моделирование стоимости жизненного цикла двигателя с внутренними постоянными магнитами

■ **Условия использования** Мощность двигателя: 15 кВт; подача воздуха: 70 %;
 часы работы: 16 ч/день × 250 дней/год = 4 000 ч/год

	Стандартный двигатель с питанием от сети общего пользования (регулирование заслонкой)	Высокоэффективный двигатель с преобразователем частоты	Высокоэффективный премиум-двигатель с внутренними постоянными магнитами с преобразователем частоты (MM-EFS)	Примечания
Мощность двигателя	15 кВт			Первоначальная стоимость системы управления с заслонкой совпадает со стандартной стоимостью стандартного двигателя. В первоначальную стоимость внедрения стандартного двигателя с инвертором или двигателя с внутренними постоянными магнитами и инвертором входит стандартная стоимость двигателя и стоимость установки (двигатель + инвертор) × 0,5.
Название модели преобразователя частоты	Не используется	FR-F840-15K		
Первоначальная стоимость	291 000 иен	1 396 800 иен	1 738 800 иен	
Подача воздуха (%)	70 %			
Ежегодное потребление электроэнергии (кВт·ч)	64 800 кВт·ч	29 400 кВт·ч	24 000 кВт·ч	
Ежегодные затраты на электроэнергию	907 200 иен	411 600 иен	336 000 иен	14 иен/кВт·ч
Стоимость замены подшипников	120 000 иен	120 000 иен	150 000 иен	Стоимость замены зависит от обстоятельств.
Интервал замены подшипников (*)	5 лет	5 лет	10 лет	
Интервал замены преобразователя частоты	/	10 лет	10 лет	
Разница в затратах на электроэнергию по сравнению с двигателем с внутренними постоянными магнитами	571 200 иен	75 600 иен	/	Ежегодный эффект энергосбережения после установки премиум-двигателя с внутренними постоянными магнитами (1 000 кВт·ч ≈ 0,555 т выбросов CO ₂)
Разница в снижении выбросов CO ₂ (т) по сравнению с двигателем с внутренними постоянными магнитами	22,6 т	2,9 т	/	
Стоимость жизненного цикла (в 1 000 иен)	14 259	8 153	7 511	Стоимость жизненного цикла 15 лет

(*) Срок службы смазки подшипников был увеличен.

Расчет в японских иенах.

Так как ротор редко выделяет тепло, температура подшипников поддерживается на низком уровне. Это продлевает срок службы смазки подшипников.

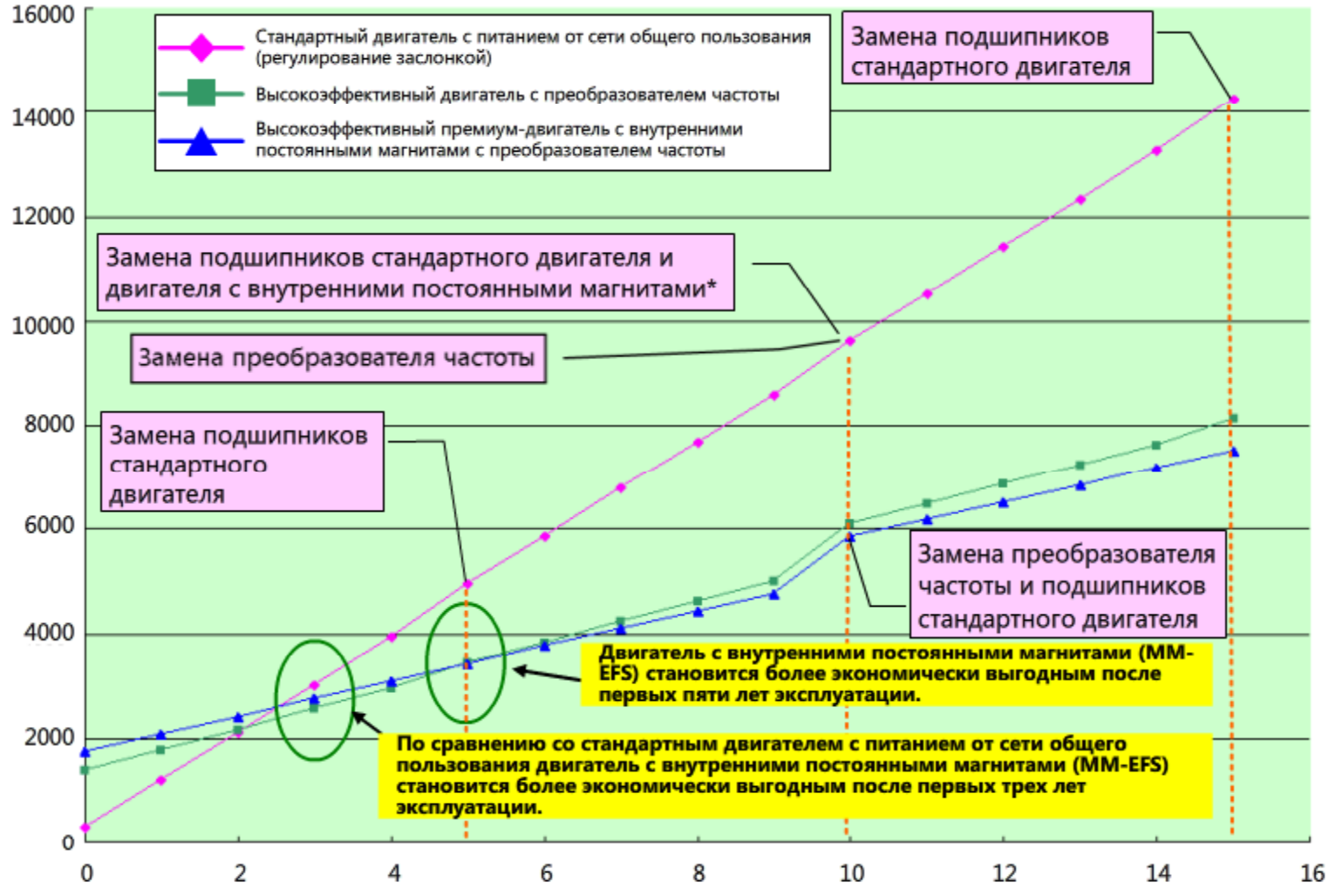
* Большое влияние на срок службы подшипников двигателя оказывает температура. По имеющимся оценкам, снижение температуры на 10°C удваивает срок службы.

6.6 Моделирование стоимости жизненного цикла двигателя с внутренними постоянными магнитами

■ **Условия использования** Мощность двигателя: 15 кВт; подача воздуха: 70 %;
часы работы: 16 ч/день × 250 дней/год = 4 000 ч/год

Стоимость жизненного цикла (в 1 000 иен)

Расчет в японских иенах.



* Интервал замены подшипников двигателя с внутренними постоянными магнитами составляет 10 лет, что в два раза больше, чем интервал замены подшипников стандартного двигателя. Период работы (годы)

6.7

Оценка эффекта экономии электроэнергии двигателя с внутренними постоянными магнитами



■ Эффект экономии электроэнергии в проектируемом здании


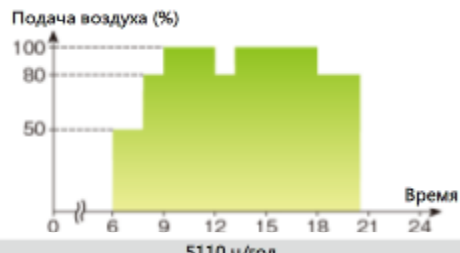

(преобразователь частоты + двигатель общего назначения (SF-JR) → преобразователь частоты + двигатель с внутренними постоянными магнитами (MM-EFS))

Условия	Режим работы	Эффект от замены обычных систем двигателями с внутренними постоянными магнитами с преобразователями частоты
<p>[Количество оборудования]</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Вентилятор (воздуходувка) <ul style="list-style-type: none"> 0,75 кВт × 3 шт. 1,5 кВт × 1 шт. 2,2 кВт × 3 шт. ● Кондиционер воздуха <ul style="list-style-type: none"> 15 кВт × 1 шт. 18,5 кВт × 1 шт. 30 кВт × 2 шт. 	 <ul style="list-style-type: none"> ● Со стандартным двигателем <ul style="list-style-type: none"> Около 250 000 кВт·ч Около 3,44 млн иен ● С двигателем с внутренними постоянными магнитами <ul style="list-style-type: none"> Около 220 000 кВт·ч Около 3,02 млн иен 	<p>Эффект от замены обычных систем двигателями с внутренними постоянными магнитами с преобразователями частоты</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Ежегодный эффект энергосбережения (разница энергопотребления и затрат) <ul style="list-style-type: none"> Около 30 000 кВт·ч Около 420 000 иен  ● Годовое снижение выбросов CO₂ <ul style="list-style-type: none"> Около 30 000 кВт·ч 16,7 т

Расчет в японских иенах.

■ Кондиционер воздуха для зданий

(преобразователь частоты + двигатель общего назначения (SF-JR) → преобразователь частоты + двигатель с внутренними постоянными магнитами (MM-EFS))

Условия	Режим работы	Эффект от замены обычных систем двигателями с внутренними постоянными магнитами с преобразователями частоты
<p>[Количество оборудования]</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Вентиляторы для кондиционера воздуха <ul style="list-style-type: none"> 5,5 кВт × 10 шт. 7,5 кВт × 10 шт. 3,7 кВт × 100 шт. 	 <ul style="list-style-type: none"> ● С двигателем общего назначения <ul style="list-style-type: none"> Около 2,39 млн кВт·ч Около 33,42 млн иен ● С двигателем с внутренними постоянными магнитами <ul style="list-style-type: none"> Около 2,1 млн кВт·ч Около 29,43 млн иен 	<p>Эффект от замены обычных систем двигателями с внутренними постоянными магнитами с преобразователями частоты</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Ежегодный эффект энергосбережения (разница энергопотребления и затрат) <ul style="list-style-type: none"> Около 280 000 кВт·ч Около 3,99 млн иен  ● Годовое снижение выбросов CO₂ <ul style="list-style-type: none"> Около 280 000 кВт·ч 158 т

Расчет в японских иенах.

6.8

Модельный ряд двигателей MM-EFS и MM-THE4

Высокоэффективный премиум-двигатель с внутренними постоянными магнитами

Для двигателей мощностью 55 кВт или менее

MM - EFS 7 1M 4

Знак	Выходная мощность	Знак	Выходная мощность	Знак	Выходная мощность	Знак	Номинальная скорость вращения	Знак	Класс напряжения	Знак	Спецификации	Знак	Спецификации
7	0,75 кВт	75	7,5 кВт	30K	30 кВт	1M	1500 об/мин	Не используется	200 В	Не используется	Стандартный	Не используется	Стандартный
15	1,5 кВт	11K	11 кВт	37K	37 кВт			4	400 В	Q	Класс В	P1	Наружной установки
22	2,2 кВт	15K	15 кВт	45K	45 кВт								
37	3,7 кВт	18K	18,5 кВт	55K	55 кВт								
55	5,5 кВт	22K	22 кВт										

*1: Может использоваться в применениях с номинальной скоростью 1800 об/мин.

*2: Двигатели наружной установки и двигатели класса В являются полустандартными.

Для двигателей мощностью 75 кВт или более

MM - THE4

- Двигатель может использоваться в применениях с номинальной скоростью 1500 об/мин и 1800 об/мин.
- Для получения информации о специализированных двигателях, например о двигателях наружной установки, двигателях с длинной осью, фланцевых двигателях, двигателях в водозащитном исполнении наружной установки, двигателях с защитой от солевых повреждений обратитесь к торговому представителю.

Номинальная выходная мощность (кВт)	0,75	1,5	2,2	3,7	5,5	7,5	11	15	18,5	22	30	37	45	55	75	90	110	132	160
Название модели двигателя	7	15	22	37	55	75	11K	15K	18K	22K	30K	37K	45K	55K	—	—	—	—	—
Класс 200 В	MM-EFS□1M	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	—	—	—	—	—
Класс 400 В	MM-EFS□1M4	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	—	—	—	—	—
Класс 200 В	MM-THE4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	●	—	—	—	—
Класс 400 В		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	●	●	●	●	●

- **Внимание**
- Двигатель с внутренними постоянными магнитами серии MM-EFS/MM-THE4 нельзя питать от сети общего пользования.
 - Общая длина проводки двигателя с внутренними постоянными магнитами не должна превышать 100 м.
 - К каждому преобразователю частоты можно подключить только один двигатель с внутренними постоянными магнитами.
 - При использовании двигателя MM-EFS мощностью 11 кВт или более с ременным приводом обратитесь в нашу компанию.

● : доступно; — : недоступно

Высокоэффективный премиум-двигатель с внутренними постоянными магнитами с преобразователем частоты (3000 об/мин)

Для двигателей
мощностью
15 кВт или менее

MM - EFS 7 3

Знак	Выходная мощность	Знак	Выходная мощность
7	0,75 кВт	55	5,5 кВт
15	1,5 кВт	75	7,5 кВт
22	2,2 кВт	11K	11 кВт
37	3,7 кВт	15K	15 кВт

Знак	Номинальная скорость вращения
3	3000 об/мин

Знак	Класс напряжения
Не используется	200 В
4	400 В

- **Внимание**
- Двигатель с внутренними постоянными магнитами серии MM-EFS нельзя питать от сети общего пользования.
 - Общая длина проводки двигателя с внутренними постоянными магнитами не должна превышать 100 м.
 - К каждому преобразователю частоты можно подключить только один двигатель с внутренними постоянными магнитами.
 - Двигатели с внутренними постоянными магнитами мощностью 11 кВт и более предназначены для прямого подсоединения.

В этой главе были рассмотрены следующие вопросы.

Вопросы

Что такое двигатель с внутренними постоянными магнитами?	Двигатели с внутренними постоянными магнитами являются синхронными двигателями, в ротор которых встроены постоянные магниты. Двигатели с внутренними постоянными магнитами могут обеспечить повышенную мощность и энергоэффективность по сравнению с асинхронными двигателями.
Конструкция и принцип работы двигателей с внутренними постоянными магнитами	Вращающееся магнитное поле статора и магнитные поля встроенных в ротор магнитов создают крутящий момент и мощность вращения.
Двигатели с внутренними постоянными магнитами (MM-EFS и MM-THE4)	Двигатели с внутренними постоянными магнитами Mitsubishi (MM-EFS и MM-THE4) можно использовать с преобразователями частоты серии FR-F800 и FR-F700P. Двигатель можно заменить без внесения каких-либо изменений в установочную раму оборудования, рассчитанного на применение асинхронного двигателя.
Почему двигатели с внутренними постоянными магнитами более эффективны по сравнению с асинхронными двигателями?	Так как ток не протекает на стороне ротора (вторичной стороне), вторичные потери в меди отсутствуют. Это позволяет снизить потери энергии.
Сравнение эффективности привода с двигателем с внутренними постоянными магнитами и привода со стандартным двигателем	Если двигатель с внутренними постоянными магнитами используется с преобразователем частоты на той же скорости вращения, что и при питании от сети общего пользования, общие потери в двигателе с внутренними постоянными магнитами и преобразователе частоты будут меньше, чем в стандартном двигателе при питании от сети общего пользования (для двигателей мощностью 55 кВт или менее).
Моделирование стоимости жизненного цикла двигателя с внутренними постоянными магнитами	Первоначальная стоимость внедрения высокоэффективного премиум-двигателя с внутренними постоянными магнитами (MM-EFS) достаточно высока; однако благодаря высокой эффективности и пониженному энергопотреблению он становится более выгодным после первых пяти лет эксплуатации.
Оценка эффекта экономии электроэнергии двигателя с внутренними постоянными магнитами	Замена стандартного двигателя (SF-IR) двигателем с внутренними постоянными магнитами (MM-EFS) уменьшает затраты на электроэнергию и выбросы CO ₂ .
Модельный ряд двигателей MM-EFS и MM-THE4	Описан модельный ряд двигателей MM-EFS и MM-THE4.

Тест**Заключительный тест**

Теперь вы завершили все уроки курса **«Экономия энергии с использованием преобразователей частоты»** и готовы к прохождению заключительного теста. Если вам неясны какие-либо из рассмотренных тем, воспользуйтесь возможностью еще раз просмотреть информацию по этим темам прямо сейчас.

Данный заключительный тест содержит всего 5 вопросов (20 пунктов).

Вы можете проходить заключительный тест любое количество раз.

Порядок подсчета баллов за тест

После выбора ответа обязательно щелкните кнопку **Ответить**. Если вы продолжите, не щелкнув кнопку Ответить, ваш ответ будет потерян. (Будет считаться, что вы не ответили на вопрос.)

Результаты теста

Количество правильных ответов, количество вопросов, процент правильных ответов и результат (успешно ли пройден тест) будут отображаться на странице результатов.

Правильные ответы: **5**

Всего вопросов: **5**

Процент: **100%**

Для успешного прохождения теста вы должны правильно ответить на **60%** вопросов.

Продолжить

Просмотреть

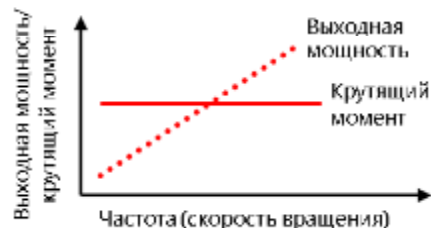
- Щелкните кнопку **Продолжить**, чтобы завершить тест.
- Щелкните кнопку **Просмотр**, чтобы просмотреть и проанализировать тест. (Правильные ответы будут отмечены)
- Щелкните кнопку **Повторить попытку**, чтобы пройти тест еще раз.

Тест **Заключительный тест 1**

Ниже приведены кривые крутящего момента нагрузки. Выберите правильный ответ для каждой кривой.

--Select--

: крутящий момент нагрузки изменяется незначительно даже при изменении скорости вращения двигателя.

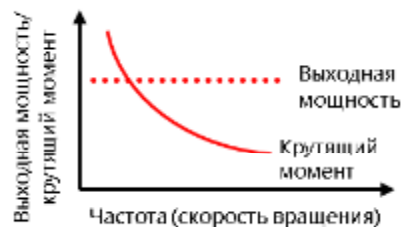


Основные применения: конвейеры, транспортеры и т. д.

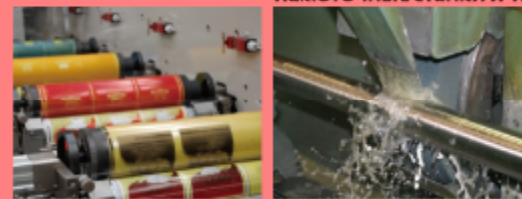


--Select--

: при повышении скорости вращения крутящий момент уменьшается.

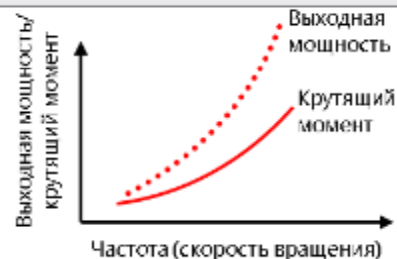


Основные применения: металлорежущие станки, намоточные станки и т. д.



--Select--

: при понижении скорости вращения крутящий момент уменьшается.



Основные применения: вентиляторы, насосы, воздуходувки и т. д.



Ответить

Назад

Тест**Заключительный тест 2**

Выберите кривую крутящего момента нагрузки, обеспечивающую значительное повышение энергоэффективности при использовании двигателя с питанием от преобразователя частоты, а не от сети общего пользования.

- [Постоянный крутящий момент нагрузки]
- [Постоянная выходная мощность]
- [Переменный крутящий момент нагрузки]

Тест

Заключительный тест 3

Ниже описаны функции частотно-регулируемых приводов серии FR-F800. Выберите варианты ответов так, чтобы описание было верным.

- Недавно разработанная обеспечивает повышенный пусковой момент и сохраняет тот же коэффициент полезного действия двигателя, как при использовании обычной системы оптимального регулирования возбуждения.
- Поддерживаются и , причем двигатели с внутренними постоянными магнитами обеспечивают повышенное энергосбережение по сравнению со стандартными двигателями. Используя один параметр, можно выбрать стандартный двигатель или двигатель с внутренними постоянными магнитами.
- Функция обеспечивает поддержку преобразователем частоты двигателей общего назначения и двигателей с постоянными магнитами других производителей, что расширяет диапазон применений преобразователя частоты для энергосбережения.
- При использовании входной сигнал МС (блок управления двигателем) можно отключить после останова двигателя и включить до его запуска. Преобразователь частоты обеспечивает чтобы уменьшить потребление мощности в режиме ожидания.
- Доступен монитор энергосбережения. можно проверить с использованием панели управления, выходной клеммы, сети.
- Количество выходной мощности, измеренное преобразователем частоты, может выводиться импульсно. Можно легко проверить .
- Модуль измерения энергии Mitsubishi позволяет .

Ответить

Назад

Тест

Заключительный тест 4



В следующей таблице приведены классы эффективности IE в порядке от самого высокого до самого низкого. Выберите правильное обозначение двигателя для каждого класса.

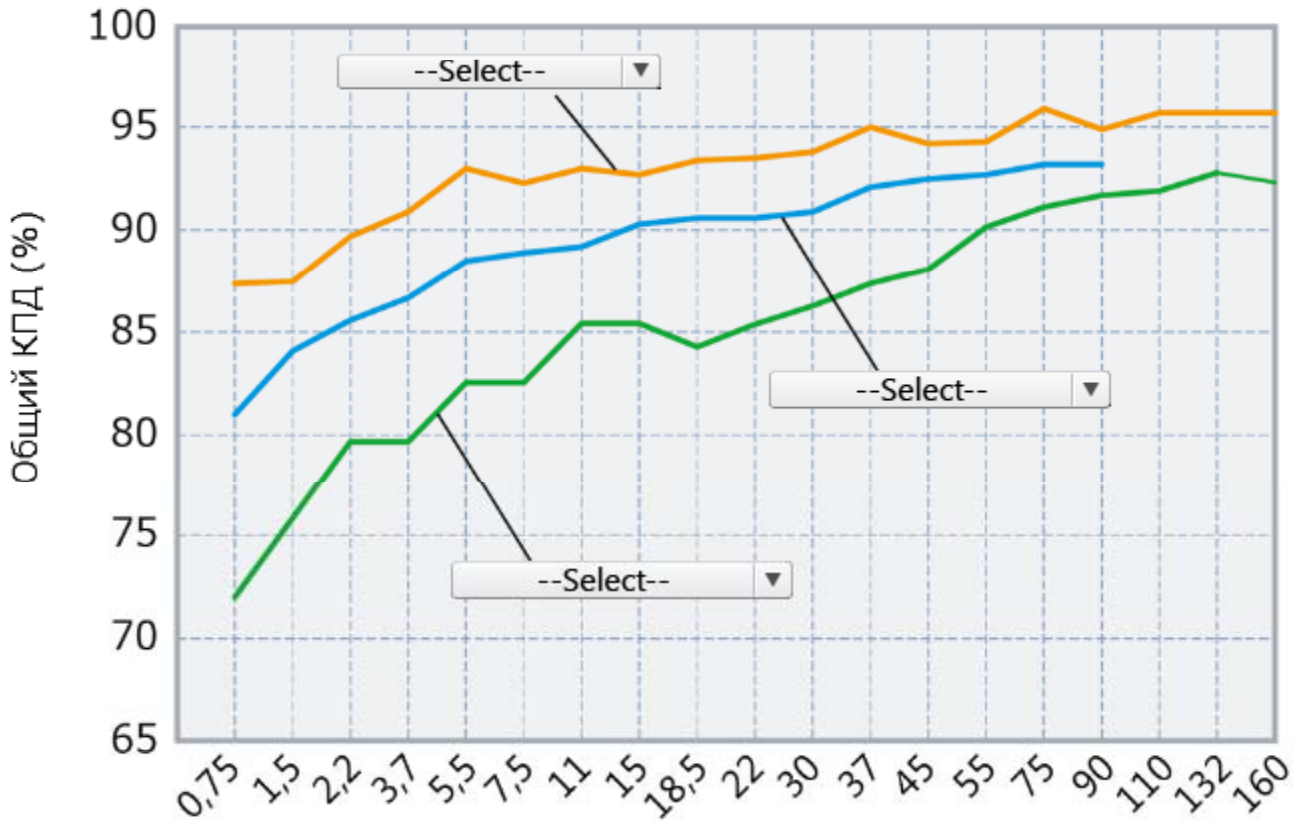
 Высокая Эффективность Низкая	IE4 (супер-премиум)	--Select--
	IE3 (премиум)	--Select--
	IE2 (повышенный)	--Select--
	IE1 (нормальный)	--Select--
	Ниже классом	--Select--

Ответить

Назад

Тест **Заключительный тест 5**

На следующем графике приведено сравнение КПД двигателя с внутренними постоянными магнитами и стандартного (асинхронного) двигателя с питанием от сети общего пользования. Выберите обозначение двигателя, соответствующее каждой кривой на графике.



Мощность двигателя (кВт)

[По сравнению с нашими изделиями обычного типа]

Ответить

Назад

Тест**Результат теста**

Вы завершили заключительный тест.
Ваша область результатов является следующей.

Правильные ответы: **5**

Всего вопросов: **5**

Процент: **100%**

Продолжить

Просмотреть

Поздравляем! Вы прошли тест.

Вы завершили курс **«Экономия энергии с использованием преобразователей частоты»**.

Благодарим за прохождение этого курса.

Надеемся, что вам понравились уроки, а информация, полученная в рамках этого курса, окажется полезной в будущем.

Вы можете проходить данный курс любое количество раз.

[Просмотреть](#)

[Закреть](#)