МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОВЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ
(МГС)
INTERSTATE COUNCIL FOR STANDARDIZATION, METROLOGY AND CERTIFICATION
(ISC)

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ГОСТ IEC 60034-26— 2015

МАШИНЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ВРАЩАЮЩИЕСЯ

Часть 26

Влияние несбалансированных напряжений на рабочие характеристики трехфазных асинхронных двигателей

(IEC 60034-26:2006, IDT)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2016

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Цели, основные принципы и основной порядок проведения работ по межгосударственной стандартизации установлены ГОСТ 1.0—2015 «Межгосударственная система стандартизации. Основные положения» и ГОСТ 1.2—2015 «Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Правила разработки, принятия, обновления и отмены»

Сведения о стандарте

1 ПОДГОТОВЛЕН Федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего профессионального образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ» (ФГБОУ ВПО «НИУ «МЭИ») и Федеральным государственным унитарным предприятием «Всероссийский научно-исследовательский институт стандартизации и сертификации в машиностроении» (ВНИИНМАШ) на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии стандарта, указанного в пункте 5

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 333 «Вращающиеся электрические машины»

3 ПРИНЯТ Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 29 сентября 2015 г. № 80-П)

За принятие проголосовали:

Краткое наименование страны по МК (ИСО 3166) 004—97	Код страны по МК (ИСО 3166) 004—97	Сокращенное наименование национального органа по стандартизации
Армения	AM	Минэкономики Республики Армения
Беларусь	BY	Госстандарт Республики Беларусь
Казахстан	KZ	Госстандарт Республики Казахстан
Киргизия	KG	Кыргызстандарт
Молдова	MD	Молдова-Стандарт
Россия	RU	Росстандарт
Таджикистан	TJ	Таджикстандарт

4 Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26 мая 2016 г. № 424-ст межгосударственный стандарт ГОСТ IEC 60034-26—2015 введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 марта 2017 г.

5 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту IEC 60034-26:2006 «Машины электрические вращающиеся. Часть 26. Влияние несбалансированных напряжений на рабочие характеристики трехфазных асинхронных двигателей» («Rotating electrical machines — Part 26: Effects of unbalanced voltages on the performance of three-phase cage induction motors», IDT).

Международный стандарт разработан техническим комитетом по стандартизации ТС 2 «Вращающиеся машины» Международной электротехнической комиссии (IEC).

При применении настоящего стандарта рекомендуется использовать вместо ссылочных международных стандартов соответствующие им межгосударственные стандарты, сведения о которых приведены в дополнительном приложении ДА

6 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном информационном указателе «Национальные стандарты» (по состоянию на 1 января текущего года), а текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет

© Стандартинформ, 2016

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Влияние несбалансированного напряжения на характеристики 1
3.1 Токи 1
3.2 Нагрев 1
3.3 Момент 2
3.4 Скорость двигателя при полной нагрузке 2
4 Предотвращение перегрева путем коррекции номинальных данных 2
Приложение А (справочное) Определение симметричных составляющих линейных напряжений U_1, U_2, U_3 трехфазной системы 3
Приложение В (справочное) Приближенный расчет 4
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов ссылочным межгосударственным стандартам 5

Введение

В случае питания трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором несимметричным линейным напряжением ток в фазах также становится несимметричным. Небольшая разбалансировка напряжения может привести к значительному дисбалансу токов.

Подача несимметричного напряжения на статор асинхронного двигателя эквивалентна появлению обратной последовательности напряжения и соответствующей составляющей потока, вращающейся навстречу направлению вращения ротора, что и вызывает значительный рост тока по сравнению с симметричным режимом. Соответственно, перегрев двигателя при определенной нагрузке в случае несимметричного напряжения будет превышать тот, который был бы при симметричном.

Аналитические и графические методы расчета симметричных последовательностей при известных фазных напряжениях приводятся в литературе. Поэтому они не включены в основной текст настоящего стандарта, а приведены в приложении А. Более того, современные вычислительные средства позволяют осуществлять данные расчеты автоматически.

Аппроксимация для определения дисбаланса дана в справочном приложении В.

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

МАШИНЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ВРАЩАЮЩИЕСЯ

Часть 26

Влияние несбалансированных напряжений на рабочие характеристики трехфазных асинхронных двигателей

Rotating electrical machines. Part 26.
Effects of unbalanced voltages on the performance of three-phase cage induction motors

Дата введения — 2017—03—01

1 Область применения

Настоящий стандарт описывает влияние несбалансированного напряжения на работу трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором.

2 Нормативные ссылки

Для применения настоящего стандарта необходимы следующие ссылочные документы. Для недатированных ссылок применяют последнее издание ссылочного документа (включая все его изменения).

IEC 60034-12, Rotating electrical machines — Part 12: Starting performance of single-speed three-phase cage induction motors (Машины электрические вращающиеся. Часть 12. Пусковые характеристики односкоростных трехфазных двигателей с короткозамкнутым ротором).

3 Влияние несбалансированного напряжения на характеристики

В следующих разделах описывается влияние несбалансированного напряжения на работу двигателя.

3.1 Токи

Составляющая обратной последовательности напряжения образует в воздушном зазоре машины поток, вращающийся навстречу движению ротора. Небольшая асимметрия напряжений питания приводит к заметному по сравнению с симметричным питанием увеличению токов. Частота тока в роторе от потока обратной последовательности почти вдвое превышает номинальную частоту. Поэтому рост потерь от таких токов в роторе значительно превышает рост аналогичных статорных потерь.

Дисбаланс токов при близких к номинальной скоростях двигателя в 6—10 раз превышает дисбаланс напряжений.

Дисбаланс тока короткого замыкания в роторе одного порядка с дисбалансом напряжения, однако мощность короткого замыкания в роторе растет незначительно.

3.2 Нагрев

Перегрев обмотки статора при асимметрии напряжения всегда превышает перегрев при нормальных условиях из-за роста потерь, обусловленных составляющими обратных последовательностей токов и напряжений.

Рост потерь в роторе многократно превышает дисбаланс токов.

Издание официальное

Кроме того, асимметрия напряжений может сопровождаться уменьшением составляющей прямой последовательности напряжения статора, что приведет к росту составляющих прямой последовательности токов статора и ротора.

3.3 Момент

Момент короткого замыкания, седловой и критический моменты уменьшаются при асимметричном питающем напряжении. При существенном дисбалансе напряжений эти моменты не позволяют использовать машину в конкретном применении.

Дисбаланс напряжения приводит к появлению пульсаций момента с двойной частотой сети. Амплитуда пульсаций растет пропорционально произведению составляющих прямой и обратной последовательностей напряжения. Например, при коэффициенте асимметрии f_U = 0,05 (см. раздел 4) амплитуда составляет порядка 25 % от номинального момента. При этом недопустимо возрастают крутильные колебания всей механической конструкции вала, а колебания скорости имеют приблизительно двойную частоту сети.

3.4 Скорость двигателя при полной нагрузке

При работе двигателя от асимметричного напряжения скорость под нагрузкой незначительно уменьшается за счет дополнительных потерь в цепи ротора.

4 Предотвращение перегрева путем коррекции номинальных данных

Если двигатель предназначен для работы с номинальной частотой сети, а напряжение сети имеет составляющую обратной последовательности, превышающую 1 % от прямой последовательности в течение продолжительного времени (по крайней мере, соизмеримого с постоянной времени нагрева), допустимая мощность двигателя должна быть уменьшена по сравнению с номинальной во избежание его выхода из строя. На рисунке 1 представлены характерные значения коэффициента снижения мощности *Y* для двигателей исполнения *N* по IEC 60034-12 при условии, что составляющая прямой последовательности близка к номинальному напряжению. Работа двигателя с превышением 5 % асимметрии не рекомендуется.

Коэффициент асимметрии на рисунке 1 определен как

$$f_U = U_n/U_p,$$

где U_n — среднеквадратичное значение составляющей обратной последовательности питающего напряжения,

U_p — среднеквадратичное значение составляющей прямой последовательности питающего напряжения

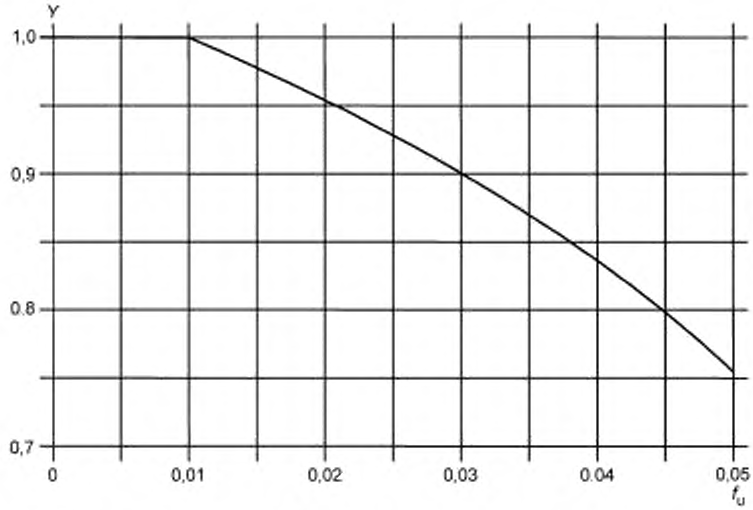

Рисунок 1 — Характерные значения коэффициента снижения мощности Y для двигателей исполнения *N* по IEC 60034-12

Приложение А
(справочное)

Определение симметричных составляющих линейных напряжений U_1, U_2, U_3 трехфазной системы

А.1 Графическое определение векторов прямой и обратной последовательности

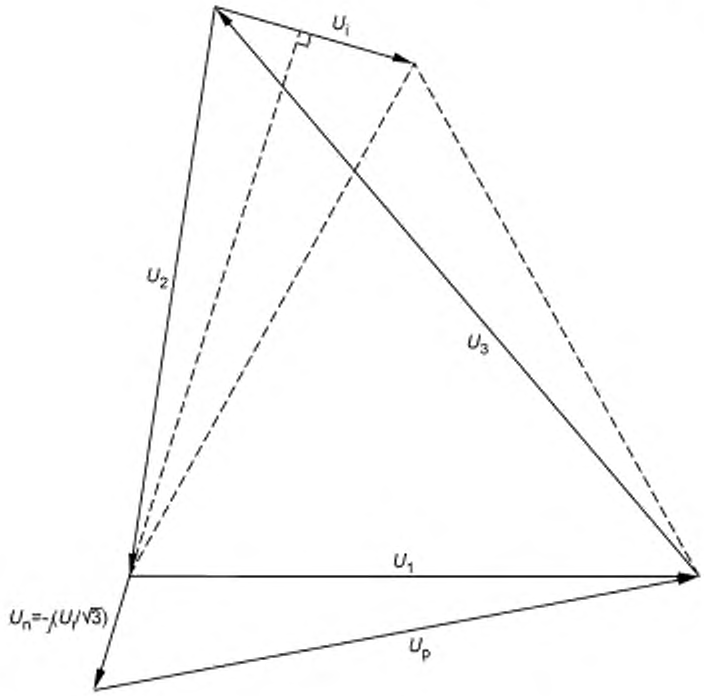

Рисунок А.1 — Векторная диаграмма

Ниже перечислены этапы графического определения составляющих векторов прямой U_p и обратной U_n последовательности:

- Начертить векторную диаграмму фактических линейных напряжений U_1, U_2, U_3, сумма которых всегда равна нулю.
- Построить равносторонний треугольник на одном из напряжений (на рисунке А.1 выбран вектор U_1).
- Соединить верхние вершины построенных треугольников вектором U_j.
- На вектор U_j опустить перпендикуляр из одной из противоположных ему вершин исходного треугольника.
- Продолжением этого перпендикуляра является вектор напряжения обратной последовательности длиной $U_j/\sqrt{3}$, отстающий от вектора U_j на 90 градусов.
- Искомый вектор напряжения прямой последовательности U_p соединяет вершины векторов U_n и U_1.

А.2 Аналитическое определение

Симметричные составляющие векторов линейных напряжений определяются следующим образом.

Вектор прямой последовательности: $U_p = (U_1 + aU_2 + a^2U_3)/3$.

Вектор обратной последовательности: $U_n = (U_1 + a^2U_2 + aU_3)/3$,

где $a = e^{j2\pi/3}$, и $1 + a + a^2 = 0$.

Если известны исходные векторы напряжений (модули и фазы), их симметричные составляющие могут быть найдены по приведенным выше уравнениям.

Если известны только среднеквадратичные значения модулей векторов напряжений, симметричные составляющие могут быть вычислены по следующим формулам:

$$U_n = \frac{1}{\sqrt{3}}\sqrt{U_1^2 + U_2^2 - 2U_1U_2\cos(\varphi_1 - \frac{\Pi}{3})},$$

$$U_p = \sqrt{U_n^2 + U_1^2 - 2U_nU_1\cos|\varphi_n|},$$

где $|\varphi_n| = \left|\arcsin\left(\frac{\frac{\sqrt{3}}{2}|U_1| - |U_2\sin\gamma_1|}{|\sqrt{3}U_n|}\right) - \frac{\Pi}{2}\right|$,

$$\varphi_1 = \arccos\left(\frac{U_1^2 + U_2^2 - U_3^2}{2U_1U_2}\right).$$

Приложение В
(справочное)

Приближенный расчет

На практике для оценки коэффициента снижения мощности по рисунку 1 может быть востребован приближенный расчет коэффициента асимметрии f_U, который проводится по формуле

$$f_U' = \frac{U_{max} - U_{ср}}{U_{ср}},$$

где $U_{макс}$ — среднеквадратичное значение напряжения, максимального из U_1, U_2 и U_3.
$U_{ср}$ — среднеарифметическое среднеквадратичных значений U_1, U_2 и U_3.

Примечание — Между коэффициентами f_U' и f_U, вычисляемыми по приложениям А и В, отсутствует какая-либо строгая математическая связь. Коэффициент асимметрии f_U', вычисляемый по приложению В, отражает физические процессы лишь приближенно. Коэффициент f_U, найденный по приложению А, обычно на 3 %, в редких случаях на 14 %, выше, чем найденный по приложению В, что приводит к ошибке в определении коэффициента снижения мощности, не превышающей 7 %.

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов ссылочным межгосударственным стандартам

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего межгосударственного стандарта
IEC 60034-12	—	*[1)]
* Соответствующий межгосударственный стандарт отсутствует. До его утверждения рекомендуется использовать перевод на русский язык данного международного стандарта. Перевод данного международного стандарта находится в Федеральном информационном фонде технических регламентов и стандартов.		

[1)] На территории Российской Федерации действует ГОСТ Р МЭК 60034-12—2009.

УДК 621.313.333.2:006.354 МКС 29.160 IDT

Ключевые слова: машины электрические вращающиеся; коэффициент асимметрии напряжения; трехфазный асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором; коэффициент снижения мощности; прямая и обратная симметричные составляющие прямой и обратной последовательности

Редактор *Н.В. Верховина*
Технический редактор *В.Ю. Фотиева*
Корректор *Л.С. Лысенко*
Компьютерная верстка *А.Н. Золотаревой*

Сдано в набор 01.08.2016. Подписано в печать 13.07.2016. Формат 60×84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 1,40. Уч.-изд. л. 1,12. Тираж 27 экз. Зак. 1621.
Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Издано и отпечатано во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123995 Москва, Гранатный пер., 4.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru