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

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ГОСТ 31636.3— 2012 (IEC 60519-3:1988)

БЕЗОПАСНОСТЬ ЭЛЕКТРОТЕРМИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Часть 3

Частные требования к электротермическим устройствам индукционного и прямого нагрева сопротивлением и индукционным электропечам

(IEC 60519-3:1988, MOD)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2020

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

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

Сведения о стандарте

1 ПОДГОТОВЛЕН 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 Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии

3 ПРИНЯТ Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 24 мая 2012 г. № 41)

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
Азербайджан	AZ	Азстандарт
Армения	AM	Минэкономики Республики Армения
Беларусь	BY	Госстандарт Республики Беларусь
Казахстан	KZ	Госстандарт Республики Казахстан
Киргизия	KG	Кыргызстандарт
Россия	RU	Росстандарт
Таджикистан	TJ	Таджикстандарт
Узбекистан	UZ	Узстандарт

4 Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 15 ноября 2012 г. № 869-ст межгосударственный стандарт ГОСТ 31636.3—2012 (IEC 60519-3:1988) введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 января 2014 г.

5 Настоящий стандарт является модифицированным по отношению к международному стандарту IEC 60519-3:1988 «Безопасность электротермического оборудования. Часть 3. Частные требования к электротермическим устройствам индукционного и прямого нагрева сопротивлением и индукционным электропечам» («Safety in electroheat installations. Part 3. Particular requirements for induction and conduction heating devices and induction furnaces», MOD) путем изменения отдельных фраз (слов, значений показателей, ссылок), которые выделены в тексте курсивом.

Дополнительные требования, учитывающие потребности экономики указанных выше стран, выделены в тексте курсивом.

Сведения о соответствии ссылочных межгосударственных стандартов международным стандартам, использованным в качестве ссылочных в примененном международном стандарте, приведены в дополнительном приложении ДА.

Настоящий стандарт подготовлен на основе применения ГОСТ Р 50014.3—92 (МЭК 519-3—88)[1)]

6 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

7 ПЕРЕИЗДАНИЕ. Апрель 2020 г.

[1)] Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 15 ноября 2012 г. № 869-ст ГОСТ Р 50014.3—92 отменен с 1 января 2014 г.

Информация о введении в действие (прекращении действия) настоящего стандарта и изменений к нему на территории указанных выше государств публикуется в указателях национальных стандартов, издаваемых в этих государствах, а также в сети Интернет на сайтах соответствующих национальных органов по стандартизации.

В случае пересмотра, изменения или отмены настоящего стандарта соответствующая информация будет опубликована на официальном интернет-сайте Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации в каталоге «Межгосударственные стандарты»

© Стандартинформ, оформление, 2013, 2020

В Российской Федерации 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 Термины и определения . . . 2
4 Нагревательный индуктор . . . 2
5 Конденсаторы . . . 2
6 Источники питания сетевой частоты . . . 3
7 Вращающиеся преобразователи частоты . . . 3
8 Статические преобразователи частоты . . . 4
9 Ферромагнитные умножители частоты . . . 4
10 Коммутационная аппаратура . . . 4
11 Кабели, провода и системы шин . . . 4
12 Жидкостное охлаждение . . . 5
13 Фирменная табличка . . . 6
14 Воздушные зазоры и пути утечки . . . 6
15 Защита от поражений электрическим током . . . 6
15.1 Защита от прямых контактов . . . 6
15.2 Защита от непрямых контактов . . . 6
15.3 Частотные требования . . . 7
15.4 Требования к заземлению . . . 7
15.5 Защитные проводники . . . 8
16 Защита от ожогов . . . 8
17 Пожарная безопасность . . . 8
18 Меры защиты от воздействия шума . . . 8
19 Меры защиты от теплового (инфракрасного) излучения . . . 8
20 Защита от воздействия электромагнитных полей . . . 8
21 Защита от токсичных компонентов в воздухе рабочей зоны . . . 8
22 Радиопомехи . . . 8
Приложение А (обязательное) Специфические требования к электротермическим устройствам индукционного и прямого нагрева сопротивлением . . . 9
Приложение В (обязательное) Специфические требования к индукционным плавильным электропечам . . . 11
Приложение С (обязательное) Допустимое напряжение прикосновения как функция продолжительности и максимальная продолжительность предполагаемого напряжения прикосновения . . . 13
Приложение D (обязательное) Классификация электротермического оборудования по напряжению . . . 15
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных межгосударственных стандартов международным стандартам, использованным в качестве ссылочных в примененном международном стандарте . . . 16
Библиография . . . 17

М Е Ж Г О С У Д А Р С Т В Е Н Н Ы Й С Т А Н Д А Р Т

БЕЗОПАСНОСТЬ ЭЛЕКТРОТЕРМИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Часть 3

Частные требования к электротермическим устройствам индукционного и прямого нагрева сопротивлением и индукционным электропечам

Safety in electroheat installations. Part 3. Particular requirements for induction and conduction heating devices and induction furnaces

Дата введения — 2014—01—01

1 Область применения

Настоящий стандарт следует применять совместно с ГОСТ 12.2.007.9.

Стандарт распространяется на следующие виды электротермического оборудования: электротермические устройства индукционного нагрева низкой, повышенной и высокой частоты, электротермические устройства прямого нагрева твердых тел постоянным и переменным током, индукционные плавильные электропечи, электропечи выдержки или перегрева расплава на низкой, повышенной и высокой частотах, а также на части электротермического оборудования, обеспечивающие загрузку или перемещение и находящиеся в зоне воздействия секции нагрева.

Примеры применения:

- электротермические устройства индукционного и прямого нагрева слябов, слитков, стержней, полосовой стали, проката, проволоки, труб, заклепок и т. д. для последующей горячей формовки и термообработки;
- индукционные тигельные или канальные электропечи.

Требования настоящего стандарта являются обязательными.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие межгосударственные стандарты:

ГОСТ 12.1.003 Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности

ГОСТ 12.1.004 Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования

ГОСТ 12.1.005 Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны

ГОСТ 12.2.007.9—93 Безопасность электротермического оборудования. Часть 1. Общие требования

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов и классификаторов на официальном интернет-сайте Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации (www.easc.by) или по указателям национальных стандартов, издаваемым в государствах, указанных в предисловии, или на официальных сайтах соответствующих национальных органов по стандартизации. Если на документ дана недатированная ссылка, то следует использовать документ, действующий на текущий момент, с учетом всех внесенных в него изменений. Если заменен ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, то следует использовать указанную версию этого документа. Если после принятия

Издание официальное

настоящего стандарта в ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение применяется без учета данного изменения. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

3.1 В настоящем стандарте применены термины по *ГОСТ 12.2.007.9*, [1], а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.2 **индукционный нагрев** ([1], ст. 841-05-01): Метод нагрева, при котором тепло образуется токами, индуцированными в загрузке за счет электромагнитной энергии.

3.3 **прямой нагрев сопротивлением** ([1], ст. 841-02-02): Нагрев сопротивлением, при котором электрический ток проходит через нагреваемый материал.

3.4 **секция нагрева:** Часть оборудования, в которой осуществляется индукционный или прямой нагрев.

3.5 **нагревательный индуктор** (рабочая катушка) ([1], ст. 841-05-06): Деталь [например, катушка(ки) оборудования для нагрева или индукционной плавки], несущая переменный ток и предназначенная для создания магнитного поля, которое наводит токи в загрузке ([1], ст. 841-10-13).

3.6 **контактная система:** Элемент индукционного нагревательного рабочего узла, обеспечивающий электрическое подсоединение загрузки к нагревательной цепи.

3.7 **индукционная тигельная печь** ([1], ст. 841-05-18): Индукционная печь для плавления или выдержки, в которой тепло генерируется непосредственно в загрузке или тигле, содержащем загрузку, с помощью одной или более индукционных катушек, расположенных вокруг тигля.

3.8 **индукционная канальная печь** ([1], ст. 841-05-19): Индукционная печь для плавления или выдержки, образующая трансформатор, цепь вторичной обмотки которого включает в себя расплавленный металл, находящийся в канале из огнеупорного материала. Этот канал соединен с футерованной камерой, в которой также находится расплавленный материал и помещаются куски шихты, подлежащие нагреву.

3.9 ***конденсатор***: *Устройство, основным свойством которого является электрическая емкость.*

4 Нагревательный индуктор

4.1 При замене индуктора или его части, вызванной износом или необходимостью соответствия требованиям нового производства, следует соблюдать инструкции изготовителя.

4.2 В случае недостаточного охлаждения индуктора, что может создать опасность для персонала или явиться причиной повреждения основных частей установки, следует обеспечить срабатывание аварийной сигнализации и автоматическое отключение установки.

4.3 Не следует допускать охлаждения индуктора ниже точки росы, так как это может явиться причиной конденсации влаги на катушке, ее выводах и привести к вероятности короткого замыкания.

4.4 Для электротермического оборудования с принудительным охлаждением индукторов и загрузкой и (или) футеровкой высокой теплоемкости следует обеспечить наличие резервного источника, гарантирующего охлаждение индуктора (индукторов) и, по возможности, элементов загрузки до момента выгрузки нагретой загрузки и охлаждения футеровки до безопасного уровня.

4.5 Установленное изготовителем напряжение, прикладываемое к индукторам, например к многосекционным катушкам, не должно быть превышено.

5 Конденсаторы

5.1 Следует принять все необходимые меры для быстрой разрядки конденсаторов, соприкосновение с которыми после их отключения может быть опасным. На видном месте следует установить табличку, напоминающую о необходимости разрядки конденсаторов перед осуществлением операций с ними.

5.2 В случае, если конденсатор постоянным параллельным соединением подключен к нагревательному индуктору или трансформатору, разрядное устройство может не применяться.

Если конденсаторы, подключенные к нагревательному индуктору или трансформатору параллельным соединением, отключаются только в режиме холостого хода, отсутствие разрядного устройства

также допускается, но при условии, что интервал времени, необходимый для разрядки, протекает в период между отключением питания и размыканием выключателя конденсатора.

Примечание — В случае возможной зарядки от источника постоянного тока наличие разрядного устройства необходимо.

5.3 Конденсаторы, переключаемые под нагрузкой или включаемые посредством внешних предохранителей с плавкой вставкой, должны быть оснащены разрядным устройством.

5.4 Разрядное устройство должно снижать остаточное напряжение от максимального значения до 50 В или меньше; время разрядки: 1 мин — для конденсаторов с номинальным напряжением до 660 В и 5 мин — для конденсаторов с номинальным напряжением св. 660 В.

5.5 Разрядное устройство не может служить заменой замыкания накоротко зажимов конденсаторов и их заземления перед проведением работ.

Примечание — После того как разрядное устройство сработало, в некоторых случаях возможно наличие остаточного заряда на соединениях последовательно включенных конденсаторов. Причиной этого могут служить плавление плавкой вставки, разрыв внутренних соединений, разница значений емкостей или перезарядка диэлектриков с составляющей постоянного тока предыдущей зарядки.

5.6 Конденсаторы, предназначенные для низких частот, должны подключаться через защитные устройства. При использовании внутренних предохранителей с плавкой вставкой наличие внутренних устройств защиты необязательно. При подключении конденсаторов, рассчитанных на повышенные и высокие частоты, устройства защиты могут не применяться.

5.7 При использовании конденсаторов с жидкостным охлаждением устройство контроля за температурой конденсаторов должно быть снабжено автоматической сигнализацией. При последовательном соединении систем охлаждения нескольких конденсаторов достаточно контролировать температуру конденсатора на выходе. Если блоки конденсаторов имеют индивидуальные соединения, последний блок последовательно соединенного контура охлаждения должен быть включен в электрическую цепь постоянно или отключаться последним.

5.8 Контроль температуры конденсатора может быть заменен контролем температуры охлаждающей жидкости на выходе контура или контролем расхода жидкости каждого контура охлаждения.

6 Источники питания сетевой частоты

В схемах управления электроприводей, питающихся от трансформаторов, генераторов и преобразователей частоты, должна быть предусмотрена защита, обеспечивающая немедленное отключение в случае повреждения контурной цепи индукторов.

При использовании источников сетевой частоты, питающих однофазную нагрузку от трехфазного источника, где в целях сохранения достаточного равновесия между тремя фазными токами применяют конденсаторы и катушки индуктивности, возможно образование последовательного резонансного контура, вызывающего перенапряжения, которые, свою очередь, могут привести к снижению уровня безопасности в случае, если фазное соединение, общее для конденсаторов и катушек индуктивности уравновешивающей цепи, оказывается включенным в разомкнутую цепь, к примеру, в результате плавления плавкой вставки или выхода из строя контактора на линии.

В этих условиях следует предусмотреть меры, гарантирующие отключение питания, например выключатель с максимальным расцепителем напряжения в контуре питания.

Контакторы, управляющие трехфазным питанием блока конденсаторов и катушки индуктивности, должны быть спроектированы таким образом, чтобы контакт, установленный в общей точке катушки индуктивности и конденсатора, быстро срабатывал на замыкание при включении и размыкался с замедлением при отключении.

7 Вращающиеся преобразователи частоты

7.1 В случае быстрого понижения мощности или включения конденсаторов секции нагрева и преобразователь частоты могут оказаться под воздействием переходных напряжений. С учетом этого они должны быть спроектированы таким образом, чтобы выдерживать эти напряжения.

7.2 Ток возбуждения должен прикладываться только при достижении преобразователем частоты рабочей скорости вращения и полном выполнении всей последовательности пусковых операций.

7.3 Генератор переменного тока должен быть оборудован устройством защиты от токовых перегрузок и перенапряжений. Характеристики комплектующих элементов защитного устройства должны изменяться по функции времени, чтобы соответствовать переходным характеристикам генератора переменного тока. Устройства тепловой защиты обычно не подходят в силу инерции.

7.4 При опасности возникновения пиков напряжений, которые недопустимы, даже если они непродолжительны, необходимо применение защитного устройства прямого действия, например ограничителя амплитуды волн перенапряжения.

Синхронные генераторы переменного тока с последовательно соединенными конденсаторами также должны включать соответствующую защиту, например короткозамыкатель последовательно соединенных конденсаторов.

7.5 В случае, когда преобразователь частоты не располагает автоматической регулировкой напряжения, включение конденсаторов или уменьшение мощности переключением допускается только при условии, если значение полученного напряжения находится в пределах безопасности.

8 Статические преобразователи частоты

8.1 В целях обеспечения требуемого уровня безопасности статические преобразователи частоты должны быть защищены в точке входных зажимов от переходных перенапряжений, возникновение которых возможно при переключениях со стороны источника питания.

8.2 Статические преобразователи частоты должны быть оборудованы быстродействующими устройствами защиты от токовых перегрузок и перенапряжений.

8.3 Следует принять дополнительные меры, позволяющие избежать возникновения опасных переходных напряжений в результате быстрого изменения мощности под нагрузкой.

9 Ферромагнитные умножители частоты

9.1 Рассматриваемые в настоящем стандарте ферромагнитные умножители частоты являются умножителями общепринятого типа — трехмонофазными.

Умножитель состоит из специального соединения сердечников индуктивных сопротивлений нулевой последовательности с высокой степенью магнитного насыщения, таких как катушки индуктивности или трансформаторы, которые должны отвечать требованиям стандартов, распространяющихся на трансформаторы в отношении их охлаждения, управления и безопасности.

9.2 Со стороны трехфазного входа умножителя конденсаторы и катушки индуктивности должны соединяться таким образом, чтобы компенсировать большие реактивные токи умножителя и ограничивать коэффициент гармоник в питающем токе.

10 Коммутационная аппаратура

10.1 Конструкция коммутационной аппаратуры для работы под нагрузкой вращающихся преобразователей частоты должна учитывать характеристики напряжения преобразователя при внезапных уменьшениях нагрузки.

10.2 Конструкция коммутационной аппаратуры для работы в режиме холостого хода должна учитывать временной режим преобразователей, реактивных сопротивлений (трансформаторов и катушек индуктивности) и конденсаторов.

10.3 Конструкция коммутационной аппаратуры должна учитывать не только основную составляющую тока, но и его гармоники, которые могут возникнуть при работе установки.

10.4 При выборе устройства или типа соединения для осуществления включения под нагрузкой конденсаторов следует, помимо остального, учитывать следующее:

1) при включении возможны значительные пики тока высокой частоты;

2) при отключении следует избегать критических уровней перенапряжений, являющихся следствием срабатывания коммутационной аппаратуры.

11 Кабели, провода и системы шин

11.1 Размеры кабелей, проводов и систем шин выбирают так, чтобы избежать недопустимого перегрева, исходя из величины и частоты протекающего по ним тока.

Примечание — Таблицы, где приводятся значения токов, относящиеся к сетевой частоте (50/60 Гц), не распространяются на установки, работающие на более высоких частотах.

При параллельном соединении необходимо предусмотреть меры, устраняющие опасность перегрева отдельных проводников вследствие неравномерного распределения тока.

11.2 В случае принудительного охлаждения кабелей, проводов и систем шин соблюдаются требования ГОСТ 12.2.007.9—93, пункты 6.2.8, 6.5.1 и 6.5.2.

11.3 В случае внутренних соединений между такими элементами, как умножители частоты, преобразователи частоты, трансформаторы, конденсаторы, коммутационная аппаратура, катушки индуктивности и контактные системы, допускается отсутствие индивидуальных устройств защиты от токовых перегрузок устройства (электропечи) при условии, что соединения защищены от коротких замыканий и токов утечки на землю.

Примечание — Принято относить это к кабелям или соединениям массивных проводов или изолированных проводников, при использовании которых представляется возможным избежать контакта между проводниками (а также между заземленными элементами), что обеспечивается соблюдением достаточных изолирующих расстояний, использованием распорок или изолирующих прокладок, прокладкой проводников в раздельных проводках из изоляционных материалов или использованием кабелей или проводов, которые по своей конструкции считают устойчивыми к короткому замыканию.

В случае, если конструкция преобразователя частоты, например статического, гарантирует надежную защиту от коротких замыканий, для устройств (электропечей) повышенной и высокой частоты свойство сопротивления короткому замыканию не обязательно.

11.4 Кабели и провода, входящие в состав секции нагрева, как правило, обеспечиваются изоляцией, которая выполняет функцию их защиты от значительных механических и тепловых воздействий. В подавляющем большинстве случаев эта изоляция не может в полной мере защитить от электропоражений. Учитывая это, следует предусмотреть меры, предотвращающие любую возможность случайного контакта с кабелями и проводами при обслуживании, если превышено допустимое напряжение прикосновения.

12 Жидкостное охлаждение (*по ГОСТ 12.2.007.9—93, подраздел 6.5*)

12.1 Следует принять меры, позволяющие избежать образования пузырьков в контуре охлаждения оборудования высокой частоты 3-го диапазона напряжений, поскольку они могут спровоцировать образование дуг, что может явиться причиной повреждения контура охлаждения. *Классификация электротермического оборудования по напряжению в соответствии с установленной МЭК приведена в приложении 2.*

12.2 В шлангах системы охлаждения, изготовленных из усиленного текстиля, возможно проникновение влаги в структуру усиленной ткани и провоцирование тем самым разностей потенциалов между материалом усиления и жидкостью охлаждения, превышающих электрическое сопротивление оболочек этих шлангов. Следует учитывать это при подборе материалов и типа шлангов.

12.3 Некоторые элементы с жидкостным охлаждением (например, конденсаторы в керамическом исполнении, рубашки электронных трубок) крайне чувствительны к давлению. *Отступая от требований ГОСТ 12.2.007.9—93, пункт 6.5.4, они должны выдерживать лишь номинальное рабочее давление.* При этом их соединительные муфты должны выдерживать давление, в 1,5 раза превышающее номинальное рабочее. *Допускается устанавливать в технических условиях на электротермическое оборудование отдельных видов большее превышение пробного давления.*

12.4 При нарушении потока воды в системе охлаждения должны быть приняты меры, обеспечивающие охлаждение индукционных катушек до полного остывания. При переключении подачи воды из запасных систем охлаждения должны быть соблюдены все меры предосторожности.

Герметичность индукционных катушек и контуров водоохлаждения должна контролироваться через определенные инструкцией промежутки времени.

При открытой системе охлаждения температура охлаждающей воды катушки на входе и выходе должна контролироваться оператором в целях выявления образования накипи в системе охлаждения.

Водонепроницаемость кожуха, катушки индуктора и трубопроводов циркуляционной системы охлаждения должна периодически проверяться через небольшие по времени интервалы.

Входная и выходная температура воды в системе охлаждения катушки должна регистрироваться оператором в процессе проверки степени загрязнения контуров охлаждения катушки в разомкнутом режиме работы системы охлаждения.

13 Фирменная табличка (*см. ГОСТ 12.2.007.9—93, раздел 8*)

Основные конструктивные элементы установки (например, индуктор, контактная система) должны иметь индивидуальные таблички с маркировочными данными.

14 Воздушные зазоры и пути утечки

Воздушные зазоры и пути тока утечки в установках высоких и повышенных частот не обязательно идентичны используемым для сетевой частоты (50/60 Гц).

При использовании приведенных величин (например, в генераторах высокой частоты) следует принять меры, обеспечивающие недопущение пробоя, в результате которого может быть снижена безопасность.

15 Защита от поражений электрическим током (*см. ГОСТ 12.2.007.9—93, раздел 12*)

15.1 Защита от прямых контактов

Меры по обеспечению защиты приведены в ГОСТ 12.2.007.9.

15.1.1 Допустимое напряжение прикосновения в зависимости от частоты

Предельные значения допустимого напряжения прикосновения являются функцией частоты и повышаются с ее увеличением. Рекомендуемые предельные уровни находятся в стадии разработки.

Примечание — Особая осторожность требуется в случаях, когда напряжение высокой частоты смодулировано напряжением низкой частоты.

15.1.2 Все части электротермического оборудования, включающие, например, конденсаторы, катушки индуктивности, трансформаторы, индукторы или контактные системы, коммутационную аппаратуру, кабели и системы шин, должны быть в оболочках или обеспечены равноценной защитой от прямых контактов. Дверцы и крышки, обеспечивающие доступ к частям оборудования, находящимся под напряжением 2-го и 3-го диапазонов, должны быть устроены таким образом, чтобы открыть их можно было только с помощью специального инструмента, например гаечного ключа или замка, ключ от которого доверяется только лицу, получившему специальное разрешение.

15.1.3 Токопроводящие проводники 2-го и 3-го диапазонов напряжений должны быть недоступны, исключение допускается только в следующих случаях.

При напряжениях 2-го диапазона, если доступ доверяется только лицу, получившему специальное разрешение. Кроме того, при напряжениях 3-го диапазона, если самой конструкцией гарантируется невозможность какого-либо случайного контакта при устранении неполадок, технического контроля и ремонта, осуществляемых лицами, получившими разрешение на эти работы. В целях обеспечения данных условий может быть применено одно или несколько устройств, указанных ниже.

1) Сблокированные крышки.

Доступ возможен только при отключении питания.

2) Навесные запираемые дверцы или внутренние навесные экраны.

Постоянно включенный аварийный выключатель с нормально замкнутыми контактами должен быть установлен таким образом, чтобы дверца закрывалась перед повторным включением под напряжение. Следует также предусмотреть устройства вывода проводников соответствующей спецификации для обеспечения внешнего подсоединения к испытательной аппаратуре.

3) Внутренние экраны и изоляция.

Внутренние экраны и изоляцию используют для перекрытия обозначенных в инструкции мест расположения точек контроля за напряжением. Размеры отверстий или щелей экранов должны быть достаточными для ввода контрольного зонда.

15.1.4 Доступные разъемные контактные устройства и другая аппаратура, рассчитанная на напряжение св. 500 В постоянного, переменного тока или тока высокой частоты, для которых не допускается взаимозаменяемость, должны автоматически обесточиваться до или в ходе их разъединения при эксплуатации для гарантирования безопасности персонала. Данное условие может быть обеспечено путем механической блокировки.

15.2 Защита от непрямых контактов

Меры по обеспечению защиты приведены в ГОСТ 12.2.007.9.

15.2.1 Допустимое напряжение прикосновения как функция продолжительности и частоты

Как указано в 15.1.1, допустимое напряжение прикосновения повышается с увеличением частоты. Следует учитывать это, когда в качестве базовых величин принимают существующие предельные значения для сетевой частоты, постоянного тока и 2-го диапазона напряжений, указанные в приложении 1.

Для неразборных контактных соединений допустимое напряжение прикосновения как функция частоты идентично допустимому напряжению для прямых контактов, рассмотренных в 15.1.1. Предельные уровни для напряжений 3-го диапазона и частот, отличных от сетевой, находятся в стадии разработки.

15.2.2 Сопротивление электроизоляции некоторых частей электротермического оборудования изменяется в ходе процесса в зависимости от изменений температуры, свойств изоляции, футеровки и составных электрических элементов, таких как конденсаторы, водоохлаждаемые обмотки, и, в частности, изменений температуры и качества используемой воды.

Минимальное значение сопротивления электроизоляции обычно не указывают, однако следует учитывать эти изменения в ходе регулировки заданных уровней защитных устройств, например определением токов утечки на землю при вводе в действие электротермического оборудования.

В электротермических устройствах индукционного нагрева зачастую наблюдаются значительные токи утечки. Исходя из этого, необходимо обеспечить электроизоляцию устройства от источника питания.

15.3 Частотные требования

15.3.1 Запрещается носить металлические кольца и браслеты вблизи сильных электромагнитных полей повышенной и высокой частоты (например, вблизи индукторов).

15.4 Требования к заземлению (*см. ГОСТ 12.2.007.9—93, подраздел 12.4*)

15.4.1 Если токопроводящие части заземлены напрямую посредством сопротивлений, полных сопротивлений или разрядника в электрически изолированном от источника питания электротермическом устройстве (электропечи), то размеры заземлителей в плане термических и механических параметров следует выбирать, исходя из максимально возможной силы тока в случае замыкания. Ток, протекающий через эти заземлители, должен контролироваться. Если максимальный предел, допустимый в условиях эксплуатации, превышен, то должны сработать аварийная сигнализация и автоматическое отключение от источника питания.

Контроль не обязателен, если соединения выполняют функцию разрядки электростатических зарядов или аналогичные, а также в случае высокочастотных применений, где индуктор защищен предохранителями, срабатывание которых прерывает функционирование нагревателя.

15.4.2 При применении защитного заземления следует иметь в виду, что полное сопротивление цепи, образованной источником тока, токопроводящими проводниками и системой заземления, зависит от частоты.

15.4.3 Чтобы не допустить образования замкнутых металлических контуров и удержать таким образом тепловые и электромагнитные эффекты в разумных границах, может возникнуть необходимость работы без заземления металлических частей, находящихся под прямым воздействием электромагнитного поля. В этом случае следует применять другие средства защиты, *см. ГОСТ 12.2.007.9—93, подраздел 12.2*.

Если эти части подвергаются воздействию напряжения, превышающего предел допустимого напряжения прикосновения (см. 15.2.1), то обслуживающий персонал к ним не допускается. При отсутствии возможности выполнить это условие в силу дефицита пространства или режима работы электротермического оборудования защиту персонала обеспечивают другими средствами, указанными в инструкции по эксплуатации.

15.4.4 Все кабели в оболочке, каналы и трубы, проходящие через части корпуса, содержащего высоковольтные цепи 3-го диапазона напряжений, должны быть заземлены в точке прохождения через этот корпус.

15.4.5 В генераторах высокой частоты цепи 3-го диапазона напряжений могут использоваться с устройствами заземления питающей сети 2-го диапазона при условии, если устройство контроля за перегрузкой питающего трансформатора моментально отключает цепь высокого напряжения.

Примечание — Исходя из низких значений мощности короткого замыкания в цепях высокой частоты, для высокочастотных цепей генератора разрешается использование индивидуального заземления, обычно предусматриваемого для распределительной сети 3-го диапазона напряжений.

15.5 Защитные проводники

Материалами для защитных проводников, используемых применительно к низкочастотному оборудованию, могут быть медь, алюминий или полосовая оцинкованная сталь. Для электротермического оборудования повышенной и высокой частоты применяют медь или алюминий.

При расчете сечения проводника следует также учитывать ток разряда конденсаторов.

Глубина проникновения тока уменьшается с повышением частоты, что должно учитываться при расчете сечения защитного проводника.

16 Защита от ожогов

Максимальная температура частей электротермического оборудования, расположенных в зоне доступного контакта, при нормальных условиях работы — по *ГОСТ 12.2.007.9—93, разделу 13.*

17 Пожарная безопасность

Пожарная безопасность электротермического оборудования должна обеспечиваться в соответствии с ГОСТ 12.1.004.

Требования по пожарной безопасности устанавливают в ТУ на электротермическое оборудование конкретных типов.

18 Меры защиты от воздействия шума

Требования к шумовым характеристикам электротермического оборудования, уровню шума на рабочем месте и средствам защиты — по ГОСТ 12.1.003.

19 Меры защиты от теплового (инфракрасного) излучения

Интенсивность теплового (инфракрасного) излучения не должна превышать норм, указанных в ГОСТ 12.1.005.

20 Защита от воздействия электромагнитных полей

Интенсивность воздействия электромагнитных полей при работе электротермического оборудования должна соответствовать требованиям нормативных документов, действующих на территории государства, принявшего стандарт[1)].

21 Защита от токсичных компонентов в воздухе рабочей зоны

При работе электротермического оборудования содержание вредных компонентов в воздухе рабочей зоны должно соответствовать требованиям нормативных документов, действующих на территории государства, принявшего стандарт[2)].

22 Радиопомехи

Электротермическое оборудование должно быть сконструировано с учетом требований нормативных документов, действующих на территории государства, принявшего стандарт[3)].

---

1) В Российской Федерации действуют «Санитарные нормы и правила выполнения работ в условиях воздействия электромагнитных полей промышленных частот (50 Гц)».

2) В Российской Федерации действуют «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны ГН 2.2.5.1313-03».

3) В Российской Федерации действуют «Нормы. Радиопомехи индустриальные. Электроустройства, эксплуатируемые вне жилых домов. Предприятия на выделенных территориях или в отдельных зданиях. Допускаемые величины и методы испытаний».

Приложение А
(обязательное)

Специфические требования к электротермическим устройствам индукционного и прямого нагрева сопротивлением

А.1 Загрузочное оборудование и загрузка

А.1.1 Загрузочное оборудование должно выдерживать тепловые воздействия загрузки.

При проектировании загрузочного оборудования следует учитывать влияние электромагнитных полей. В целях поддержания в допустимых пределах тепловых и электромагнитных воздействий, помимо применения соответствующих материалов и конфигураций, проектом должны предусматриваться другие меры, такие как экранирование, изоляция, недопущение замкнутых металлических контуров и принудительное охлаждение.

Особое внимание при проектировании необходимо уделять эффектам воздействия электромагнитных сил на загрузку.

А.1.2 Загрузочное оборудование должно проектироваться с учетом изменений объема и физической прочности загрузки в ходе нагрева.

А.1.3 Для обеспечения безопасности эксплуатации и соблюдения правильного порядка функционирования устройства размеры, формы, физические свойства, граты и допуски загружаемых единиц должны быть оговорены между потребителем и изготовителем.

А.1.4 Вследствие специфических физических явлений измерение температуры на поверхности не позволяет дать надежную оценку распределения температуры в загрузке. Ввиду этого нельзя исключить возможность перегрева загрузки. Принимая это во внимание, следует предусмотреть все возможные меры, позволяющие сократить до минимума такую опасность, например неукоснительно соблюдать требования правил эксплуатации.

А.1.5 Присутствие металлических осадков, например окалины, может затруднить подачу загрузки и снизить уровень надежности и безопасности эксплуатации устройства. При необходимости удаление окалин и осадков осуществляют в соответствии с требованиями изготовителя.

А.1.6 При принудительном охлаждении загрузочного оборудования в целом или его частей, например водоохлаждением, следует соблюдать требования 3.4 и А.2.7.

А.2 Контактная система

А.2.1 Если предполагается замена контактной системы в целом или ее части ввиду износа или необходимости удовлетворения новым требованиям производства, при ее осуществлении следует соблюдать инструкции изготовителя.

А.2.2 Значение контактного нажатия, установленное изготовителем, должно поддерживаться в течение всего периода приложения мощности, что может быть обеспечено применением соответствующего устройства, например системы блокировки, которая может быть разомкнута только электрически управляемым размыкающим механизмом при условии отключения электротермического устройства.

А.2.3 В ходе нормального функционирования во избежание дуг и перенапряжений контакты должны быть замкнуты или размыкаться только после отключения устройства. При проектировании устройства следует также предусмотреть меры, устраняющие возможность выброса горячего металла, что представляет потенциальную опасность для персонала и установки.

А.2.4 При быстро перемещающейся загрузке (например, трубах) следует предусмотреть меры, предохраняющие контактные системы или их крепежные узлы от возможных повреждений, вызванных воздействием неровной поверхности.

А.2.5 При применениях, требующих контактных систем без электроизоляции, следует проектировать устройство таким образом, чтобы в нормальных условиях эксплуатации устранить возможность любого случайного контакта с неизолированной контактной системой, например посредством защитного экранирования или соблюдения безопасных расстояний. Данное условие выполняется при превышении допустимого напряжения прикосновения (см. 15.1.1).

Если использование экранов и других защитных устройств не представляется возможным, следует снабдить электротермическое устройство предупреждающей табличкой, кроме этого, установка должна отвечать требованиям *ГОСТ 12.2.007.9—93, подраздел 12.2.*

А.2.6 В случае, если охлаждение контактной системы не вполне эффективно, что может явиться причиной возникновения опасности для персонала и вызвать повреждение основных частей установки, должна срабатывать аварийная сигнализация и автоматически отключаться устройство.

А.2.7 Для электротермических устройств с принудительным охлаждением контактной системы и загрузкой высокой теплоемкости рекомендуется предусмотреть дополнительный источник охлаждения, функционирующий до тех пор, пока температура разогретой загрузки не снизится до безопасного уровня или загрузка не будет удалена.

А.3 Индуктор (см. раздел 4)

А.3.1 При применении индукторов без электроизоляции для таких операций, как закалка, пайка и обжиг, устройство следует проектировать таким образом, чтобы в нормальных условиях эксплуатации устранить возможность любого случайного контакта с неизолированным проводником, например посредством защитного экранирования или соблюдения безопасных расстояний. Данное условие выполняется при превышении допустимого напряжения прикосновения (см. 15.1.1).

Если использование экранов и других защитных устройств не представляется возможным, следует снабдить устройство предупреждающей табличкой, кроме того, устройство должно отвечать требованиям *ГОСТ 12.2.007.9*.

А.4 Частные требования (см. 15.3)

А.4.1 Для устройств индукционного нагрева, используемых в целях изготовления, обработки или восстановления трубопроводов контейнеров или котлов в таких областях применений, где требования безопасности обычно разрешают использование рабочих напряжений только 1-го диапазона, допускается использование напряжений 2-го диапазона, если этого требует процесс, но при гарантии соблюдения следующих условий:

1) питание осуществляют посредством двигателей-генераторов переменного тока или трансформаторов с раздельными обмотками, последние должны обладать:

2) сверхвысокой диэлектрической прочностью и высоким сопротивлением изоляции по отношению к земле;

3) используют соответствующие эквипотенциальные соединения, гарантирующие безопасность обслуживающего персонала при контакте, в противном случае требуется применение изолирующих перчаток и обуви. Контур должен быть выведен на землю только в одной точке через систему контроля за изоляцией.

В случае неизбежности прямых и непрямых контактов с токопроводящими частями, изоляция которых не дает полной гарантии от электропоражения, например с водоохлаждаемыми нагревательными кабелями, применение изолирующей одежды и инструмента обязательно.

А.5 Требование к заземлению (см. 15.4)

Загрузка или подвижные части подающей системы, как правило, не могут быть надежно защищены или включены в защитную систему. В этом случае необходимо применение других мер защиты (см. *ГОСТ 12.2.007.9—93, подраздел 12.3)*.

Приложение В
(обязательное)

Специфические требования к индукционным плавильным электропечам

В.1 Механизм наклона

Для электропечей, оснащенных механизмом наклона, необходимо выполнение следующих требований.

В.1.1 В случае выхода из строя механизма наклона положение, в котором электропечь находилась в момент поломки, должно сохраниться неизменным или же она должна медленно возвращаться в исходное положение. Возврат в исходное положение должен быть безопасным.

В.1.2 Если в ходе наклона возникает опасность падения персонала в металлоприемник, обычно скрытый рабочей площадкой электропечи, принятие защитных мер, устраняющих такого рода опасность, обязательно. Принятые меры не должны вызывать другого рода опасностей, таких как повреждение конечностей или риск быть задавленным.

В.1.3 При применении механизма наклона с гидравлическим приводом размещение насоса, резервуара, содержащего гидравлическую жидкость, и трубопроводов должно обеспечивать их полную защиту от возможных повреждений, вызванных случайной утечкой жидкого металла.

В.1.4 Движение наклона должно быть ограничено двумя направлениями. *Наклон электропечи должен быть ограничен в двух крайних положениях: исходном и конечном. Механизм наклона электропечи должен быть оборудован ограничителями наклона и блокировками, отключающими механизм перемещения в крайних положениях.*

В.1.5 Если в ходе наклона электропечи находящиеся под напряжением части становятся досягаемыми, то включение электропечи допускается только при ее нахождении в нормальном положении.

В.1.6 В случае, если наклон осуществляется посредством гидравлического привода, рычаги управления должны автоматически возвращаться в нулевую позицию.

В.1.7 Независимо от вида механизма наклона, кнопки и рычаги управления не должны фиксироваться в положении включения.

В.1.8 *Техническое обслуживание механизмов наклона электропечи, подъема и поворота крышек должно производиться в соответствии с утвержденным графиком осмотров и ремонтов.*

В.1.9 *Особое внимание должно уделяться состоянию гидрооборудования — проверке уровня жидкости в резервуаре гидравлической системы, герметичности трубопроводов, их соединений, уплотнений гидроцилиндров и гидропанелей.*

В.2 Основание электропечи

В.2.1 В случае аварийного наклона или отключения должен быть предусмотрен металлоприемник или литейная яма для приема всего количества жидкого металла. Металлоприемник (или литейная яма) должен быть огражден или снабжен настилом в целях обеспечения безопасности.

В.2.2 Пространство под электропечью следует проектировать таким образом, чтобы гарантировать достаточно быстрое стекание жидкого металла в металлоприемник, расположенный перед электропечью, во избежание возможных разрушений электропечи и ее частей в случае отключения.

В.2.3 Не следует допускать присутствия воды в металлоприемнике, литейной яме или электропечи, так как в этом случае возникает опасность взрыва в результате вероятного контакта с жидким металлом.

В.2.4 *Фундаменты должны быть армированы с таким расчетом, чтобы исключить возможность недопустимого нагрева стальной арматуры, находящейся в зоне электромагнитных полей токопроводов с большой токовой нагрузкой или повышенной частотой.*

В.3 Футеровка

В.3.1 Прорыв расплава через футеровку представляет опасность для персонала и оборудования. Толщина футеровки изменяется в течение срока службы. Помимо этого возможны внезапные разрушения, например вследствие тепловых или механических ударов.

В.3.2 Состояние футеровки электропечи должно проверяться в установленные промежутки времени. Проверка должна осуществляться посредством:

1) оценки электрических параметров электропечи;

2) визуального осмотра (выявление трещин, эрозии и т. д.);

3) замера диаметра тигля на различных уровнях (для тигельных печей);

4) контроля за температурой (кожуха индуктора и охлаждающей жидкости в канальных электропечах).

Методы контроля состояния футеровки должны быть указаны в технологической документации на ремонт и воспроизводство футеровки.

В.3.3 В целях повышения безопасности обслуживающего персонала и снижения риска повреждения электропечи, связанного с ухудшением ее электроизоляции до уровня ниже критического в сочетании с вероятностью прорыва слоя футеровки, рекомендуется предусмотреть устройства аварийной сигнализации и средства, обеспечивающие отключение электропитания.

В.4 Функционирование

В.4.1 Следует избегать перегрева расплава. Выполнение данного условия обеспечивается:

1) уровнем мощности;

2) процедурой загрузки.

В.4.2 В целях поддержания температуры загрузки в допустимых пределах подача загрузки в ванну должна осуществляться с учетом хода плавки.

В.4.3 Процедура загрузки не должна допускать возможности затвердевания поверхности ванны или плавления кусков скрапа над ее поверхностью (мостикообразование).

В.4.4 Во избежание перегрева расплава следует измерять его температуру, соблюдая при этом инструкции изготовителя.

В.4.5 В связи с риском выброса расплава следует принять специальные меры предосторожности при загрузке в металлическую ванну материалов или полых деталей, которые могут содержать влагу.

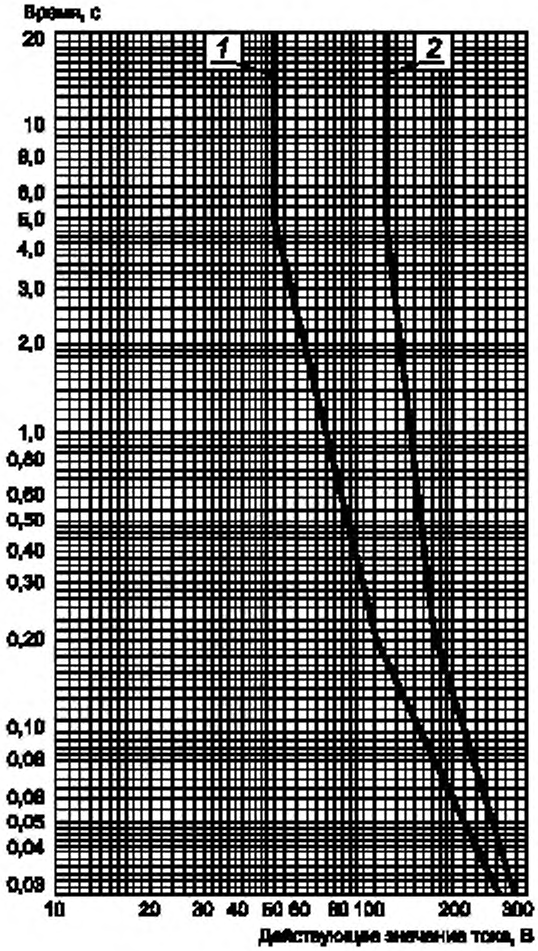
В.4.6 При образовании в процессе плавки представляющих опасность ядовитых или токсичных паров или газов, они должны отводиться с помощью соответствующих устройств.

В.5 Требования к заземлению

В.5.1 Обычно представляется возможным обеспечить заземление загрузки посредством заземляющего электрода, эффективность которого должна быть гарантирована. При отсутствии возможности заземления следует прибегать к использованию других мер защиты, см. *ГОСТ 12.2.007.9—93, подраздел 12.3.* Рекомендуется, например, в соответствии с требованиями В.3.3 применение устройства контроля за изоляцией.

Приложение С
(обязательное)

Допустимое напряжение прикосновения как функция продолжительности и максимальная продолжительность предполагаемого напряжения прикосновения (см. [2])



1 — переменный ток; *2* — постоянный ток

Рисунок С.1 — Кривая продолжительности предполагаемого напряжения прикосновения в соответствии с таблицей С.1

Таблица С.1

Максимальное время отключения, с	Предполагаемое напряжение прикосновения, В	
	Переменный ток (действующее значение)	Постоянный ток
1	2	3
–	< 50	< 120
5	50	120
1	75	140
0,5	90	160
0,2	110	175
0,1	150	200
0,05	220	250
0,03	280	310

Примечания

1 Графа 3 таблицы относится к сглаженному постоянному току, например от аккумуляторов. Если источником питания является выпрямленный переменный ток, используют значения графы 2. Соответствующие значения для выпрямленного переменного тока разрабатываются.

2 Форма волны предполагаемого напряжения прикосновения постоянного тока может изменяться в зависимости от типа питания и параметров поврежденной цепи.

Приложение D
(обязательное)

Классификация электротермического оборудования по напряжению (см. [2])

Электротермическое оборудование классифицируют по следующим диапазонам напряжения.

1 Оборудование с диапазоном напряжения 1.

Оборудование, номинальное напряжение которого не превышает 50 В переменного тока или 120 В постоянного тока.

2 Оборудование с диапазоном напряжения 2.

Оборудование, номинальное напряжение которого выше 50 В, но не превышает 1000 В переменного тока, или выше 120 В, но не превышает 1500 В постоянного тока.

3 Оборудование с диапазоном напряжения 3.

Оборудование, номинальное напряжение которого выше 1000 В переменного тока или 1500 В постоянного тока.

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных межгосударственных стандартов международным стандартам, использованным в качестве ссылочных в примененном международном стандарте

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование межгосударственного стандарта
IEC 60519-1:1984	IDT	ГОСТ 12.2.007.9—93 «Безопасность электротермического оборудования. Часть 1. Общие требования»
Примечание — В настоящей таблице использовано следующее условное обозначение степени соответствия стандартов: - IDT — идентичный стандарт.		

Библиография

[1] IEC 60050-841:1983 International Electrotechnical Vocabulary. Part 841: Chapter 841: Industrial electroheating [Международный электротехнический словарь (МЭС). Глава 841. Промышленный электронагрев]

[2] IEC 364-4-41:1982 Electrical installations of buildings. Part 4: Protection for safety. Chapter 41: Protection against electric shock (Электрические установки зданий. Часть 4-41. Защита для обеспечения безопасности. Защита от электрического удара)

УДК 621.315.621:006.354 МКС 25.180.10

Ключевые слова: электротермия, оборудование электротермическое, безопасность оборудования, частные требования, устройства индукционного и прямого нагрева сопротивлением, индукционные печи

Редактор переиздания *Н.Е. Рагузина*
Технические редакторы *В.Н. Прусакова, И.Е. Черепкова*
Корректор *Е.М. Поляченко*
Компьютерная верстка *Д.В. Кардановской*

Сдано в набор 28.04.2020. Подписано в печать 16.06.2020. Формат 60 × 84 1/8. Гарнитура Арнал.
Усл. печ. л. 2,79. Уч.-изд. л. 1,90.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

ИД «Юриспруденция», 115419, Москва, ул. Орджоникидзе, 11.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

Создано в единичном исполнении во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru