ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

СОСТАВ ПОДВИЖНОЙ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

Часть 3

Комбинированные испытания двигателей переменного тока с питанием от двухзвенного преобразователя и система их регулирования

СТ РК МЭК 61377-3-2008

IEC 61377-3:2002 Railway applications – Rolling stock –
Part 3:Combined testing of alternating current motors, fed by an indirect convertor, and their control system (IDT)

Издание официальное

Комитет по техническому регулированию и метрологии
Министерства индустрии и торговли Республики Казахстан
(Госстандарт)

Астана

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 ПОДГОТОВЛЕН Товариществом с ограниченной ответственностью «IG Company» на основе собственного аутентичного перевода стандарта, указанного в пункте 3

ВНЕСЕН Комитетом путей сообщения Министерства транспорта и коммуникаций Республики Казахстан

2 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ приказом Комитета по техническому регулированию и метрологии Министерства индустрии и торговли Республики Казахстан от 20 октября 2008 года № 546-од

3 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту МЭК 61377-3 Состав подвижной железных дорог – Часть 3: Комбинированные испытания двигателей переменного тока с питанием от двухзвенного преобразователя и система их регулирования (IEC 61377-3:2002 Railway applications – Rolling stock – Part 3:Combined testing of alternating current motors, fed by an indirect convertor, and their control system)

При этом дополнительные положения, учитывающие потребности национальной экономики Республики Казахстан приведены в разделе 2, которые выделены курсивом

4 СРОК ПЕРВОЙ ПРОВЕРКИ 2013год
ПЕРИОДИЧНОСТЬ ПРОВЕРКИ 5 лет

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Комитета по техническому регулированию и метрологии Министерства индустрии и торговли Республики Казахстан

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 2
3 Термины и определения 3
4 Внешние условия 5
5 Характеристики комбинированной системы 5
5.1 Специфицированные характеристики 5
5.2 Заявленные характеристики 6
5.3 Характеристики комбинированной системы 6
5.4 Обмен информацией и ответственность 7
6 Категории проверки 7
6.1 Общие сведения 7
6.2 Типовые испытания 8
6.3 Исследовательские испытания 8
7 Испытания 8
7.1 Общие сведения 8
7.2 Условия испытаний 9
7.3 Испытание на нагрев 11
7.4 Дополнительная проверка для параллельных асинхронных двигателей 12
7.5 Испытания характеристик и допустимых пределов 13
7.6 Дополнительные проверки 15
7.7 Исследовательские испытания 16
Приложение А (Справочное) Перечень проверок 17
Приложение Б (Обязательное) Рисунки 18
Приложение В (Справочное) Соглашение между заказчиком и производителем 25

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

СОСТАВ ПОДВИЖНОЙ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ. Часть 3: Комбинированные испытания двигателей переменного тока с питанием от двухзвенного преобразователя и система их регулирования

Railway applications – Rolling stock –
Part 3:Combined testing of alternating current motors, fed by an indirect convertor, and their control system

Дата введения: 2009-07-01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на сочетания двигателей, двухзвенных преобразователей и систем их регулирования, и предназначен для определения:

– эксплуатационных характеристик электрических приводов, состоящих из преобразователя, двигателей переменного тока и соответствующих систем регулирования;

– способов проверки данных эксплуатационных характеристик на испытаниях.

Настоящий стандарт не распространяется на категорию комбинированных систем, где питание двигателя переменного тока от преобразователя осуществляется без контроля между механической полезной мощностью (крутящий момент, скорость), и самим преобразователем (большинство вспомогательных двигателей, например, двигатели вентилятора), при этом двигатель работает точно так же, как если бы он получал питание от шины (при переменной частоте и напряжении, либо без них). Испытания для этой категории систем производятся в соответствии с СТ РК МЭК 60349-2 и СТ РК МЭК 61287-1.

Настоящий стандарт распространяется на категорию комбинированных систем (в основном с фрикционным приводом), где двигатели переменного тока (параллельные, либо нет) работают с системой контроля между механической полезной мощностью и инвертором.

СТ РК МЭК 60349-2 применяется к двигателям переменного тока с питанием от преобразователя, СТ РК МЭК 61287-1 применяется к электронным преобразователям электроэнергии; СТ РК МЭК 60571 применяется к электронному оборудованию; настоящий стандарт применяется к комбинациям двигателей, преобразователей и системам их регулирования. Как следствие, СТ РК МЭК 60349-2 описывает испытания,

Издание официальное

демонстрирующие соответствие двигателя его спецификациям, СТ РК МЭК 61287-1 то же самое для преобразователя. Очевидно, что некоторые испытания, указанные в настоящем стандарте, могут полностью заменить соответствующие испытания, описанные в вышеприведенных стандартах. В целях избегания дублирования таких испытаний, между сторонами должно быть достигнуто соглашение (см. приложение В).

Проведение полной комбинированной проверки является тяжелой задачей, и зачастую требует применения высокой мощности, которой не всегда можно достичь в производственном помещении. Между заказчиком и производителем может быть заключено соглашение для того, чтобы сделать возможным проведение испытаний в производственном помещении, либо на транспорте.

На момент разработки настоящего стандарта, для применений электрической тяги использовались только следующие сочетания двигателей и инвертеров, однако также могут применяться другие сочетания, которые могут быть использованы в будущем:

– асинхронные двигатели с питанием от инвертора постоянного тока (источник напряжения);

– асинхронные двигатели с питанием от инвертора постоянного тока (источник тока);

– синхронные двигатели с питанием от инвертора постоянного тока (источник тока).

Входная мощность инверторов (см. рисунок Б.1) может быть линией сети электропитания переменного тока или промежуточным звеном переменного тока, которое может быть получено от линии постоянного тока посредством выпрямителя тока (см. 2.2.1 СТ РК МЭК 61287-1) или от линии переменного тока посредством модулятора (см. 2.2.2 СТ РК МЭК 61287-1) или от независимого источника (встроенные генераторы или другие источники электроэнергии) (см. 1.1 СТ РК МЭК 61287-1).

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие стандарты:

СТ РК 1.9-2007 Государственная система технического регулирования Республики Казахстан. Порядок применения международных, региональных и национальных стандартов иностранных государств, других нормативных документов по стандартизации в Республике Казахстан.

СТ РК МЭК 60349-2-2007 Электрическая тяга. Вращающиеся электрические машины для железнодорожного и дорожного транспорта. Часть 2. Электродвигатели переменного тока, оснащенные электронным преобразователем.

СТ РК МЭК 60349-3-2008 Транспорт железнодорожный. Электрическая тяга. Вращающиеся электрические машины для железнодорожного и дорожного транспорта. Часть 3. Определение общих потерь для двигателей переменного тока с питанием от преобразователя как суммы потерь в составляющих.

СТ РК МЭК 60571:2007 Подвижной состав железных дорог. Электронное оборудование, применяемое в железнодорожных транспортных средствах.

СТ РК МЭК 60850-2008 Транспорт железнодорожный. Напряжения электропитания систем тяги.

СТ РК МЭК 61287-1-2008 Транспорт железнодорожный. Инверторы для подвижного состава железных дорог. Часть 1. Характеристики и методы испытаний.

МЭК 60050-411:1996[1] Международный электротехнический словарь (МЭС) – Глава 411: Вращающиеся машины.

МЭК 60050-551:1998[1] Международный электротехнический словарь (МЭС)– Часть 551: Силовая электроника.

МЭК 60050-811:1991[1] Международный электротехнический словарь (МЭС) – Глава 811: Электровозная тяга.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 Комбинированная система (combined system): Блок, состоящий из одностороннего преобразователя, двигателей, связанной с ними системы регулирования, соответствующих соединяющих их кабелей электропитания и соответствующей системы охлаждения.

3.2 Заказчик (user)**:** Организация, которая заказывает комбинированные системы.

Примечание – Заказчиком является организация, которая использует транспорт или оборудование, пока ответственность не будет передана главному подрядчику или консультанту (см. рисунок 1).

3.3 Производитель (manufacturer)**:** Организация, которая несет техническую ответственность за предоставление комбинированной системы (см. рисунок 1).

Примечание – Производитель, как определено выше, также может быть поставщиком двигателей, инвертеров, контроллеров.

3.4 Поставщик (supplier)**:** Организация, которая несет ответственность за составные части комбинированной системы (см. рисунок 1).

[1] Применяется в соответствии с СТ РК 1.9.



Рисунок 1 – Комбинированная система – вовлеченные стороны

3.5 Заводы производителя (manufacturer's works)**:** Место, где обычно проводят испытания.

3.6 Рабочий режим (duty)**:** Установление нагрузки, которой подвергается комбинированная система, включая, если возможно, электрическое торможение, отсутствие нагрузки, периоды перезарядки и простоя, с их длительностью и последовательностью во времени.

3.7 Рабочий цикл (duty cycle)**:** Изменение нагрузки со временем, которое может повторяться, и при котором время цикла слишком мало для достижения температурного равновесия.

3.8 Диаграмма нагрузки (load profile) (см. СТ РК МЭК 61287-1)**:** Преимущественно, выходной ток преобразователя и другие относительные параметры, как функция времени, которой подвержена комбинированная система в целях достижения рабочего режима, описанного в пункте 3.6.

Примечание – Диаграмма нагрузки может соответствовать эффективному рабочему режиму, или быть теоретическим (идеальным) циклом.

3.9 Номинальная характеристика комбинированной системы (rating of a combined system)**:** Совокупность одновременных значений электрических и механических параметров с их длительностью и последовательностью, установленная производителем для комбинированной системы.

3.10 Номинальная величина (rated value)**:** Цифровое значение любого параметра, включенная в характеристику.

3.11 Длительная мощность (continuous rating)**:** Механическая мощность, которую комбинированная система может выделить на испытательной площадке, на заданной скорости с неограниченной длительностью без превышения ограничений повышения температуры, указанных в СТ РК МЭК 60349-2 и СТ РК МЭК 61287-1.

Примечание – Могут быть установлены несколько непрерывных работ.

3.12 Номинальная кратковременная мощность (short-time rating) **(например, 1 ч):** Механическая мощность, которую комбинированная система может выделить на испытательной площадке, на заданной скорости с заданной длительностью без превышения ограничений повышения температуры, указанных в таблице 2 СТ РК МЭК 60349-2 и в СТ РК МЭК 61287-1, при старте с холодной комбинированной системы, и при удовлетворении всех прочих упомянутых здесь требований стандартов.

3.13 Мощность при кратковременной перегрузке (short-time overload rating)**:** Механическая мощность, которую комбинированная система может выделить на испытательной площадке на заданной скорости с заданной длительностью.

Примечание 1 - Проверка проводится в соответствии с пунктом 6.1.6 СТ РК МЭК 60349-2, без превышения ограничений повышения температуры, данных в таблице 3 СТ РК МЭК 60349-2 и в СТ РК МЭК 61287-1.

Примечание 2 - Мощности при кратковременной перегрузке является величинами при определении пригодности комбинированных систем для рабочих режимов в относительно длительные периоды работы, меньшие, чем длительная мощность с более длительным периодом. Подобное происходит в основном при применении в локомотивах. Они не имеют отношения к повторяющимся кратким циклам нагрузки скорого транспорта и аналогичных рабочих режимов, и не должны быть заданы для подобного использования.

3.14 Максимально допустимая нагрузка в прерывистом режиме (intermittent duty rating)**:** Рабочий цикл, при котором комбинированная система может работать без повышения температуры в любой точке превышения ограничений, указанных в СТ РК МЭК 60349-2 и СТ РК МЭК 61287-1.

3.15 Допустимая нагрузка в прерывистом режиме (periodic duty rating)**:** Нагрузка в прерывистом режиме, при которой комбинированная система может быть приведена в действие без повышения температуры в любой точке превышения ограничений, указанных в СТ РК МЭК 60349-2 и СТ РК МЭК 61287-1.

4 Внешние условия

Внешние условия, имеющие отношение к двигателю, преобразователю и системе контроля, подробно представлены в СТ РК МЭК 60349-2, СТ РК МЭК 61287-1 и СТ РК МЭК 60571.

5 Характеристики комбинированной системы

5.1 Специфицированные характеристики

Спецификации комбинированной системы должны, как правило, включать характеристические кривые. Эти кривые определяются как “специфицированные характеристики”. Они должны быть графически изображены для каждого переменного параметра проектных эксплуатационных ограничений. Специфицированные характеристики должны быть начерчены для напряжения питания постоянного и переменного тока системы тяги, при установленной номинальной величине. Они также могут быть начерчены для высокого и низкого напряжения питания системы тяги, по соглашению между заказчиком и производителем. Эти характеристики должны быть начерчены для номинальной температуры обмотки двигателя в 150 °С и температуры частей преобразователя, предоставленных поставщиком.

Как альтернатива для крутящего момента и скорости, эти характеристики могут показывать тяговое усилие, при вращении и скорости транспорта. В этом случае должны быть определены значения коэффициента передачи, диаметра колес и трансмиссионные потери. Если были использованы стандартные значения, они должны определяться в соответствии с рисунком В.1 (приложение В) СТ РК МЭК 60349-2.

Специфицированные характеристики должны быть представлены заказчику до размещения заказа на комбинированную систему, если не предусмотрено иное.

Значения напряжения питания системы тяги должны быть установлены заказчиком. Предпочтительно, использование стандартных значений, в соответствии с СТ РК МЭК 60850.

5.2 Заявленные характеристики

Кривые характеристик, полученные из результатов стандартных испытаний, проведены в соответствии с пунктом 7.5.

5.3 Характеристики комбинированной системы

Специфицированные и заявленные характеристики комбинированной системы представлены в качестве функции скорости во всей области применения:

– внешние характеристики, такие как механический крутящий момент, значения на входе: напряжение, постоянный ток и мощность комбинированной системы;

– внутренние характеристики, такие как сила тока и напряжение промежуточного звена постоянного тока, при его наличии, среднеквадратическое значение выходного тока инвертера, среднеквадратическое значение основных компонентов выходного тока и напряжения инвертора, сдвиг асинхронного двигателя, ток возбуждения для синхронных двигателей;

– внутренние значения, такие как переходные процессы при коммутации, к которым относятся двухточечные и заземленные импульсные напряжения, температуры и т.д.

Примечание – Внутренние переходные процессы при коммутации используются для проверки испытательного напряжения изоляции компонентов.

Если эффективность является важным параметром, то она должна быть запрошена, а также должна быть представлена ее характеристика. Эффективность является особенно важной для комбинированных систем, использующихся в тепловых/электрических подвижных составах, или аккумуляторных видах транспорта.

Характеристики эффективности комбинированной системы должны учитывать соответствующие компоненты, такие как двигатель, преобразователь, кабели, охлаждающие вентиляторы и насосы.

Измерение эффективности должно включать в себя потери в обмотке возбуждения в случае использования синхронных двигателей.

Только внешние характеристики и максимальные внутренние повторяющиеся переходные процессы при коммутации являются обязательными. Прочие внутренние характеристики и величины также могут быть измерены, но результаты не должны влиять на приемку комбинированной системы.

На рисунках с Б.2 по Б.5 (приложение Б) изображены примеры распространенных необходимых кривых.

5.4 Обмен информацией и ответственность

СТ РК МЭК 60349-2 и СТ РК МЭК 61287-1 определяют необходимость обмена информацией между поставщиком двигателя и поставщиком преобразователя для обеспечения соответствия комбинированной системы требованиям вышеуказанных стандартов. Документы с записью подобного обмена информацией являются неотъемлемой частью спецификации двигателя и преобразователя.

Определение 3.3 устанавливает производителя, как организацию, которая несет техническую ответственность за поставку комбинированной системы. Вследствие этого, она ответственна за технические спецификации составных частей комбинированной системы, необходимых для соответствия требованиям стандартов.

6 Категории испытаний

6.1 Общие сведения

Существует три категории испытаний:

- типовые испытания;
- исследовательские испытания;
- контрольные испытания.

Настоящий стандарт не имеет прямого отношения к контрольным испытаниям. При проведении контрольных испытаний необходимо придерживаться соответствующих стандартов на отдельные компоненты системы.

6.2 Типовые испытания

Типовые испытания предназначены для определения номинальных режимов, характеристик и рабочих параметров новой комбинированной системы. Они должны проводиться на одной комбинированной системе из каждой новой партии.

Если модификации конструкции или процесса производства составных частей устанавливаются после проведения типового испытания комбинированной системы, то необходимо оценить влияние этих модификаций на рабочие параметры данной комбинированной системы. После этого может быть заключено соглашение между заказчиком и производителем на то, чтобы снова не проводить типовые испытания или провести только часть испытания.

Являясь предметом соглашения между заказчиком и производителем, типовое испытание может не проводиться, если производитель представляет отчет о полном типовом испытании комбинированной системы того же типа, при одинаковых условиях охлаждения и равной мощности.

6.3 Исследовательские испытания

Целью исследовательских испытаний является получение дополнительной информации либо по преобразователю, если он является источником питания двигателя, либо по двигателю, если он получает питание от преобразователя, либо по контроллеру комбинированной системы. Они должны проводиться только в том случае, если заранее было заключено соглашение между заказчиком и производителем. Результаты данных испытаний не должны влиять на приемку системы, пока иное не будет установлено соглашением между заказчиком и производителем.

7 Испытания

7.1 Общие сведения

Комбинированные испытания дают возможность запустить в работу составные части комбинированной системы с фактическими параметрами, как при эксплуатации. Крутящий момент двигателя, напряжение постоянного тока (или электрического тока, в случае использования преобразователя высокого напряжения), выходной ток и напряжение преобразователя являются параметрами, полученными при эксплуатации.

Производитель должен предоставить заказчику проверочные спецификации с кратким описанием проверок, которые необходимо провести для соответствия контрактным требованиям, до начала проведения проверок. По завершении проверки, производитель должен представить пользователю полный отчет по проверке.

7.2 Условия испытаний

7.2.1 Охлаждение во время испытаний

Испытание комбинированной системы должно выполняться с охлаждением, расположенном так, как при эксплуатации, включая относящиеся к транспортному средству фильтры и каналы, или с расположением, создающем эквивалентные условия. Может быть измерены соответствующие параметры (циркуляция, давление, температура и т.д.), устанавливающие эквивалентность условий охлаждения тем, что присутствуют на транспортном средстве.

Охлаждение, создаваемое при движении транспорта, может быть смоделировано для тех частей оборудования, для которых представляет важность естественное охлаждение.

Все действия по моделированию охлаждения должны быть оговорены в договоре.

Подробная информация по охлаждению каждого компонента представлена в соответствующих стандартах.

7.2.2 Силовые кабели

Рекомендуется, чтобы силовые кабели предоставляли эквивалентные специфицированные условия по тепловым и электромагнитным характеристикам. Предпочтительно отбирать силовые кабели из тех, что используются на транспортных средствах, но также могут быть использованы равноценные силовые кабели. Производитель должен предоставить полную информацию о таких кабелях и их установке.

Примечание – Нет необходимости устанавливать кабели таким же способом, каким они будут установлены на транспорте, моделируя местами наихудшие условия эксплуатации во время испытания. Например, если ожидается, что наиболее высокая температура будет в 2-метровом отрезке установленного кабеля, то данная часть кабеля должна быть протестирована на испытательной площадке, но другие части кабеля могут не проверяться на тепловой аспект.

7.2.3 Электропитание

Электропитание может осуществляться от источника питания транспортного средства или от другого доступного источника питания на испытательной площадке. Должны быть приняты во внимание форма сигнала напряжения, частота, индукция, электрическая емкость и сопротивление.

7.2.4 Измерение механической мощности

Механическая мощность должна быть измерена напрямую (измерителем момента) или косвенно (калибровочной машиной) на валу электродвигателя. Точность измерений должна соответствовать значениям, указанным в соответствующих пунктах настоящего стандарта.

В качестве альтернативы, по соглашению между заказчиком и производителем, механическая мощность может быть получена путем суммирования потерь или методом взаимной нагрузки, если доступны две комбинированные системы; данные методы одобрены (на рисунке Б.6 приложения Б представлен пример организации проверочной площадки для проведения проверки методом взаимной нагрузки).

Примечание – Метод суммирования потерь включает в себя оценку потерь от:

– двигателя, полученные путем измерения входного переменного тока (СТ РК МЭК 60349-3, технический отчет по методу суммирования потерь; в этом случае, точность измерений будет равна той, которая установлена в отчете);

– преобразователя, в основном путем измерения входной мощности;

– кабелей, и, при наличии, резисторов, а также реакторов, необходимых для запуска комбинированной системы.

7.2.5 Специальные условия для параллельных асинхронных двигателей

Когда несколько асинхронных двигателей имеют параллельное питание через один инвертер, разница в диаметре колес может привести к неблагоприятному режиму нагрузки некоторых двигателей (случай 1). Может быть разработан контроллер для того, чтобы удерживать двигатели в пределах нагрузки, применяющейся при отсутствии разницы в диаметре колес, путем снижения тягового усилия (случай 2). В связи с этим, разница в диаметре колес будет влиять на характеристики крутящего момента и/или на

повышение температуры в двигателе. Максимально допустимая разница в диаметре колес должна быть установлена соглашением между заказчиком и производителем.

Испытания характеристик и повышения температуры должны быть выполнены в обоих случаях без учета разницы в диаметре колес.

Если контроллер разработан таким образом, что некоторые двигатели приведены к неблагоприятному режиму нагрузки (случай 1), должен быть проведен дополнительный тест на повышение температуры в двигателе. Если контроллер разработан для удерживания всех двигателей в пределах нагрузки посредством снижения тягового усилия (случай 2), должны быть получены дополнительные характеристики крутящего момента путем вычисления или путем проведения полной проверки, по соглашению между заказчиком и производителем.

7.3 Испытание на нагрев

7.3.1 Общие сведения

Испытания должны проводиться при установленной номинальной нагрузке системы.

Примечание – Для параллельных двигателей могут потребоваться дополнительные испытания в соответствии с пунктом 7.2.5.

В случае испытания длительной мощности, время, выделенное для достижения стабильной температуры, может быть сокращено путем начала проверки при увеличенной нагрузке или сниженной вентиляции некоторых элементов системы, обеспечивая при этом поддержку номинальных условий не менее 2 часов, или пока соответствующим методом не будет определено достижение стабильной температуры.

В случае проверки допустимой нагрузки в прерывистом режиме, время, выделенное для достижения стабильной температуры, может быть сокращено посредством начала проверки при вычисленной эквивалентной нагрузке, и проходящей с повторяющимися циклами.

В подразделе 5.4 установлена техническая ответственность производителя комбинированной системы. В связи с этим, нет необходимости в проведении испытаний на нагрев для компонент в соответствии со стандартом. Данный компонент может считаться прошедшим испытание на нагрев, при условии, что повышение температуры в течение комбинированной проверки не превышало значений, установленных в стандартах компоненты. Если в стандартах компоненты не установлено значений, тогда эти значения могут быть согласованы. Это имеет силу, даже если электрические параметры не в точности соответствуют тем, которые установлены соглашением между поставщиком и производителем.

7.3.2 Измерение температур

Измерение температур частей комбинированной системы описано в соответствующих стандартах.

7.4 Дополнительная проверка для параллельных асинхронных двигателей

Условия дополнительных проверок являются предметом соглашения между заказчиком и производителем.

7.4.1 Испытания на нагрев для одного двигателя

Данная проверка должна быть проведена для случая 1 (см. 7.2.5).

Если не установлено иное, в испытании предполагается только один двигатель, который запускает колесо, имеющее максимальную разницу в диаметре. Исходное управление должно быть изменено таким образом, чтобы скольжение соответствовало неблагоприятным условиям нагрузки, вызванным разницей в диаметре колес. Рисунок Б.7 (приложение Б) показывает пример влияния разницы диаметра колес на характеристики крутящего момента и увеличение скольжения.

Примечание – Соответствующее скольжение равно:

$$s \pm (\Delta D/D)\,[(n-1)/n] \quad (1)$$

(+ в движении, – при торможении)

где s (о.е.) скольжение, измеренное во время проверки характеристик (горячий двигатель, см. 7.5.1.2);

n количество параллельных двигателей;

$\Delta D/D$ (о.е.) максимальная разница диаметра колес.

Для всех применений, рассчитанных для максимально допустимой непрерывной нагрузки и одночасовой нагрузки (в основном локомотивы) и при которых режим торможения не является важным, должна быть проведена проверка повышения температуры для максимально допустимой непрерывной нагрузки, увеличенной в соответствии с неблагоприятными условиями (для определения разницы между диаметрами колес). Обычно этого достаточно для определения пригодности двигателя для работы.

Если режим торможения является важным, проверка повышения температуры должна быть проведена при использовании определенного рабочего цикла для достижения максимальных температурных условий. Это обеспечивает условия высокой нагрузки в движении и условия низкой нагрузки при торможении (в основном применяется для общественного транспорта).

7.4.2 Полная проверка

Параллельные двигатели должны быть подключены к питанию через один инвертер. Если не предусмотрено иное, двигатели должны находиться под нагрузкой, обеспечивающей одинаковую скорость, за исключением одного двигателя, который должен находиться под нагрузкой, позволяющей получить скорость, соответствующей максимальной возможной разнице в диаметре.

Примечание – Проверка требует специальной и дорогостоящей проверочной площадки. По возможности, она может быть заменена вычислением снижения тягового усилия.

7.5 Испытания характеристик и допустимых пределов

7.5.1 Характеристики крутящего момента

7.5.1.1 Общие сведения

Испытания для определения соответствия установленным характеристикам крутящего момента должны быть проведены посредством запуска двигателя при заданной скорости и номинальном входном напряжении. Блоком управления должен быть установлен опорный крутящий момент (требуется основной контроллер) для измерения характеристик комбинированной системы. Должны быть измерены выходной (средний) крутящий момент двигателя, (среднее) напряжение, сила тока и мощность на входе конвертора.

Должны быть установлены характеристики, по крайней мере, для максимального опорного крутящего момента (требуется основной контроллер) на всем диапазоне скорости применения в движении и при торможении, если предлагается электрическое торможение. Также могут быть установлены характеристики для 1/4, 1/2 и 3/4 от максимального опорного крутящего момента при любой скорости, по соглашению между заказчиком и производителем.

Примечание – Для параллельных двигателей могут потребоваться дополнительные проверки в соответствии с 7.4

Пределы погрешности средств измерения не должны превышать:

± 2% ..... максимального механического крутящего момента при заданной скорости;

± 1% ..... для средних значений напряжения, силы и мощности постоянного тока;

± 2% ..... для значений переменного тока.

Предусматривается, что характеристики крутящего момента, при проведении комбинированного системного испытания, соответствуют

требованиям настоящего стандарта, и это является верным, даже если электрические параметры двигателя (магнитный поток и сила тока) не точно согласованы между поставщиком и производителем, и протестированы в соответствии с СТ РК МЭК 60349-2.

Температура является важным параметром, влияющий на выходной крутящий момент, при этом степень влияния зависит от характеристики регулирования, особенно для асинхронных приводов. Измерение характеристик крутящего момента дает возможность проверить влияние нагревания на выходной вращательный момент.

7.5.1.2 Характеристики крутящего момента на «горячем» двигателе

Характеристики крутящего момента должны быть измерены по окончании испытания на нагрев, проведенного в соответствии с пунктом 7.3, при котором производится максимальное повышение температуры асинхронного двигателя, или максимально повышается температура статорных обмоток асинхронного двигателя, для того, чтобы получить характеристики комбинированной системы при данной температуре. Измерения должны проводиться быстро, и должны начаться с наименьшей скорости на проверочной площадке (точка 1 на рисунках Б.2, Б.4 и Б.5 приложения Б). Нет необходимости наносить много точек. Рисунки с Б.3 по Б.6 (приложение Б) дают примеры необходимого количества точек.

Допуски: заявленный вращательный момент на любой скорости при установленных характеристиках между значениями, соответствующими максимальному вращательному моменту и 90% от максимальной скорости, должны составлять не менее 95% от специфицированного значения.

7.5.1.3 Характеристики крутящего момента на «холодном» двигателе

При охлажденном двигателе, в соответствии с А.1 (приложение А) СТ РК МЭК 60349-2, крутящий момент должен быть измерен при той же низкой скорости, при которой уже были проведены измерения горячего двигателя (точка 1, рисунки Б.2, Б.4 и Б.5 приложения Б). Измерения должны производиться быстро, при этом температура должна быть измерена в конце испытания, чтобы позволит обеспечить незначительное изменение температуры. Крутящий момент должен быть не менее 95% от специфицированного значения.

7.5.1.4 Испытание скорости перемещения при полном крутящем моменте

Характеристика крутящего момента должна варьироваться вверх и вниз на всем скоростном диапазоне, при максимальном значении опорного крутящего момента в движении и, если важно, при торможении. Не должно быть какого-либо размыкания или отключения системы. Норма изменения скорости должна соответствовать каждому применению.

7.5.2 Характеристики эффективности комбинированной системы (необязательное типовое испытание)

При необходимости измерения потерь, они должны быть измерены в конце испытания на нагрев, как описано в 7.3. Потери должны быть получены путем измерения входной энергией и выходной механической мощности. Приемлемым является небольшое количество точек.

Пределы погрешности приборов измерения выходной мощности не должны превышать ±0,6 %, погрешность приборов измерения вращательного момента должна быть в пределах ±0,25 % максимального опорного крутящего момента при определенной скорости, погрешность прибора измерения скорости должна быть в пределах ±0,1 %. Эти допуски могут быть изменены по соглашению между заказчиком и производителем. Применяемые пределы погрешности, совместно с допустимым значением результирующей эффективности, должны быть указаны в характеристике эффективности.

Методы суммирования потерь и взаимной нагрузки, указанные в 7.2.4, могут быть использованы по соглашению между заказчиком и производителя.

Примечание – Для оборудования с высоким коэффициентом полезного действия должна использоваться система измерений с высокой точностью.

7.6 Дополнительные проверки

7.6.1 Проверка системы защиты

7.6.1.1 Электропитание приборов управления комбинированной системы

Комбинированная система должна работать при любых изменениях питания в рамках установленного диапазона, без перебоя системы или индикации неисправностей. Потеря одного или нескольких источников энергии должны приводить к отключению преобразователя без какой-либо

ошибки или неисправности в комбинированной системе. Система должна иметь возможность перезагрузиться в контролируемом режиме, когда управляющие приборы будут переустановлены.

7.6.1.2 Напряжение питания фрикционного привода

Проверка должна производиться путем изменения напряжения питания от максимального значения до минимального в установленном рабочем диапазоне комбинированной системы, для определения корректной работы системы контроля, а также удостоверения того, что комбинированная система регулируется в соответствии с установленной кривой. Рисунок Б.8 показывает пример рабочего диапазона источника напряжения комбинированной системы.

Электропитание приборов управления не должно зависеть от входного напряжения питания фрикционного привода.

7.6.1.3 Прерывание напряжения питания систем тяги (необязательное типовое испытание)

Испытание может быть выполнено путем ввода двух замыкателей в последовательности, которая позволяет возбудить кратковременное исчезновение напряжения питания систем тяги с установленной длительностью.

На рисунке Б.9 (приложение Б) представлен пример возможной испытательной цепи.

7.6.1.4 Внезапное изменение напряжения питания систем тяги (необязательное типовое испытание)

Испытание может быть выполнено путем использования замыкателя параллельно резистору, соединенному, как указано на рисунке Б.10 (приложение Б) на примере возможной конфигурации схемы.

Испытание производится в движении и при торможении.

7.6.2 Гармоника входного тока преобразователя (необязательное типовое испытание)

Преобразователь может создавать помехи для сигнальной системы железной дороги, системы электроснабжения или другого стационарного или находящегося на транспорте оборудования. Это происходит вследствие генерирования тока гармоники при электроснабжении преобразователя. В

связи с этим, важно измерять гармонику переменного тока на входе преобразователя при различных частотах статора.

Заказчик должен установить максимально дозволенную силу тока гармоники (значение и длительность), как функцию частоты входящего тока комбинированной системы.

Результаты измерений могут использоваться для повышения точности вычислений суммарной гармоники уровня помех от транспортного средства, учитывая при этом общее количество инвертеров, линейный фильтр и т.д.

Примечание 1 – Для измерений должен использоваться высокоточный сенсор ток с анализатором частот.

Примечание 2 – Гармоника электропитания должна рассматриваться при измерении суммарного коэффициента гармоник.

7.6.3 Испытание на помехи (необязательное типовое испытание)

Испытание должно быть проведено в соответствии с СТ РК МЭК 61287-1, подпункт 2.4.6.23.

7.7 Исследовательские испытания

Данные испытания должны проводиться на основании соглашения между заказчиком и производителем.

7.7.1 Неисправные состояния

Потеря сигнала обратной связи, выход из строя деталей и т.д.

7.7.2 Внезапное изменение нагрузки

Условие скольжения, снятие нагрузки при движении и т.д.

Приложение А
(справочное)
Перечень проверок

Таблица А.1

Тема	Подпункт	Вид проверки	Исследо-вательское испытание	Возможное дублирование проверки СТ РК МЭК 60349-2 и СТ РК МЭК 61287-1
Испытание на нагрев	7.3	X		X
Дополнительная проверка для параллельных двигателей	7.4	Если применимо		
Характеристики крутящего момента , горячий двигатель	7.5.1.2	X		
Характеристики крутящего момента , холодный двигатель	7.5.1.3	X		
Испытание скорости перемещения при полном крутящем моменте	7.5.1.4	X		
Характеристика эффективности	7.5.2	По выбору		X
Электропитание приборов управления	7.6.1.1	X		
Напряжение питания фрикционного привода	7.6.1.2	X		
Прерывание напряжения питания систем тяги	7.6.1.3	По выбору		
Внезапное изменение напряжения питания систем тяги	7.6.1.4	По выбору		
Гармоника входного тока преобразователя	7.6.2	По выбору		
Испытания на помехи	7.6.3	По выбору		X
Неисправные состояния	7. 7.1		X	
Внезапное изменение нагрузки	7. 7.2		X	
Примечание – Все необязательные проверки должны быть выполнены на основании соглашения между пользователем и производителем				

Приложение Б
(обязательное)
Рисунки

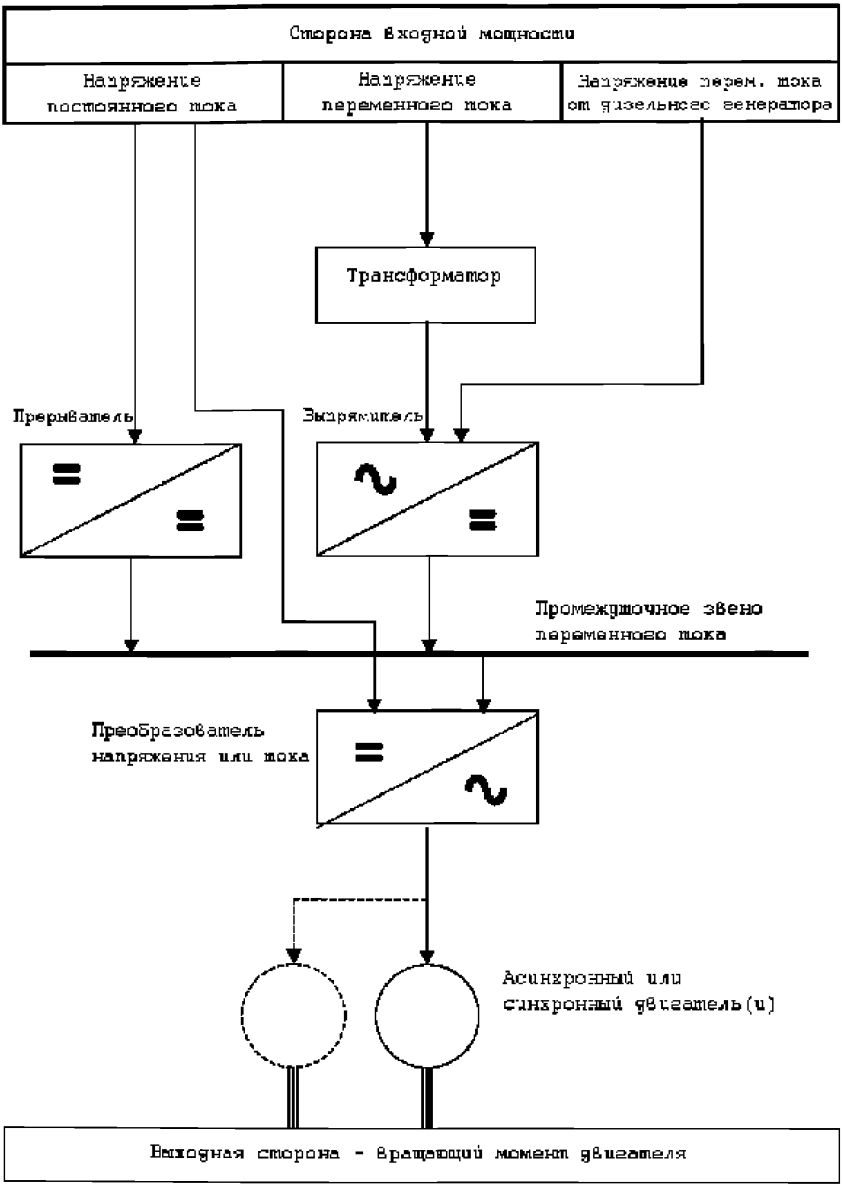
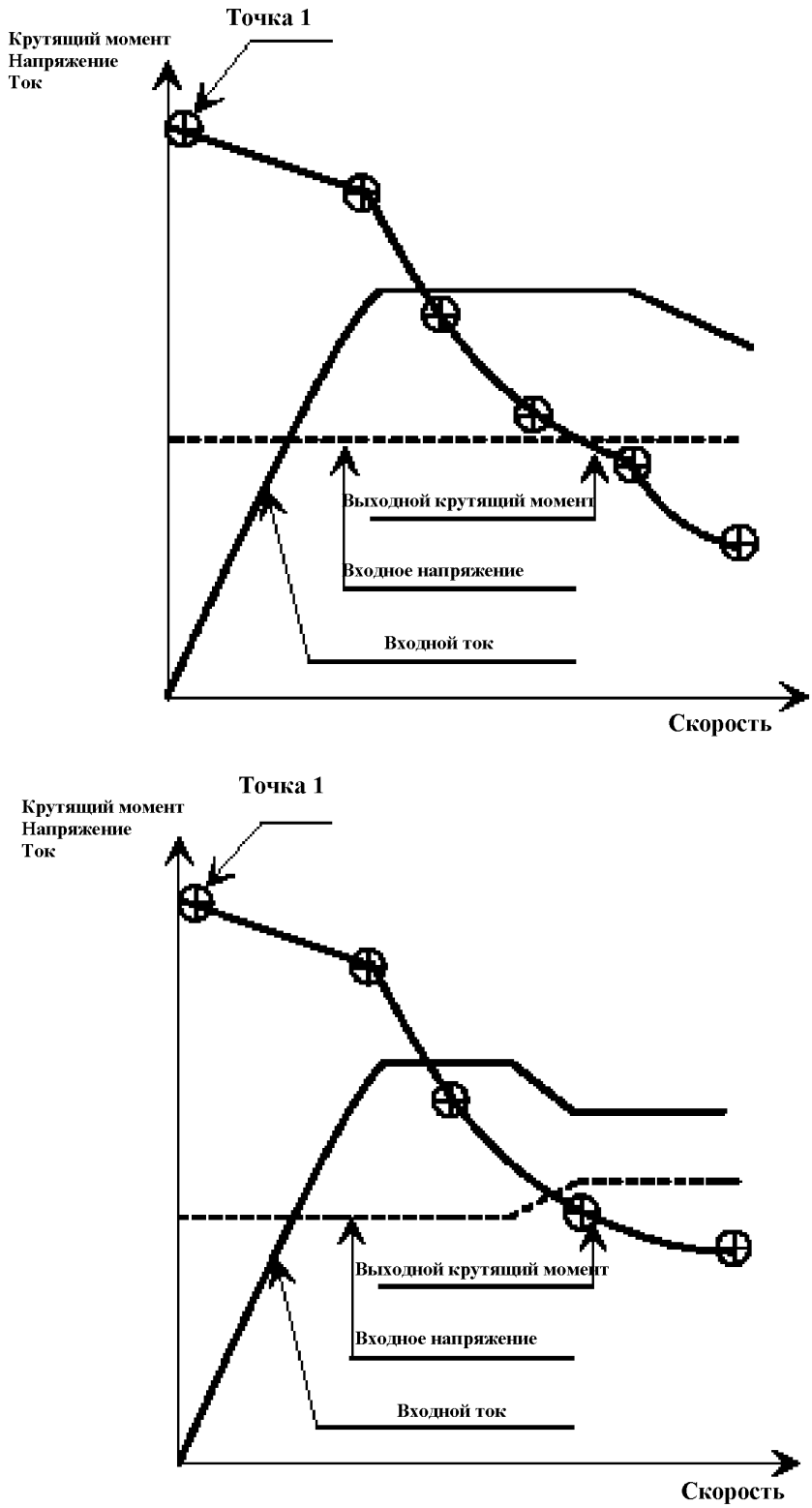
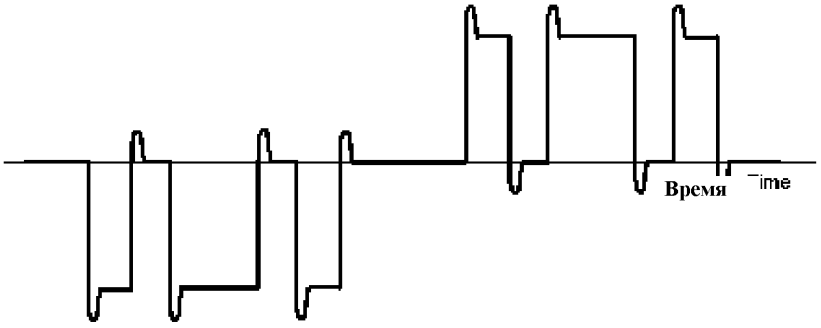


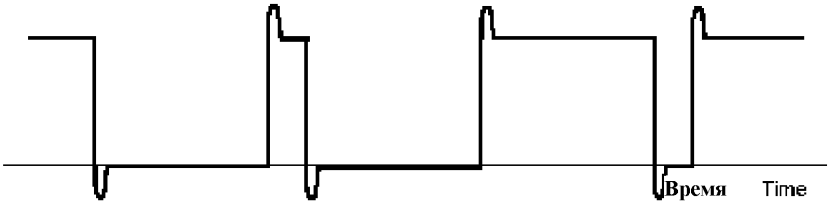
Рисунок Б.1 – Фрикционный двигатель



Р и с у н о к Б.2 – Обязательные характеристики – напряжение асинхронной комбинированной системы (два примера)

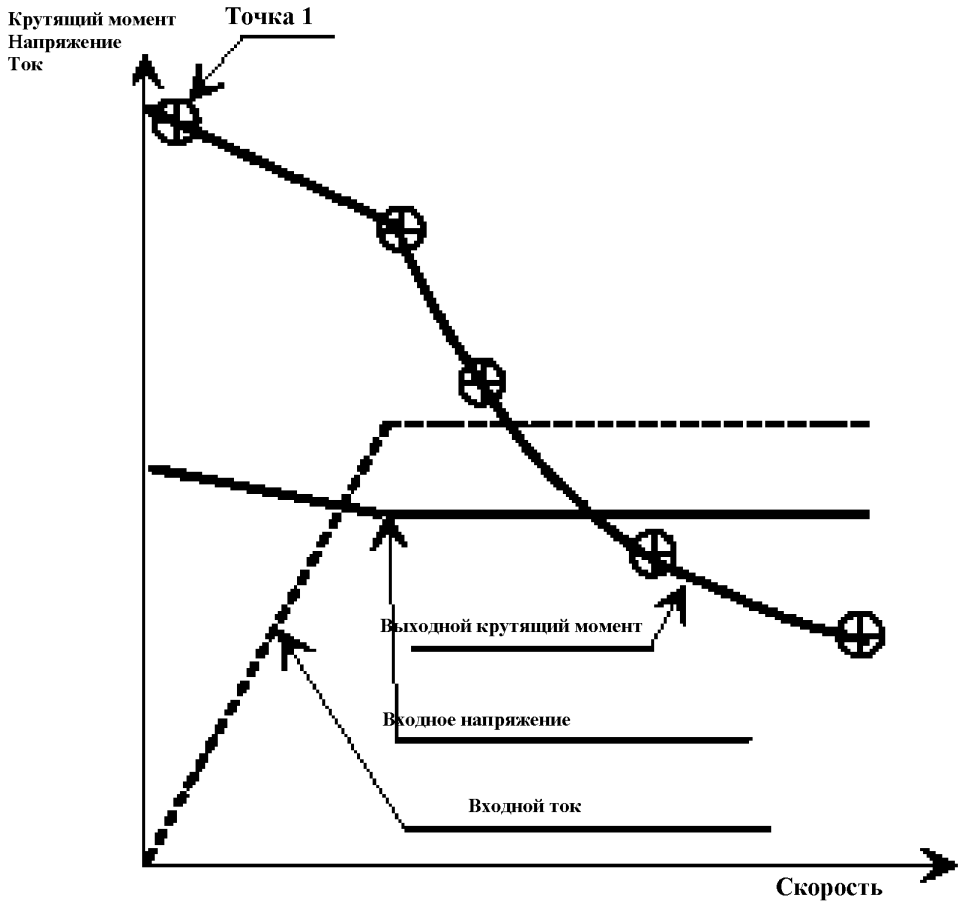


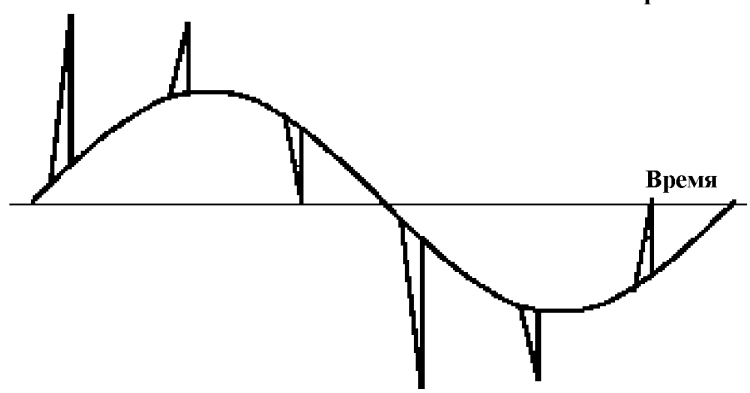
Двухточечное импульсное напряжение



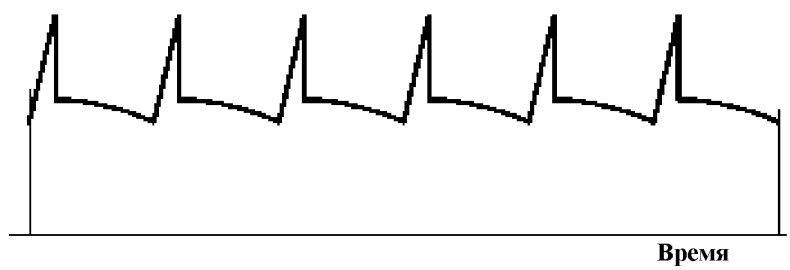
Двухточечное импульсное напряжение

Р и с у н о к Б.3 – Обязательные кривые – напряжение асинхронной комбинированной системы



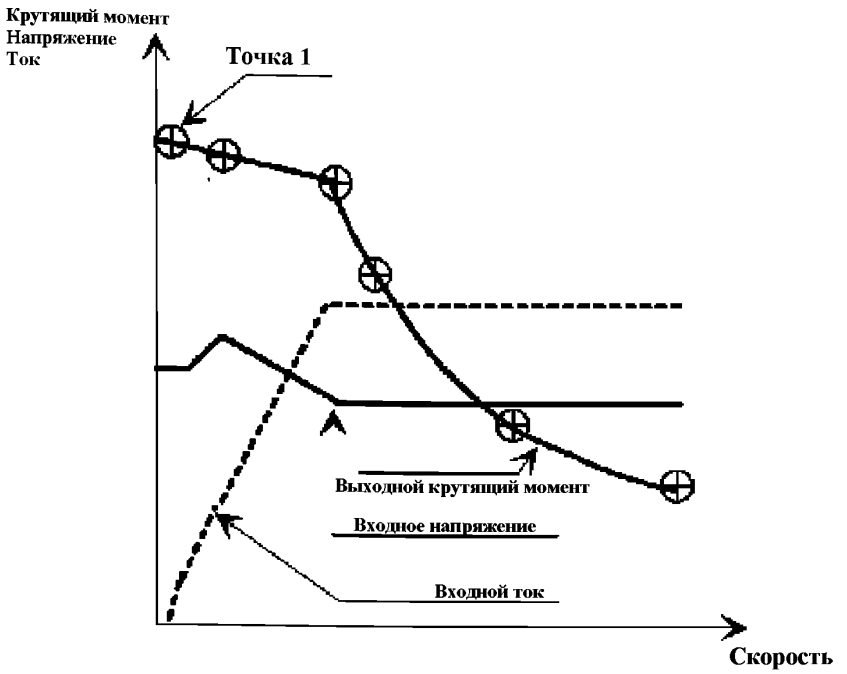


Заземленное импульсное напряжение

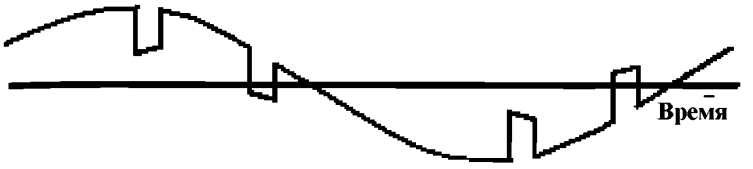


Заземленное импульсное напряжение

Р и с у н о к Б.4 – Обязательные характеристики и кривые – напряжение асинхронной комбинированной системы



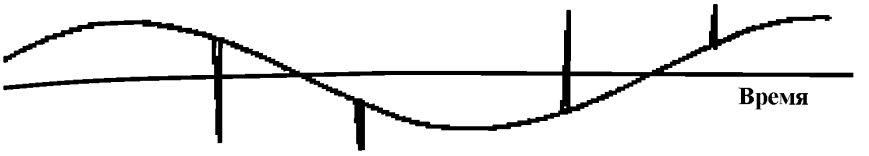
Характеристика тока жесткой синхронной комбинированной системы



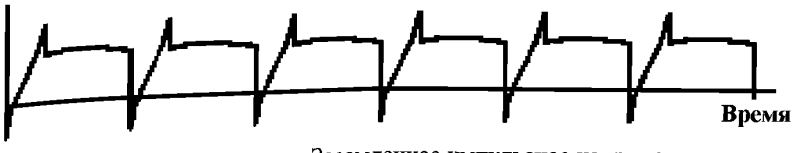
Нагрузочная коммутация: Двухточечное импульсное напряжение



Нагрузочная коммутация: Заземленное импульсное напряжение

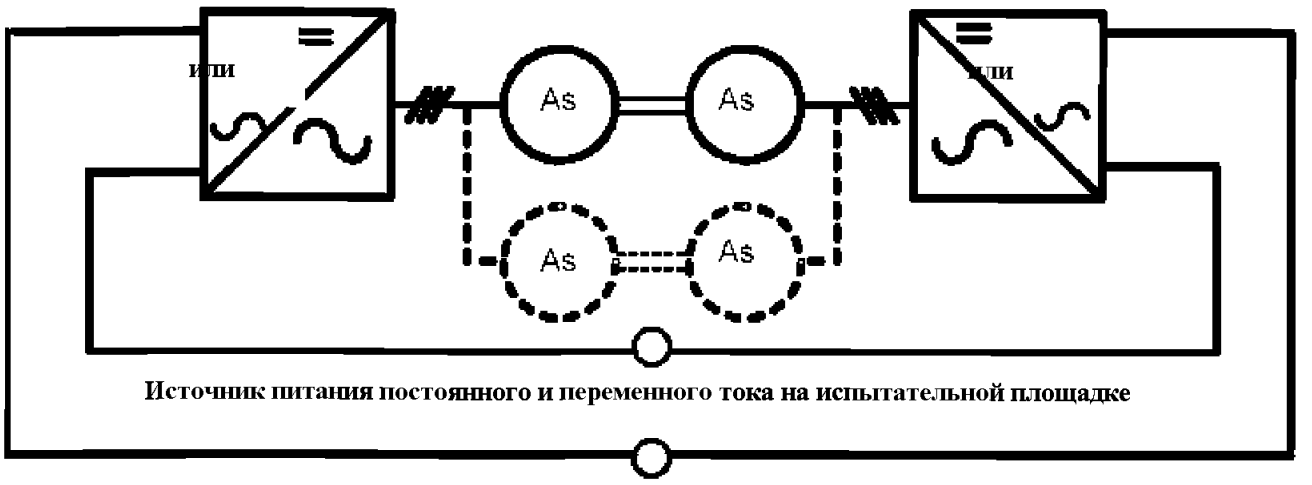


Самокоммутация: Двухточечное импульсное напряжение

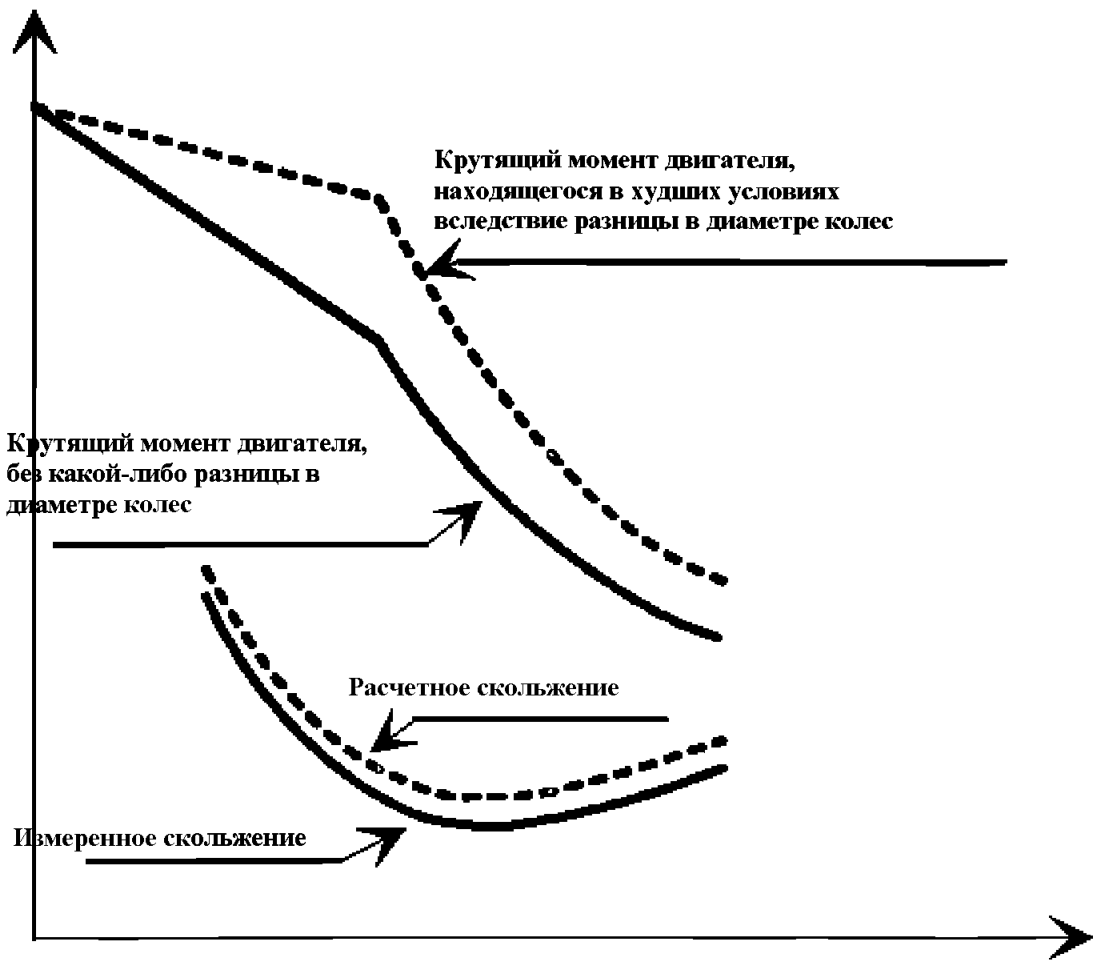


Самокоммутация: Заземленное импульсное напряжение

Рисунок Б.5 – Обязательные характеристики и кривые – напряжение асинхронной комбинированной системы



Р и с у н о к Б.6 – Организация проверочной площадки для испытания методом взаимной нагрузки асинхронной комбинированной системы



Р и с у н о к Б.7 – Влияние разницы диаметра колес на рабочую характеристику асинхронных двигателей

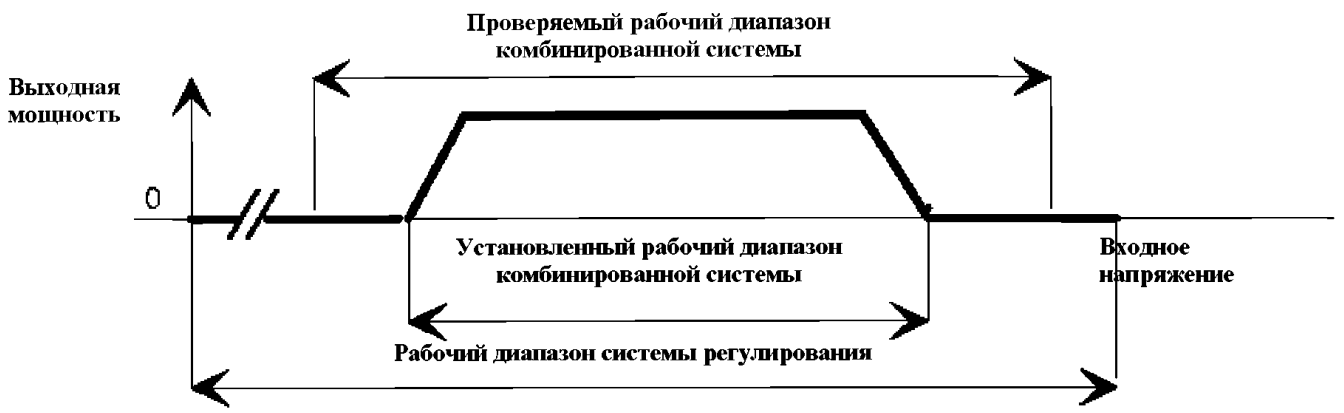


Рисунок Б.8 – Пример рабочего диапазона комбинированной системы

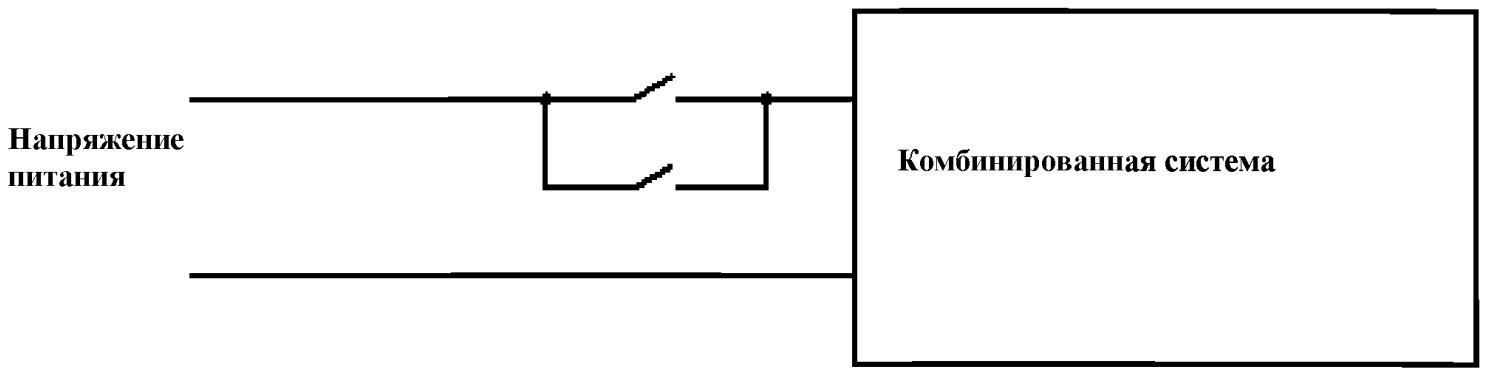


Рисунок Б.9 – Пример конфигурации схемы для кратковременного прерывания источника питания постоянного тока

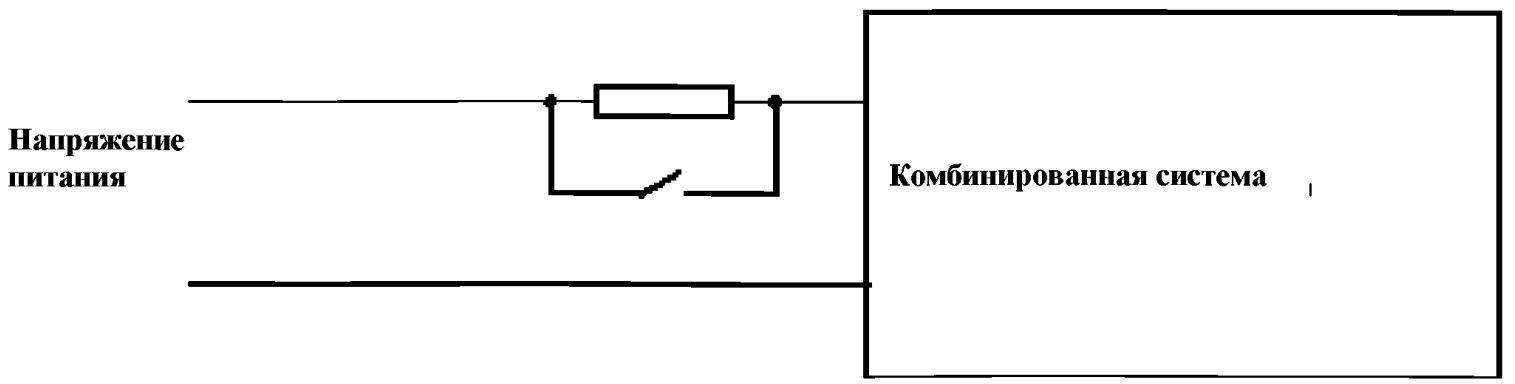


Рисунок Б.10 – Пример конфигурации схемы внезапного изменения напряжения электропитания

Приложение В

(справочное)

Соглашение между заказчиком и производителем

В.1 Специальные требования заказчика, которые должны быть специфицированы и согласованы с производителем

Подпункт	*Тема*
	Сфера применения и цели
	Повторение проверок
	Испытание в производственном цеху или на транспортном средстве
5.1	Определение характеристик для низкого и высокого напряжения тяги
6.2	Случаи, при которых не требуется типовой тест или его не нужно проводить повторно
6.3	Исследовательские испытания
7.2.1	Моделирование охлаждения
	Измерение механической полезной мощности путем суммирования потерь или испытания методом взаимной нагрузки
7.2.5	Максимально допустимая разница диаметра колес
	Дополнительные характеристики крутящего момента при некоторых видах использования параллельных двигателей
7.3.1	Испытание на нагрев
7.4	Дополнительные проверки для параллельных асинхронных двигателей
7.5.1.1	Количество характеристик, которые должны быть установлены
	Характеристики эффективности: допустимые значения и методы проверок
	Напряжение питания фрикционного привода
7.	Исследовательские испытания
Таблица 1	Примечание: необязательные испытания

УДК 621.333 **МКС 45.060**

Ключевые слова: электродвигатели переменного тока, двухзвенный преобразователь, система регулирования, крутящий момент, железнодорожный подвижной состав, комбинированные испытания.

Басуға _____ ж. қол қойылды Пішімі 60х84 1/16
Қағазы офсеттік. Қаріп түрі «KZ Times New Roman»,
«Times New Roman»
Шартты баспа табағы 1,86. Таралымы ____ дана. Тапсырыс ____

«Қазақстан стандарттау және сертификаттау институты»
республикалық мемлекеттік кәсіпорны
010000, Астана қаласы, Орынбор көшесі, 11 үй,
«Эталон орталығы» ғимараты
Тел.: 8 (7172) 240074

gost.e-ecolog.ru