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

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ГОСТ ISO 9934-1— 2021

Контроль неразрушающий

МАГНИТОПОРОШКОВЫЙ КОНТРОЛЬ

Часть 1

Общие принципы

(ISO 9934-1:2016, IDT)

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2025

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 Межгосударственным техническим комитетом по стандартизации МТК 515 «Неразрушающий контроль», Республиканским государственным предприятием на праве хозяйственного ведения «Казахстанский институт стандартизации и метрологии» Комитета технического регулирования и метрологии Министерства торговли и интеграции Республики Казахстан на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии стандарта, указанного в пункте 5

2 ВНЕСЕН Комитетом технического регулирования и метрологии Министерства торговли и интеграции Республики Казахстан

3 ПРИНЯТ Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 9 декабря 2021 г. № 60-2021)

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	ЗАО «Национальный орган по стандартизации и метрологии» Республики Армения
Беларусь	BY	Госстандарт Республики Беларусь
Казахстан	KZ	Госстандарт Республики Казахстан
Киргизия	KG	Кыргызстандарт
Россия	RU	Росстандарт
Таджикистан	TJ	Таджикстандарт
Узбекистан	UZ	Узбекское агентство по техническому регулированию

4 Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27 ноября 2025 г. № 1539-ст межгосударственный стандарт ГОСТ ISO 9934-1—2021 введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 11 марта 2026 г.

5 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту ISO 9934-1:2016 «Контроль неразрушающий. Магнитопорошковый контроль. Часть 1. Общие принципы» («Non-destructive testing — Magnetic particle testing — Part 1: General principles», IDT).

Международный стандарт ISO 9934-1:2016 разработан Техническим комитетом по стандартизации CEN/TC 138 «Неразрушающий контроль» Европейского Комитета по стандартизации (CEN) совместно с Техническим комитетом по стандартизации ISO/TC 135 «Неразрушающий контроль», Подкомитетом SC 2 «Поверхностные методы», в соответствии с Соглашением о техническом сотрудничестве между ISO и CEN (Венское соглашение).

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

6 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

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»

© ISO, 2016
© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2025



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 Квалификация и аттестация персонала 2
5 Требования безопасности 2
6 Методика контроля 2
7 Подготовка поверхности 2
8 Намагничивание 2
8.1 Общие требования 2
8.2 Проверка намагничивания 4
8.3 Способы намагничивания 4
9 Дефектоскопические материалы 9
9.1 Особенности и выбор дефектоскопических материалов 9
9.2 Испытание дефектоскопических материалов 9
9.3 Применение магнитных индикаторов 9
10 Параметры осмотра 10
11 Полная проверка рабочих параметров 10
12 Оценка и регистрация индикаций 10
13 Размагничивание 10
14 Очистка 11
15 Протокол испытаний 11
Приложение А (справочное) Пример определения значений электрического тока, необходимых для получения соответствующего значения тангенциальной составляющей напряженности магнитного поля при различных способах намагничивания 12
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных международных и европейских стандартов межгосударственным стандартам 15
Библиография 15

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

Контроль неразрушающий

МАГНИТОПОРОШКОВЫЙ КОНТРОЛЬ

Часть 1

Общие принципы

Non-destructive testing. Magnetic particle testing.
Part 1. General principles

Дата введения — 2026—03—11

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает общие принципы магнитопорошкового контроля ферромагнитных материалов. Магнитопорошковый контроль в первую очередь применяется для обнаружения поверхностных дефектов, в особенности трещин. С помощью данного метода могут быть обнаружены подповерхностные несплошности, чувствительность метода резко снижается с увеличением глубины расположения дефекта в металле.

Настоящий стандарт устанавливает требования к подготовке поверхности объекта контроля, способам намагничивания, дефектоскопическим материалам и их применению, регистрации и интерпретации результатов контроля. Настоящий стандарт не содержит критерии приемки объектов по результатам контроля. Дополнительные требования к магнитопорошковому контролю конкретных изделий содержатся в стандартах на продукцию.

Положения настоящего стандарта не применяются к контролю способом остаточного намагничивания.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты [для датированных ссылок применяют только указанное издание ссылочного стандарта, для недатированных — последнее издание (включая все изменения)]:

ISO 3059, Non-destructive testing — Penetrant testing and magnetic particle testing — Viewing conditions (Контроль неразрушающий. Контроль методом проникающих веществ и магнитопорошковый метод. Параметры осмотра)

ISO 9934-2, Non-destructive testing — Magnetic particle testing — Part 2: Detection media (Контроль неразрушающий. Магнитопорошковый контроль. Часть 2. Материалы для дефектоскопии)

ISO 9934-3, Non-destructive testing — Magnetic particle testing — Part 3: Equipment (Контроль неразрушающий. Магнитопорошковый контроль. Часть 3. Оборудование)

ISO 12707, Non-destructive testing — Terminology — Terms used in magnetic particle testing (Контроль неразрушающий. Терминология. Термины, используемые в магнитопорошковом контроле)

EN 1330-1, Non-destructive testing — Terminology — Part 1: List of general terms (Контроль неразрушающий. Терминология. Часть 1. Перечень общих терминов)

EN 1330-2, Non-destructive testing — Terminology — Part 2: Terms common to the non-destructive testing methods (Контроль неразрушающий. Терминология. Часть 2. Термины, применяемые для всех методов неразрушающего контроля)

Издание официальное

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ISO 12707, EN 1330-1 и EN 1330-2.

ISO и IEC содержат терминологическую базу данных для использования в стандартизации по следующим адресам:

- Электропедия IEC: доступна на gost.e-ecolog.ru ;
- платформа онлайн-просмотра ISO: доступна на gost.e-ecolog.ru .

4 Квалификация и аттестация персонала

Магнитопорошковый контроль в соответствии с настоящим стандартом должен проводиться квалифицированным персоналом, который допущен для выполнения данного вида работ. Для подтверждения квалификации персонала рекомендуется, чтобы квалификация персонала, выполняющего магнитопорошковый контроль, соответствовала требованиям ISO 9712 или другого равнозначного ему документа.

5 Требования безопасности

При проведении контроля должны быть соблюдены нормы законодательства, действующего в каждом из государств — участников Соглашения, устанавливающие требования безопасности, охраны труда и защиты окружающей среды.

В процессе проведения магнитопорошкового контроля вблизи объекта контроля и используемого для намагничивания оборудования часто создаются сильные магнитные поля. Предметы, чувствительные к магнитным полям, должны быть удалены из зоны действия таких полей.

6 Методика контроля

Магнитопорошковый контроль проводится согласно утвержденной в организации методике. Указанная методика может быть представлена в форме краткой технологической карты, содержащей ссылки на настоящий и другие соответствующие стандарты, и должна включать подробное описание параметров контроля, достаточных для правильного его выполнения. Испытания должны быть выполнены в соответствии с требованиями утвержденной методики на контроль или согласно соответствующему стандарту на продукцию.

7 Подготовка поверхности

Поверхность, подлежащая контролю, должна быть очищена от грязи, окалин, рыхлой ржавчины, брызг металла на сварном соединении, смазки, масла и любых других посторонних веществ, которые могут повлиять на чувствительность контроля.

Требования к качеству поверхности зависят от размеров и расположения подлежащих выявлению несплошностей. Поверхность должна быть подготовлена таким образом, чтобы индикаторные рисунки несплошностей можно было отличить от ложных индикаций.

Неферромагнитные покрытия толщиной приблизительно до 50 мкм, такие как неповрежденные, плотно прилегающие слои лакокрасочных покрытий, не снижают чувствительности обнаружения дефектов. Покрытия с большей толщиной могут отрицательно повлиять на чувствительность. В таком случае перед проведением испытаний должна быть проверена чувствительность контроля.

При проведении испытаний между контролируемой поверхностью и индикаторным рисунком должен присутствовать достаточный визуальный контраст. При использовании нелюминесцентных магнитных индикаторов может потребоваться нанесение на объект контроля однородного тонкого слоя контрастной краски.

8 Намагничивание

8.1 Общие требования

Значение магнитной индукции *(B)* на поверхности объекта контроля должно составлять не менее 1 Тл, что соответствует низколегированным и малоуглеродистым сталям с соответствующим значением тангенциальной составляющей напряженности магнитного поля *(H)*. Магнитная индукция зависит от

материала и температуры, но на ее значение также влияет и внешнее магнитное поле, следовательно, определенные требования к параметрам внешнего магнитного поля не регламентируются. В большинстве случаев при проведении испытаний тангенциальная составляющая напряженности магнитного поля примерно равна 2 кА/м.

Если изменяющиеся во времени электрические токи *(I)* используются для создания магнитного поля (которое также будет изменяться во времени), то важно контролировать коэффициент (форму) амплитуды колебаний с целью установления повторяемости способа. Обычно используются пиковые и среднеквадратичные показания, поскольку в большинстве случаев сам процесс измерения также может влиять на показания прибора. Именно по этой причине для контроля должны использоваться только приборы, обладающие необходимой чувствительностью на определенные колебания (т.е. специальные измерители среднеквадратичного значения с соответствующим коэффициентом амплитуды для точных измерений среднеквадратичных значений). При контроле не должны использоваться приборы, которые рассчитывают пиковые или среднеквадратичные значения на основе теоретических расчетов, полученных из других измеренных величин. Данное условие также применимо к приборам, измеряющим силу магнитных полей.

Однородные колебания означают низкие коэффициенты амплитуды и наименьшие расхождения между пиковыми и среднеквадратичными значениями, что является необходимым условием проведения магнитопорошкового контроля. При регистрации колебаний с амплитудным коэффициентом (т.е. соотношением пиковых значений силы тока и среднеквадратичных) более 3 должна быть подтверждена эффективность используемого метода измерения.

При использовании разнонаправленных способов намагничивания используемый ток должен быть полностью синусоидальным или фазоуправляемым, фазовая отсечка должна быть не более 90°. Перед выполнением подобных испытаний необходимо на практике проверить эффективность используемого способа (например, путем испытаний типовых изделий с известными дефектами или индикаторными следами в виде шайб).

Выполнение расчетов, основанных на использовании значения тангенциальной составляющей напряженности магнитного поля, равной 2 кА/м, возможно при условии, что значение магнитной проницаемости поля находится в пределах нормы и сила тока контролируется так, как было описано выше. Использование при расчетах пиковых или среднеквадратичных значений тока возможно, если известен коэффициент амплитуды колебаний. Регистрация всех колебаний кривой намагничивания является достаточным условием, одновременно существует вероятность того, что на практике дополнительно понадобится значение амплитудного коэффициента. Для правильной оценки синусоидальных колебаний соотношения между пиковыми, средними и среднеквадратичными значениями представлены в приложении А. Эффективность методов, основанных на вычислении, должна быть подтверждена до применения.

Примечание — Для сталей с более низкой магнитной проницаемостью может потребоваться более высокое значение тангенциальной составляющей напряженности магнитного поля. При слишком высоком уровне намагничивания могут появиться ложные фоновые индикаторные рисунки, маскирующие истинные индикации.

Если имеется вероятность, что трещины или другие линейные несплошности на объекте контроля будут расположены в определенном направлении, то магнитный поток следует располагать перпендикулярно этому направлению.

Примечание — Эффективность магнитного потока определяется возможностью обнаруживать несплошности, ориентированные под углом 60° относительно оптимального направления. Полное покрытие может быть достигнуто путем намагничивания поверхности в двух перпендикулярных направлениях.

Магнитопорошковый контроль принято считать поверхностным методом неразрушающего контроля, при этом посредством магнитопорошкового контроля могут быть обнаружены дефекты, расположенные близко к поверхности. Для колебаний, изменяющихся по времени, глубина намагничивания (глубина проникновения поля) будет зависеть от частоты колебаний. Поля рассеяния магнитного потока, образованные влиянием подповерхностных дефектов, будут стремительно уменьшаться в зависимости от расстояния. Несмотря на то, что магнитопорошковый контроль не рекомендуется для выявления внутренних дефектов, использование постоянного тока или выпрямленного переменного тока может улучшить выявление дефектов, находящихся непосредственно под поверхностью.

8.2 Проверка намагничивания

Соответствие магнитной индукции, действующей на поверхность объекта контроля, установленным требованиям может быть подтверждено одним или несколькими из следующих способов:

a) испытания стандартного образца, имеющего мелкие естественные или искусственные несплошности в наименее поддающихся контролю местах их расположения;

b) измерение тангенциальной составляющей напряженности магнитного поля в точках, расположенных как можно ближе к поверхности объекта контроля (указанный способ описан в ISO 9934-3);

c) расчет тангенциальной составляющей напряженности магнитного поля для способов намагничивания посредством пропускания электрического тока — для этого применяются простые формулы, приведенные в приложении А;

d) другие способы, подтверждающие соответствие магнитной индукции, действующей на поверхность объекта контроля установленным требованиям.

Индикаторы магнитного поля (например, в виде шайб с искусственными дефектами), устанавливаемые на испытуемую поверхность, обеспечивают возможность ориентировочно оценивать величину и направление тангенциальной составляющей напряженности магнитного поля, вместе с тем определение с их помощью соответствия напряженности поля установленным требованиям не является возможным.

8.3 Способы намагничивания

8.3.1 Общие положения

В данном разделе представлен ряд способов намагничивания. Для выявления несплошностей любого направления может быть использовано разнонаправленное намагничивание. Для объектов простой конфигурации в приложении А приведены формулы для оценки приближенных значений тангенциальной составляющей напряженности магнитного поля. Оборудование для намагничивания должно соответствовать требованиям ISO 9934-3 и использоваться согласно его требованиям.

Способы намагничивания приведены ниже в последующих подразделах настоящего стандарта.

Для выявления всех дефектов на поверхности объекта и при различном их расположении может оказаться необходимым применение более одного способа. В тех случаях, когда преодолеть остаточное поле после первого намагничивания невозможно, необходимо проведение размагничивания. Способы, отличные от тех, что перечислены в 8.3.2 и 8.3.3, могут быть использованы при условии, что они обеспечивают достаточное намагничивание в соответствии с 8.1.

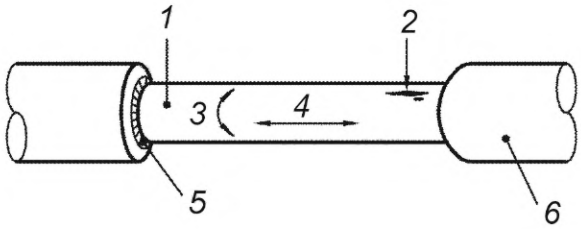
8.3.2 Способы намагничивания пропусканием тока

8.3.2.1 Осевое пропускание тока по всему объекту

Намагничивание способом осевого пропускания тока обеспечивает высокую чувствительность при выявлении дефектов, параллельных направлению тока.

При протекании тока через объект необходимо обеспечить полное взаимодействие тока с применяемыми контактными головками. Схема, применяемая в большинстве случаев, приведена на рисунке 1. Точки ввода и вывода тока располагают на торцевых поверхностях объекта. Формула, используемая для расчета силы тока, необходимого для достижения заданной тангенциальной составляющей напряженности магнитного поля, приведена в приложении А.

При проведении испытаний должны быть приняты меры, исключающие повреждение объекта в месте расположения электрических контактов. Факторами, вызывающими повреждения, являются перегрев, прожиг и образование дуги.



1 — образец; *2* — дефект; *3* — магнитный поток; *4* — электрический ток; *5* — контактная прокладка; *6* — контактная головка

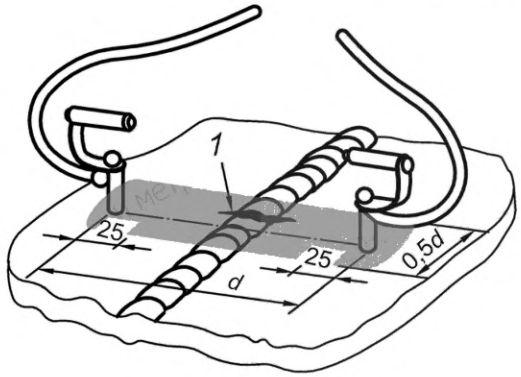
Рисунок 1 — Осевой электрический ток

8.3.2.2 Пропускание тока с использованием электродов

Намагничивание в данном случае достигается путем пропускания тока между двумя контактными электродами, которые держат в руках или закрепляют на объекте, как показано на рисунке 2. Применение данного способа необходимо при проведении контроля небольшого участка на поверхности большого размера. В случае необходимости проведения контроля всей поверхности электроды последовательно перемещают по соответствующей схеме. Примеры схем контроля приведены на рисунках 2 и 3. Формула, используемая для расчета силы тока, необходимого для достижения заданной тангенциальной составляющей напряженности магнитного поля, приведена в приложении А.

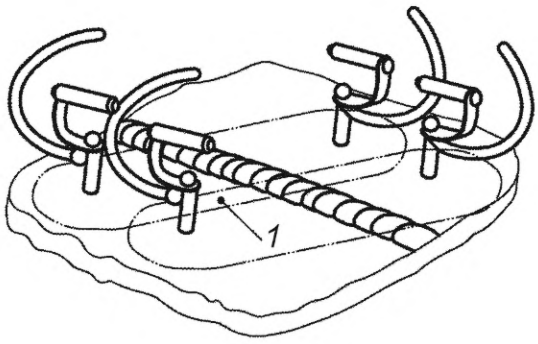
Намагничивание способом пропускания тока между двумя контактными электродами обеспечивает высокую чувствительность применительно к дефектам, вытянутым параллельно направлению тока. При проведении испытаний должны быть приняты меры, исключающие повреждение поверхности в результате прожига или загрязнения объекта компонентами электродов. Образование дуги или перегрев рассматриваются как дефект при проведении испытания указанным способом, который требует рассмотрения возможности его дальнейшего применения. В случае необходимости дальнейших испытаний должны быть использованы другие способы намагничивания.

Размеры в миллиметрах



1 — дефект

Рисунок 2 — Пропускание тока с использованием электродов

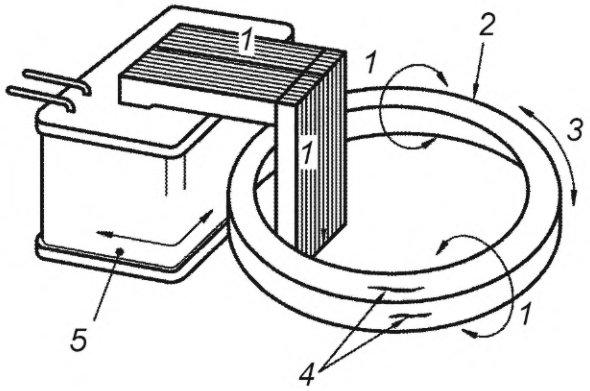


1 — перекрытие

Рисунок 3 — Пропускание тока с использованием электродов

8.3.2.3 Пропускание индуцированного тока

При проведении испытаний указанным способом ток индуцируется в объекте кольцеобразной конфигурации, как показано на рисунке 4, и таким образом образует вторичную обмотку трансформатора. Формула, используемая для расчета силы тока, необходимого для достижения заданной тангенциальной составляющей напряженности магнитного поля, приведена в приложении А.



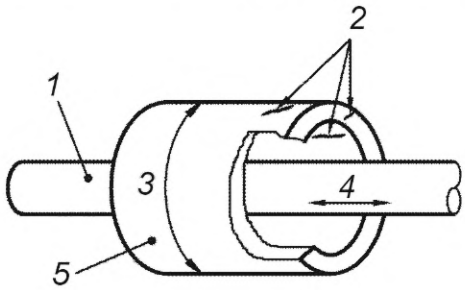
1 — магнитный поток; *2* — образец; *3* — электрический ток; *4* — дефект; *5* — первичная обмотка преобразователя

Рисунок 4 — Пропускание индуцированного тока

8.3.3 Способы намагничивания магнитным потоком

8.3.3.1 Продеваемый в отверстие проводник

В ходе применения указанного способа магнитное поле возникает при прохождении электрического тока через изолированную шину или гибкий кабель, размещенный внутри цилиндрического отверстия объекта контроля или продеваемый через сквозное отверстие, как указано на рисунке 5.



1 — изолированный центральный проводник; *2* — дефекты; *3* — магнитный поток; *4* — электрический ток; *5* — образец

Рисунок 5 — Продеваемый в отверстие проводник

Данный способ обеспечивает наивысшую чувствительность к несплошностям, параллельным направлению тока.

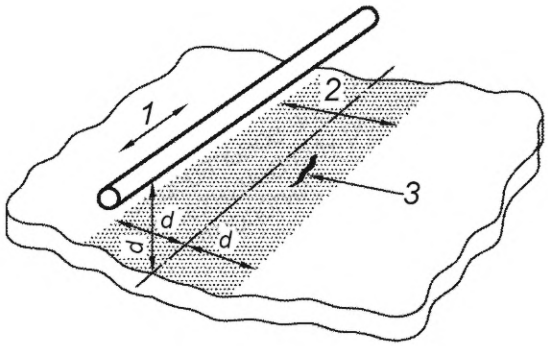
Для расчета тангенциальной составляющей напряженности магнитного поля в данном случае может применяться формула для центрального проводника, приведенная в приложении А. Для проводника, расположенного не по центральной оси, тангенциальная составляющая напряженности магнитного поля должна проверяться дополнительными измерениями.

8.3.3.2 Смежные проводники

Один или несколько изолированных токопроводящих кабелей или стержней прокладываются параллельно поверхности объекта контроля, прилегающей к контролируемой области, и поддерживаются на расстоянии *d* над поверхностью, как показано на рисунках 6 и 7.

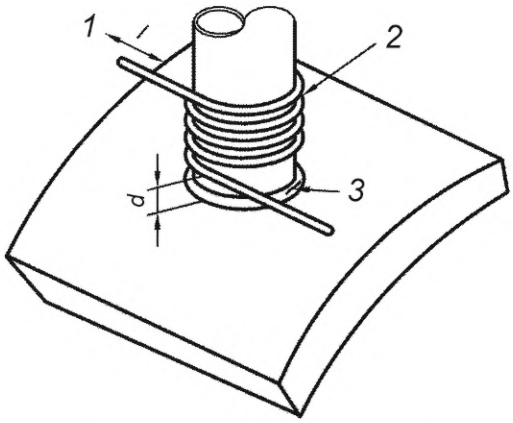
Способ намагничивания с использованием смежных проводников требует, чтобы объект контроля находился в непосредственной близости от проводника с током, текущем в определенном направлении. Обратный кабель с током противоположного направления должен быть расположен как можно дальше от зоны контроля на расстоянии более 10*d*, где 2*d* — ширина зоны контроля.

Кабель необходимо перемещать на расстоянии менее 2*d* от поверхности объекта для обеспечения наиболее полного покрытия участков контроля. Формула, используемая для расчета силы тока, необходимого для достижения заданной тангенциальной составляющей напряженности магнитного поля, приведена в приложении А.



1 — электрический ток; *2* — магнитный поток; *3* — дефект

Рисунок 6 — Смежный проводник

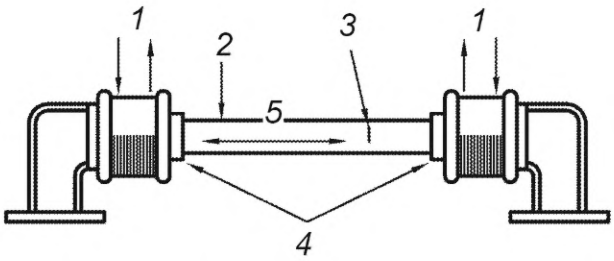


1 — электрический ток; *2* — *n*-виток обмотки; *3* — направление дефекта

Рисунок 7 — Обмотка кабелем (катушка)

8.3.3.3 Стационарное размещение

Объект контроля или часть его помещается между электромагнитными полюсами в соответствии с рисунком 8.



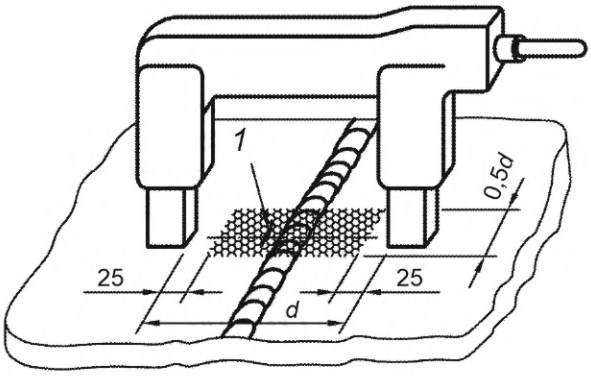
1 — электрический ток; *2* — образец; *3* — дефект; *4* — полюсный наконечник; *5* — магнитный поток

Рисунок 8 — Магнитный поток

8.3.3.4 Портативный электромагнит (клещи)

При использовании портативного электромагнита (клещей, через которые протекает ток) полюса должны быть помещены на поверхность объекта контроля в соответствии с рисунком 9. Площадь, подвергаемая испытанию, в данном случае не должна быть больше, чем площадь окружности, вписанная между полюсными наконечниками, за исключением тех зон на поверхности, которые находятся в непосредственном контакте с полюсами. Пример определения соответствующей площади испытания показан на рисунке 9.

Размеры в миллиметрах



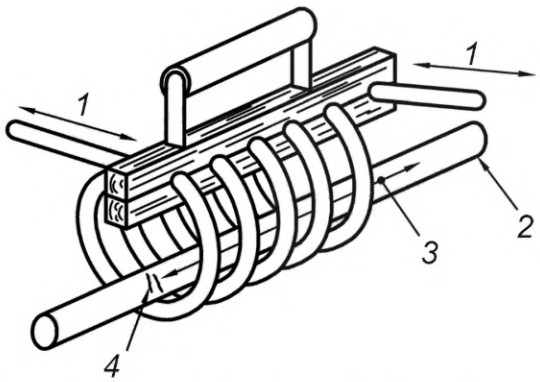
1 — дефект

Рисунок 9 — Портативный электромагнит (клещи)

Для того чтобы процесс намагничивания соответствовал требованиям 8.1, рекомендуется применение электромагнитов, действие которых основано на использовании переменного тока. Применение электромагнитов, действие которых основано на использовании постоянного тока и постоянных электромагнитов, возможно только в том случае, если данное условие является обязательным для проведения испытания.

8.3.3.5 Жесткая катушка

Объект помещается в катушку с током в соответствии с рисунком 10, намагничивание осуществляется в направлении, параллельном оси катушки. При применении жесткой катушки достигается наиболее высокая чувствительность для дефектов, вытянутых перпендикулярно оси катушки.



1 — электрический ток; *2* — образец; *3* — магнитный поток; *4* — дефекты

Рисунок 10 — Жесткая катушка

При использовании жестких катушек в форме спирали шаг обмотки спирали должен быть не более 25 % от диаметра обмотки.

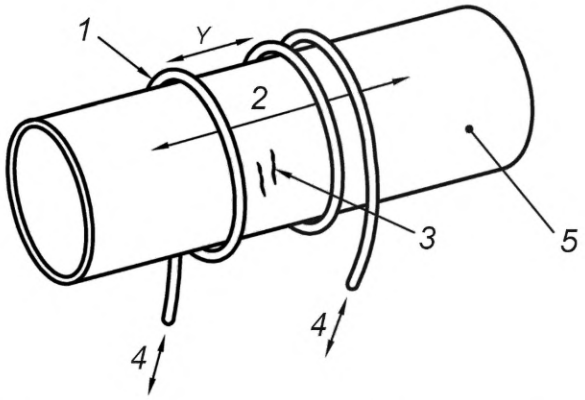
Для коротких объектов, у которых соотношение длины к диаметру менее 5, рекомендуется применение удлиняющих магнитных наконечников. Применение указанных наконечников снижает количество тока, необходимое для намагничивания.

Формула, используемая для расчета силы тока, необходимого для достижения заданной тангенциальной составляющей напряженности магнитного поля, приведена в приложении А.

8.3.3.6 Гибкая катушка

Кабель, несущий электрический ток, наматывается на образец, образуя тем самым катушку. Площадь, подвергаемая испытанию, должна находиться между оборотами кабеля, как указано на рисунке 11.

Формула, используемая для расчета силы тока, необходимого для достижения заданной тангенциальной составляющей напряженности магнитного поля, приведена в приложении А.



1 — изолированный кабель; *2* — магнитный поток; *3* — дефекты; *4* — электрический ток; *5* — образец

Рисунок 11 — Гибкая катушка

9 Дефектоскопические материалы

9.1 Особенности и выбор дефектоскопических материалов

Характеристики дефектоскопических материалов должны соответствовать требованиям ISO 9934-2.

В магнитопорошковом контроле применяются разные виды магнитных индикаторов. В большинстве случаев контроль осуществляется с помощью суспензии, то есть взвеси цветных (включая черный) или люминесцентных магнитных порошков в жидких средах. Дисперсионная среда, основанная на воде, должна содержать увлажняющие и противокоррозионные вещества.

Также возможно применение сухих магнитных порошков. В большинстве случаев сухие порошки малопригодны для выявления мелких поверхностных несплошностей.

Наибольшую чувствительность обеспечивают люминесцентные магнитные порошки — при условии соответствующей обработки поверхности, надлежащего стекания люминесцентного индикатора с поверхности для максимального увеличения контрастности индикаторного рисунка и соблюдения условий осмотра в соответствии с разделом 10.

Применение при испытаниях цветных магнитных порошков может обеспечить высокую чувствительность контроля. Доступны для применения черный и другие цвета магнитных порошков.

Примечание — Для достижения лучшего цветового контраста между несплошностями и поверхностью испытания может потребоваться применение контрастной краски, нанесенной тонким слоем в соответствии с разделами 7 и 10.

9.2 Испытание дефектоскопических материалов

Выбор магнитных индикаторов, предпочтительных для использования, а также их испытания, проводимые до или во время контроля, осуществляется согласно требованиям ISO 9934-2.

Проверка чувствительности контроля проводится перед испытанием и периодически во время испытания с использованием соответствующих контрольных образцов в соответствии с ISO 9934-2.

Если магнитная суспензия используется повторно или повторно пропускается через циркуляционную систему, то для поддержания ее рабочих характеристик должны быть приняты особые меры.

9.3 Применение магнитных индикаторов

При способе приложенного поля магнитный индикатор должен наноситься до и во время процесса намагничивания, и нанесение должно быть прекращено до завершения намагничивания. Следует выделить достаточный период времени для того, чтобы индикаторные рисунки проявились перед перемещением или осмотром объекта контроля либо конструкции.

В случае применения сухого порошка должен быть выбран способ нанесения, при котором искажения индикаторного рисунка дефекта будут сведены к минимуму.

Во время нанесения магнитной суспензии она должна стекать на поверхность под небольшим давлением, чтобы магнитные частицы смогли сформировать индикаторные рисунки без их смыва струей суспензии.

После применения суспензия должна стечь с объекта контроля для улучшения контраста между фоном и индикаторными рисунками.

10 Параметры осмотра

Условия осмотра должны соответствовать требованиям ISO 3059.

Должен быть обеспечен достаточный контраст между магнитным индикатором и поверхностью контроля. В случаях, когда осмотр затруднен, объект контроля или оборудование должны быть перемещены таким образом, чтобы обеспечить достаточный обзор всех областей. Должны быть приняты меры сохранения целостности индикаторных рисунков после прекращения намагничивания до завершения осмотра объекта и записи результатов контроля.

11 Полная проверка рабочих параметров

Перед началом проведения контроля необходимо провести полную проверку всех рабочих параметров системы, чтобы выявить возможные несоответствия в методике контроля, способах намагничивания и дефектоскопических материалах.

Наиболее надежным способом проверки считается проведение контрольных испытаний репрезентативного изделия с дефектами естественного или искусственного происхождения, для которых известны следующие параметры: вид, расположение, форма и размеры. Репрезентативные изделия должны быть размагничены и очищены от следов магнитного индикатора, оставшегося от предыдущих испытаний.

При отсутствии реальных заводских изделий с известными дефектами могут быть использованы специально изготовленные тестовые контрольные образцы с искусственными несплошностями, например могут быть использованы контрольные образцы в виде пластин или индикатор магнитного поля с крестообразным дефектом.

12 Оценка и регистрация индикаций

Следует следить за тем, чтобы отличать истинные индикаторные рисунки от ошибочных или ложных индикаций, таких как царапины, изменения сечения, границы между областями с различными магнитными свойствами или магнитная запись. Оператор должен провести любые необходимые испытания и наблюдения для их выявления и, если возможно, устранения причины таких ложных индикаций.

Примечание — Для случаев, где это предусмотрено, возможно проведение легкой обработки поверхности.

Индикаторные рисунки, которые не могут с полной уверенностью игнорироваться как ложные, следует рассматривать как линейные и округлые в соответствии с приведенным ниже определением; данные индикаторные рисунки должны быть зарегистрированы согласно требованиям используемых стандартов на продукцию.

Линейные индикаторные рисунки — это индикации, длина которых более чем в три раза превышает ширину. Округлые индикаторные рисунки — это индикации в виде окружности или эллипса, длина которых меньше или равна их трехкратной ширине.

13 Размагничивание

После проведения испытаний образец должен быть подвергнут соответствующей процедуре размагничивания, если это является одним из условий контроля, размагничивание проводится соответствующим способом до достижения минимального значения остаточной напряженности поля. Если осмотр образца проводится после размагничивания, то полученные индикации должны быть сохранены соответствующим методом.

В некоторых случаях размагничивание необходимо провести перед испытанием. Размагничивание необходимо в том случае, когда уровень остаточного намагничивания таков, что вызывает прилипание металлической стружки, создает противоположный магнитный поток или ложные индикации и может снизить эффективность контроля.

Остаточное магнитное поле может быть определено выявлением остаточной составляющей напряженности магнитного поля с использованием прибора для измерения остаточного поля, прибора с эффектом Холла или с помощью физического метода (например, теста компасом). Во время контроля чувствительный элемент необходимо перемещать по всей поверхности зоны контроля и отслеживать максимальный уровень остаточного поля. Особую внимательность необходимо проявлять при использовании приборов с эффектом Холла, так как они предназначены для измерения тангенциальной составляющей напряженности магнитного поля и не подходят для проведения точного, количественного, измерения полей, перпендикулярных поверхности, которые могут встречаться при проверке остаточного намагничивания.

Примечание — Размагничивание с использованием переменного поля может быть достигнуто путем снижения напряженности поля от начального значения до равного или большего, чем значение, используемое при намагничивании.

Достичь полного размагничивания очень сложно, особенно в тех случаях, когда объект контроля был намагничен с использованием постоянного тока. Для объектов, первоначально намагниченных постоянным током, следует использовать низкочастотное или реверсивное размагничивание постоянным током.

14 Очистка

После проведения контроля и регистрации результатов все объекты контроля при необходимости должны быть очищены от дефектоскопических материалов.

Примечание — При необходимости на объект наносятся специальные средства защиты от коррозии.

15 Протокол испытаний

В случае необходимости предоставления протокола испытаний он должен включать, как минимум, следующую информацию:

a) название организации;

b) место проведения работ;

c) описание и идентификацию объекта контроля;

d) этап, на котором проводится испытание (например, до или после термической обработки, до или после окончательной механической обработки);

e) ссылки на использованные стандарты, письменную процедуру испытания и технологические карты контроля;

f) описание используемого оборудования;

g) описание способа намагничивания, включая (при необходимости) значение тока, значение тангенциальной составляющей напряженности магнитного поля, форму волны, расстояние между контактами или полюсами, размеры катушки и т.д.;

h) перечень использованных магнитных индикаторов и контрастной краски, в случае нанесения;

i) процедуру подготовки поверхности;

j) условия осмотра;

k) максимальное значение остаточной напряженности магнитного поля после испытания, при необходимости;

l) способ регистрации или маркировки индикаций;

m) дату проведения испытания;

n) имя, квалификацию и подпись лица, выполнявшего испытания.

Протокол испытаний также должен содержать результаты испытания, включая детальное описание полученных индикаторных рисунков и информацию о соответствии критериям приемки.

Приложение А
(справочное)

Пример определения значений электрического тока, необходимых для получения соответствующего значения тангенциальной составляющей напряженности магнитного поля при различных способах намагничивания

А.1 Общие положения

Приведенные формулы могут быть использованы для расчета ориентировочного значения электрического тока, необходимого для достижения достаточного намагничивания объектов контроля простой конфигурации или составных частей объектов контроля больших размеров. При использовании для намагничивания переменного тока требуемым значением является среднеквадратичное значение тока, которое выражается как тангенциальная составляющая напряженности магнитного поля H по периметру зоны контроля в соответствии с 8.1. Ниже приведены примеры определения значений электрического тока, необходимых для получения соответствующего значения тангенциальной составляющей напряженности магнитного поля при различных способах намагничивания.

А.2 Осевой электрический ток в соответствии с 8.3.2.1 и рисунком 1

Сила тока I, А, необходимая для получения определенного значения тангенциальной составляющей напряженности магнитного поля, вычисляется по следующей формуле (А.1):

$$I = H \cdot p, \tag{А.1}$$

где I — сила тока, А;

H — тангенциальная составляющая напряженности магнитного поля, кА/м;

P — периметр объекта контроля, мм.

Для объектов переменного сечения следует использовать одно значение тока лишь в том случае, если соотношение значений токов, требуемых для намагничивания наибольшего и наименьшего сечений, меньше 1,5:1. При использовании единственного значения тока крупнейшее сечение должно определять текущее значение.

А.3 Сила электрического тока на электродах в соответствии с 8.3.2.2 и рисунками 2 и 3

Для контроля прямоугольной зоны испытания, как указано на рисунках 2 и 3, среднеквадратичная величина переменного тока (далее — СВП) I, А, представлена формулой (А.2)

$$I = 2{,}5H \cdot d, \tag{А.2}$$

где I — сила тока, А;

H — тангенциальная составляющая напряженности магнитного поля, кА/м;

d — расстояние между электродами, мм.

Данная формула приведена для d до 200 мм.

В качестве альтернативы испытуемая зона может представлять собой окружность, описанную между электродами, за исключением площади самих электродов, равной 25 мм^2 каждая. В данном случае I, А, определяется по формуле (А.3)

$$I = 3H \cdot d. \tag{А.3}$$

В обоих вышеупомянутых случаях формулы являются точными, если радиус кривизны испытуемой поверхности превышает половину расстояния между электродами.

А.4 Индуцированный ток в соответствии с 8.3.2.3 и рисунком 4

Электрический ток I_{ind}, А, необходимый для получения определенного значения тангенциальной составляющей напряженности магнитного поля I_{ind}, определяется по формуле (А.4)

$$I_{ind} = H \cdot p, \tag{А.4}$$

где I_{ind} — сила тока, А;

H — тангенциальная составляющая напряженности магнитного поля, кА/м;

P — периметр объекта контроля, мм.

С элементами изменяющегося поперечного сечения общее значение тока должно быть использовано, только если значения тока необходимы для намагничивания самых больших и самых мелких частей в пропорции меньше, чем 1,5:1. На определение общего значения тока влияет наибольшее значение сечения.

Примечание — Вычисление значения индуцированного тока из первичного не применяется из-за сложности расчетов.

А.5 Продеваемый в отверстие проводник в соответствии с 8.3.3.1 и рисунком 5

Для центрального проводника ток определяется по А.2 настоящего приложения.

Если объект контроля является полой трубой или похожим изделием, значение электрического тока должно быть вычислено в соответствии с внешним диаметром при контроле внешней поверхности, а также в соответствии с внутренним диаметром при контроле внутренней поверхности.

А.6 Смежный проводник в соответствии с 8.3.3.2 и рисунками 6 и 7

Для получения требуемого уровня намагничивания при установке кабеля должно быть обеспечено условие, при котором центр тяжести кабеля будет располагаться перпендикулярно на расстоянии *d* мм от испытуемой поверхности.

Таким образом, ширина контрольной поверхности с каждой стороны центра кабеля равна d мм, а СВП, А, текущего в кабеле, должно быть определено по формуле (А.5)

$$I = 4\pi \cdot d \cdot H, \tag{А.5}$$

где *I* — сила тока, А;

H — тангенциальная составляющая напряженности магнитного поля, кА/м;

D — расстояние между электродами, мм.

При испытании радиусных углов цилиндрических объектов контроля или дополнительных швов (например, полные сварные швы) кабель может быть обмотан вокруг поверхности объекта контроля, как указано на рисунке 7. В таком случае исследуемая поверхность должна быть расположена на расстоянии *d* кабеля или обмотки катушки, где *d* = *NI*/4*H*, а *NI* — число ампер-витков.

А.7 Жесткая катушка в соответствии с 8.3.3.5 и рисунком 10

В случаях, когда объект контроля занимает меньше 10 % площади поперечного сечения катушки и размещен вдоль оси внизу катушки, применяется формула (А.6), после проведения испытаний необходимо провести повторное испытание с другими интервалами обмотки катушки

$$NI = \frac{0{,}4H \cdot K}{L/D}, \tag{А.6}$$

где *I* — сила тока, А;

N — число эффективных витков катушки;

H — тангенциальная составляющая напряженности магнитного поля, кА/м;

L/D — отношение длины изделия к его диаметру для изделий круглого сечения (в случае изделий некруглого сечения диаметр рассчитывается из соотношения *D* = периметр/3,14);

K = 22 000 для источника переменного тока (среднеквадратичное значение) и для двухполупериодного выпрямленного тока (среднее значение);

K = 11 000 для однополупериодного выпрямленного тока (среднее значение).

Примечание — Если образцы имеют отношение L/D больше 20, то это отношение считается равным 20.

При расчете силы тока для коротких объектов контроля (т.е. в случаях, когда L/D меньше 5) по указанной формуле могут быть получены завышенные значения. Для снижения значений электрического тока должны быть использованы удлинительные наконечники для увеличения эффективной длины объекта контроля.

А.8 Катушка, образованная гибким кабелем в соответствии с 8.3.3.6 и рисунком 11

Для получения требуемого намагничивания с использованием постоянного или выпрямленного тока СВП, А, проходящего по кабелю, должна иметь минимальное значение, определяемое по формуле (А.7)

$$I = 3H\left[T + \left(\frac{Y^2}{4T}\right)\right], \tag{А.7}$$

где *I* — сила тока, А;

N — число эффективных витков катушки;

H — тангенциальная составляющая напряженности магнитного поля, кА/м;

T — толщина стенки объекта контроля или радиус, если она выполнена в виде сплошного бруска круглого сечения, мм;

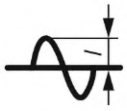
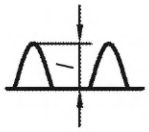
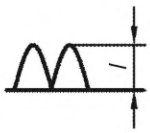
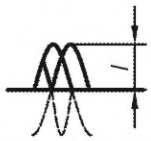
Y — расстояние между соседними витками в катушке, мм.

Для достижения требуемого намагничивания при использовании переменного тока действующее значение тока, протекающего в кабеле, должно иметь минимальное значение, определяемое по формуле (А.8):

$$I = 3H\left[10 + \left(\frac{Y^2}{4T}\right)\right]. \qquad (A.8)$$

А.9 Формы колебаний

Таблица А.1 — Соотношение между пиковым, средним и среднеквадратичным значениями для различных форм синусоидальных колебаний

Колебание	Пиковое значение	Среднее значение	Среднеквадратичное значение	Отношение среднеквадратичного значения к среднему
Переменный ток 	I	0	$0{,}707I$ $\left(=I/\sqrt{2}\right)$	—
Переменный ток с однополупериодным выпрямлением 	I	$0{,}318I$ $(=I/\pi)$	$0{,}5I$	1,57
Переменный ток с двухполупериодным выпрямлением 	I	$0{,}637I$ $(=2I/\pi)$	$0{,}707I$ $\left(=I/\sqrt{2}\right)$	1,11
Трехфазный ток с однополупериодным выпрямлением 	I	$0{,}827I$	$0{,}841I$	1,02
Трехфазный ток с двухполупериодным выпрямлением 	I	$0{,}995I$ $(3I/\pi)$	—	—

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных международных и европейских стандартов межгосударственным стандартам

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного международного, европейского стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего межгосударственного стандарта
ISO 3059	—	*, [1]
ISO 9934-2	—	*, [2]
ISO 9934-3	—	*, [3]
ISO 12707	—	*
EN 1330-1	—	*
EN 1330-2	—	*
* Соответствующий межгосударственный стандарт отсутствует. До его принятия рекомендуется использовать перевод на русский язык данного международного, европейского стандарта.		

Библиография

[1] ISO 9712:2012 Non-destructive testing — Qualification and certification of NDT personnel (Контроль неразрушающий. Квалификация и сертификация персонала по неразрушающему контролю)

[1] В Российской Федерации действует ГОСТ Р ИСО 3059—2015 «Контроль неразрушающий. Проникающий контроль и магнитопорошковый метод. Выбор параметров осмотра», идентичный ISO 3059:2012.

[2] В Российской Федерации действует ГОСТ Р ИСО 9934-2—2011 «Контроль неразрушающий. Магнитопорошковый метод. Часть 2. Дефектоскопические материалы», идентичный ISO 9934-2:2002.

[3] В Российской Федерации действует ГОСТ Р 53700—2009 «Контроль неразрушающий. Магнитопорошковый метод. Часть 3. Оборудование», модифицированный по отношению ISO 9934-3:2002.

УДК 620.179.141:620.191.33:006.354(574) МКС 19.100 IDT

Ключевые слова: контроль неразрушающий, магнитопорошковый контроль, магнитный индикатор, дефектоскопия, дефектоскопические материалы, магнитная суспензия, намагничивание

Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *М.И. Першина*
Компьютерная верстка *И.А. Налейкиной*

Сдано в набор 03.12.2025. Подписано в печать 30.12.2025. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 2,32. Уч.-изд. л. 2,12.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «Институт стандартизации»
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