ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 54566— 2011

СТАЛЬ

Стандартные методы испытаний для оценки глубины обезуглероженного слоя

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2014

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», а правила применения национальных стандартов Российской Федерации — ГОСТ Р 1.0—2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения»

Сведения о стандарте

1 ПОДГОТОВЛЕН И ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 145 «Методы контроля металлопродукции» на основе собственного аутентичного перевода на русский язык регионального стандарта, указанного в пункте 3

2 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 ноября 2011 г. № 651-ст

3 Настоящий стандарт является модифицированным по отношению к региональному стандарту ASTM E 1077 «Стандартные методы испытаний для оценки глубины обезуглероживания стальных образцов» (ASTM E 1077 «Standard Test Methods for Estimating the Depth of Decarbuirization of Steel Specimens») путем изменения его структуры для приведения в соответствие с правилами, установленными в ГОСТ 1.5—2001 (подразделы 4.2 и 4.3).

Наименование настоящего стандарта изменено относительно наименования указанного регионального стандарта для приведения в соответствие с ГОСТ Р 1.5.

Сравнение структуры настоящего стандарта со структурой указанного регионального стандарта приведено в приложении ДА

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

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

© Стандартинформ, 2014

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 Термины и определения 1
3 Отбор и подготовка образцов 2
4 Методика 5
5 Протокол испытания 12
6 Точность и погрешность 12
Приложение ДА (справочное) Сопоставление структуры настоящего стандарта со структурой примененного в нем регионального стандарта 14
Библиография 15

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

СТАЛЬ

Стандартные методы испытаний для оценки глубины обезуглероженного слоя

Steel. Standard test methods for estimating the depth of decarburized layer

Дата введения — 2013—01—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает методы оценки средней или максимальной глубины обезуглероживания в закаленных и незакаленных стальных изделиях. Приведенные методы испытаний содержат методики оценки глубины обезуглероживания сталей независимо от их химического состава, микроструктуры матрицы и формы поперечного сечения. Приведены следующие основные методики:

a) отборочные методы;

b) микроскопические методы;

c) методы измерения микротвердости;

d) методы химического анализа.

Указанные методы предназначены для обнаружения изменений в микроструктуре, твердости или содержании углерода у поверхности стальных образцов вследствие обезуглероживания, обусловленного нагревом при повышенных температурах во время горячей деформации или термической обработки.

Глубина обезуглероживания определяется как глубина, на которой наблюдаются однородная микроструктура, твердость или содержание углерода, типичные для внутренней части образца.

В случаях разногласий в качестве арбитражного метода следует использовать более точные методы количественного или линейного анализа (4.2.8.5 и 4.2.8.6). Методы химического анализа обычно показывают более значительную глубину обезуглероживания, чем металлографические методы, но их применение ограничено определенными простыми формами поперечного сечения образца и наличием необходимого оборудования. Эти методы предназначены в основном для исследовательских работ. Метод измерения микротвердости пригоден для точных измерений в случае закаленных сталей с относительно однородной микроструктурой.

Результаты, полученные по приведенным методам испытаний, могут быть использованы для контроля качества материала, поставляемого в соответствии с соглашением между потребителем и изготовителем, для установления припусков на обработку резанием, а также для оценки влияния технологии производства на обезуглероживание.

2 Термины и определения

2.1 **средняя глубина обезуглероживания** (average depth of decarburization): Среднее значение из пяти или более измерений общей глубины обезуглероживания.

2.2 **средняя глубина зоны чистого феррита** (average free-ferrite depth): Среднее значение из пяти или более измерений глубины полного обезуглероживания.

Издание официальное

2.3 **полное обезуглероживание** (complete decarburization): Уменьшение содержания углерода на поверхности стального образца до значения ниже предела растворимости углерода в феррите, в результате чего структура состоит только из феррита.

2.4 **глубина зоны чистого феррита** (free-ferrite depth): Расстояние по линии перпендикулярной поверхности образца от поверхности до такого участка, структура которого не является полностью ферритной, т.е. содержит другие продукты фазовых превращений.

Примечание 1 — Термин «чистый феррит» используется также для обозначения глобулярных изолированных зерен доэвтектоидного феррита в микроструктуре среднеуглеродистых доэвтектоидных сталей.

2.5 **максимальная глубина обезуглероживания** (maximum depth of decarburization): Наибольшее измеренное значение общей глубины обезуглероживания.

2.6 **частичное обезуглероживание** (partial decarburization): Уменьшение содержания углерода у поверхности стального образца до значения, которое ниже, чем содержание углерода во внутренней зоне, не подвергавшейся обезуглероживанию, но выше предела растворимости углерода в феррите при комнатной температуре.

2.7 **общая глубина обезуглероживания** (total depth of decarburization): Расстояние по линии, перпендикулярной поверхности образца, от поверхности до такого участка внутри образца, в котором содержание углерода становится равным его содержанию в стали, т. е. сумма глубин полного и частичного обезуглероживания.

3 Отбор и подготовка образцов

3.1 Образцы следует отбирать из тех мест, которые являются представительными для данного изделия. Места отбора и число образцов зависят от характера испытуемого материала и устанавливаются по соглашению между изготовителем и потребителем продукции.

3.2 Образцы для отборочных испытаний с использованием измерения макротвердости на поверхности, например на приборе Роквелла, должны иметь достаточно малые размеры, чтобы их можно было соответствующим образом поместить на столик твердомера. Поверхность образца не следует подвергать какой-либо обработке, за исключением удаления окалины (если она присутствует), используя такой метод, который не приводит к изменению свойств подповерхностного металла.

3.3 Образцы для металлографических методов или методов измерения микротвердости, а также для макроскопических методов отборочных испытаний следует отрезать от массивного образца перпендикулярно продольной оси изделия, чтобы измерения проводились на поперечной плоскости. Такая методика позволяет определять изменение обезуглероживания по контуру образца.

3.4 Для образцов диаметром около 2,5 см полировке и исследованию подвергается все поперечное сечение. В случае более крупных поперечных сечений для оценки изменений обезуглероживания на различных участках поверхности следует изготовить один или более образцов. На рисунках 1—3 показаны типичные схемы отбора образцов, которые можно использовать для более крупных сечений. Схема отбора образцов для крупных сечений должна быть указана во взаимном соглашении между изготовителем и потребителем.

3.5 Образцы для методов химического анализа должны иметь достаточную длину, чтобы масса снимаемой через определенные интервалы токарной стружки соответствовала требованиям химического анализа или размеры подвергаемых фрезерованию поверхностей были достаточно велики для проведения искрового спектрометрического анализа и при этом достаточно малы для помещения образца в штатив спектрометра.

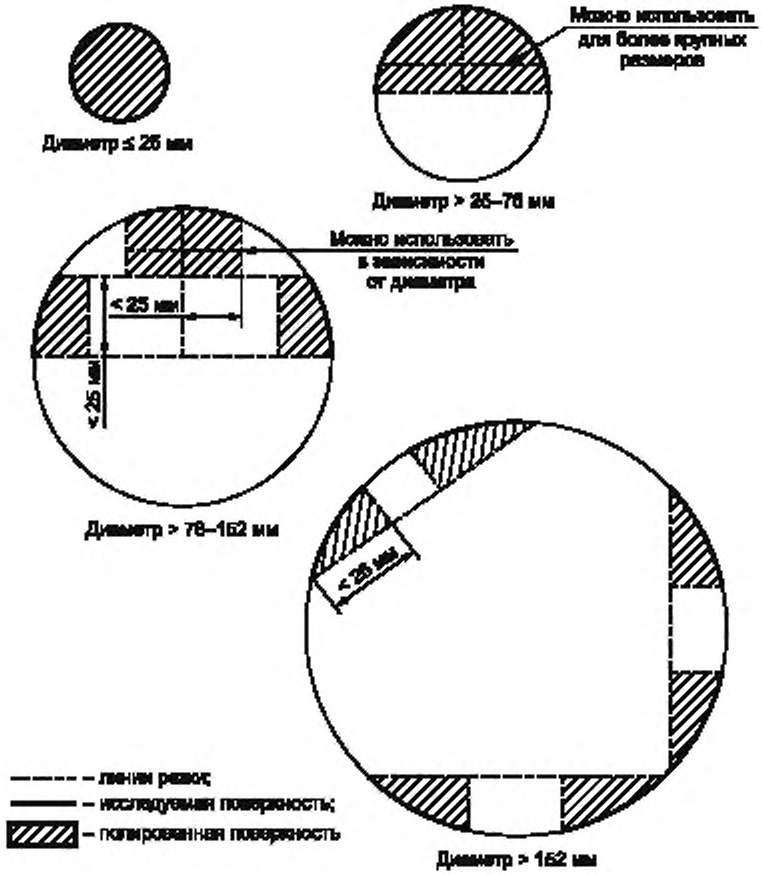

Рисунок 1 — Типичные схемы отбора образцов для круглых прутков различного размера

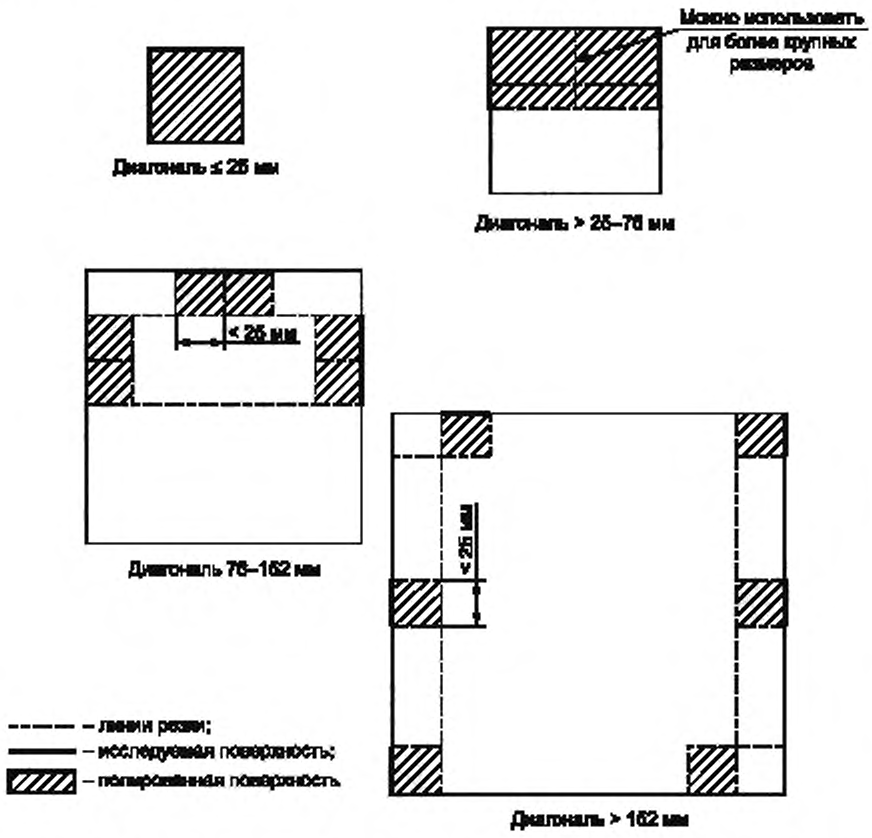

Рисунок 2 — Типичные схемы отбора образцов для квадратных прутков различного размера

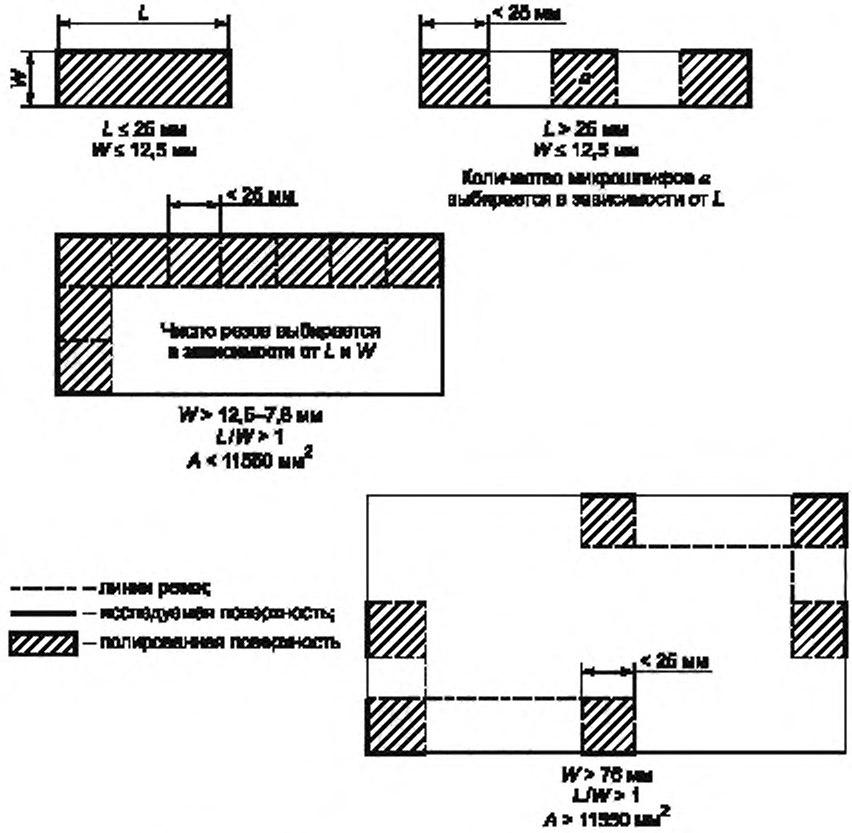

Рисунок 3 — Типичные схемы отбора образцов для плоских и прямоугольных заготовок различного размера

4 Методика

4.1 Отборочные методы

4.1.1 Отборочные испытания являются простыми, быстрыми и экономичными испытаниями, предназначенными для отделения необезуглероженных образцов от образцов со значительным обезуглероживанием. На основании результатов этих испытаний могут быть использованы другие методы испытаний.

4.1.2 Твердость на поверхности образца

В случае термоупрочненных изделий, особенно в состоянии после закалки, от материала, подвергаемого термической обработке, отрезается короткий образец, который затем обрабатывается по такому же режиму, как данный материал, или вместе с ним. Однако этот образец не подвергается отпуску. Окалину, присутствующую на поверхности образца, удаляют проволочной щеткой, обдувкой стеклянной дробью и т. д., а затем проводят измерение твердости на поверхности, обычно по шкале С твердомера Роквелла. Присутствие обезуглероживания определяют по разности между твердостью на поверхности образца и теоретической максимальной твердостью для содержания углерода в исследуемой стали. Этот метод наиболее подходит для сталей, содержащих приблизительно менее 0,55 % углерода, но позволяет также обнаруживать значительное обезуглероживание в сталях с более высоким содержанием углерода. Метод не применим для сталей, которые не упрочняются при закалке, например для низкоуглеродистых сталей.

4.1.3 Внешний вид поперечного сечения образца после травления

Присутствие обезуглероживания определяется по наличию контраста между поверхностным слоем и внутренней частью образца после травления. Поперечный образец можно подвергать шлифованию и макротравлению или полированию и микротравлению. Этот метод допустимо применять для образцов в состоянии после прокатки, ковки, отжига, нормализации или термической обработки. Обезуглероженный поверхностный слой, если он присутствует, обычно выглядит более светлым после травления. Соответствующие реактивы для макротравления приведены в ASTM E 340.

4.2 Микроскопические методы

4.2.1 Микроскопические методы требуют изготовления микрошлифов в поперечном сечении, позволяющих достаточно точно определить глубину и характер присутствующего обезуглероживания. Для оценки глубины обезуглероживания могут быть использованы несколько методов. Статистическая точность каждого метода изменяется в зависимости от числа измерений.

4.2.2 Микроскопические испытания обычно дают удовлетворительные результаты при определении пригодности материала для намеченного применения, его соответствия техническим условиям, а также при производственном контроле, разработке или исследовании.

4.2.3 Микроскопические методы в наибольшей степени подходят для измерения глубины обезуглероживания в образцах в состоянии после прокатки, ковки, отжига или нормализации. Эти методы могут быть также использованы для термообработанных образцов, хотя и с меньшей точностью определения максимальной глубины обезуглероживания.

Можно также оценивать образцы после сфероидизирующего отжига или холодной пластической деформации, однако в этих случаях обнаружение структурных изменений, обусловленных обезуглероживанием, является более трудным, чем для структур, полученных после горячей деформации или полного отжига.

4.2.4 Измерение глубины обезуглероживания основано на оценке изменения микроструктуры у поверхности вследствие изменения содержания углерода. Легче всего оценить глубину полного обезуглероживания благодаря четкому контрасту между слоем чистого феррита, если он присутствует, и структурой внутри образца. Глубину зоны частичного обезуглероживания можно лучше всего оценить, если эта зона состоит из феррита и перлита. Если образец подвергался сфероидизирующему отжигу, то для оценки общей глубины обезуглероживания используется изменение содержания карбидов в зоне частичного обезуглероживания. В случае термообработанных образцов для оценки общей глубины обезуглероживания используется присутствие немартенситных структур в зоне частичного обезуглероживания. Такие измерения обычно приводят к заниженной оценке общей глубины обезуглероживания. Для некоторых высоколегированных инструментальных сталей, подвергнутых сфероидизирующему отжигу, глубину обезуглероживания можно оценить по изменениям цвета образца после травления. Для аустенитных сталей, содержащих марганец, в состоянии после закалки глубина, соответствующая определенному содержанию углерода, может быть определена по изменениям микроструктуры вследствие обезуглероживания. Примеры обезуглероживания для сталей в состоянии после прокатки, термической обработки и сфероидизирующего отжига показаны соответственно на рисунках 4—9.

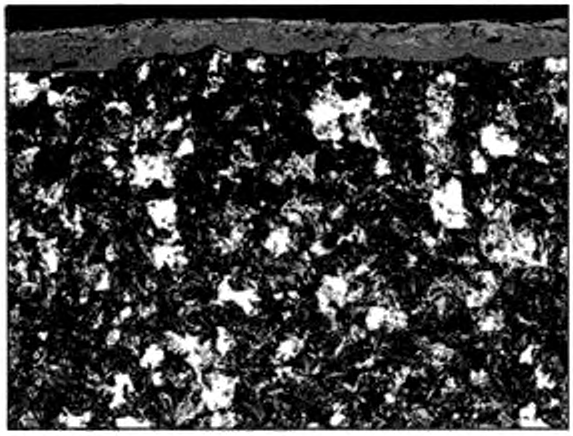

Рисунок 4 — Пример микроструктуры полностью перлитной легированной стали в состоянии после прокатки, в которой не наблюдаются видимые признаки обезуглероживания. Темный слой на поверхности является оксидом железа (прокатной окалиной) (200 ×, травление 2 %-ным спиртовым раствором азотной кислоты)

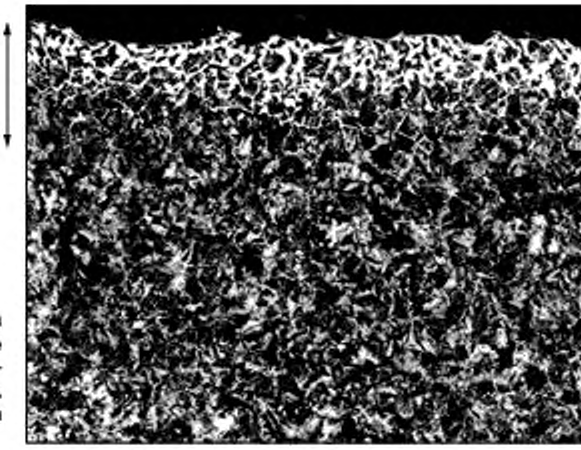

Рисунок 5 — Пример микроструктуры с частичным обезуглероживанием (у поверхности и вблизи нее наблюдается феррит) в полностью перлитной легированной стали в состоянии после прокатки (200 ×, травление 2 %-ным спиртовым раствором азотной кислоты)

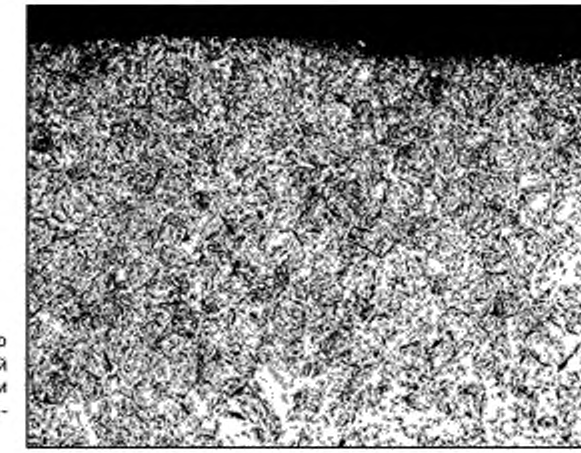

Рисунок 6 — Пример микроструктуры (полностью мартенситной) термообработанной легированной стали, в которой не наблюдаются видимые признаки обезуглероживания (200 ×, травление 2 %-ным спиртовым раствором азотной кислоты)

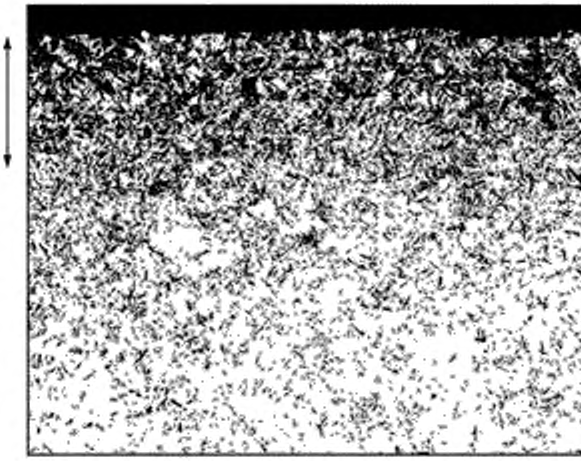

Рисунок 7 — Пример частичного обезуглероживания у поверхности образца термообработанной легированной стали с мартенситной структурой (200 ×, травление 2 %-ным спиртовым раствором азотной кислоты)

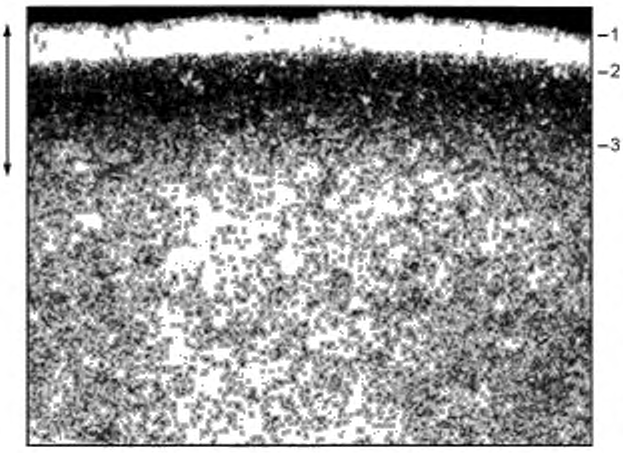

Рисунок 8 — Пример полного обезуглероживания (зона чистого феррита *1*—*2*) и частичного обезуглероживания (темная зона *2*—*3*) в термообработанной легированной стали с мартенситной структурой. Общая глубина обезуглероживания равна сумме глубин зон полного и частичного обезуглероживания (*1*—*3*) (200 ×, травление 2 %-ным спиртовым раствором азотной кислоты)

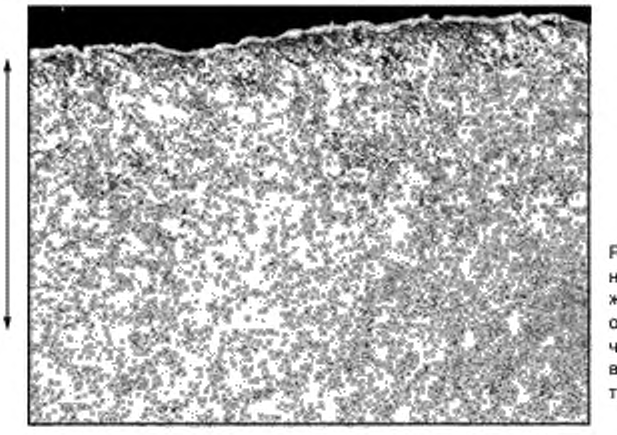

Рисунок 9 — Пример частичного обезуглероживания в углеродистой инструментальной стали, отожженной на глобулярный перлит. Зона частичного обезуглероживания содержит меньше карбидов, чем матрица, и многие карбиды присутствуют в виде перлита, а не сфероидальных частиц. (100 ×, травление 4 %-ным спиртовым раствором пикриновой кислоты)

4.2.5 Полирование образцов следует осуществлять таким образом, чтобы исключить закругление их кромок. Если не проводят монтировку образцов и их защиту от закругления кромок, то удовлетворительные результаты можно получить при использовании станков для автоматического полирования. Следует применять ткани с коротким ворсом; полирование абразивными материалами с размером алмазных частиц менее 1 мкм часто является ненужным. Если указанные станки отсутствуют, а также если образцы имеют малые размеры или неудобную форму для таких станков, то образцы следует монтировать в зажимные приспособления или в различные монтировочные пластмассы. При использовании некоторых монтировочных пластмасс можно не получить требуемого сохранения кромок. Для обычно применяемых пластмасс наилучшего сохранения кромок достигают путем запрессовки образцов в материалы на основе эпоксидной смолы. Оптимальное сохранение кромок обеспечивают покрытия, нанесенные электролитическим или химическим путем, которые рекомендуется использовать в критических случаях. Полирование следует осуществлять, используя методы, которые позволяют выявить истинную микроструктуру поверхностного слоя в соответствии с ASTM E 3.

4.2.6 Травление следует проводить, используя стандартные реактивы (ASTM E 407), например спиртовые растворы азотной или пикриновой кислоты, выбранные на основании опыта оценки исследуемого материала. Можно также использовать специальные реактивы, если это диктуется возникшей ситуацией. В подобных случаях должно быть достигнуто соглашение между изготовителем и потребителем.

4.2.7 В случае закаленных аустенитных марганцовистых сталей в поверхностном слое с содержанием углерода ниже ~ 0,5 % будет присутствовать эпсилон-мартенсит. Эта структура лучше всего выявляется первоначальным травлением в 2 %-ном спиртовом растворе азотной кислоты в течение 5 с и последующим травлением в 20 %-ном водном растворе пиросульфита натрия в течение ~ 20 с. После измерения глубины этого слоя образец можно подвергнуть старению при температуре около 560 °С в течение 1 ч в целях выделения перлита по границам зерен в средней зоне, где содержание углерода превышает ~ 1,16 %. Этот перлит выявляется травлением спиртовыми растворами азотной или пикриновой кислоты. Эти условия приведены на рисунках 10 и 11.



Рисунок 10 — Пример образования эпсилон-мартенсита в обезуглероженной поверхностной зоне закаленной аустенитной марганцовистой стали, содержащей менее 0,5 % углерода (100 ×, травление 2 %-ным спиртовым раствором азотной кислоты в течение 5 с, а затем 20 %-ным водным раствором пиросульфита натрия в течение 20 с)

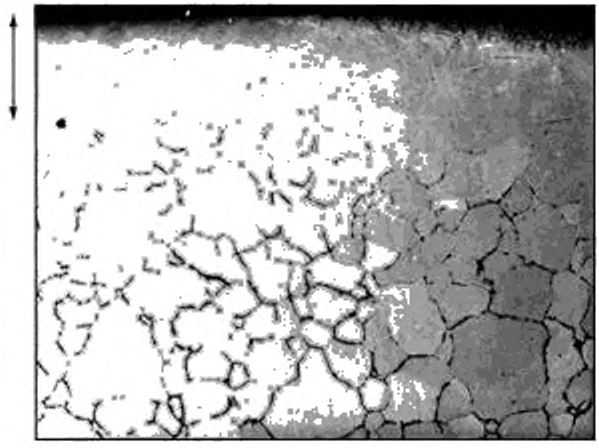

Рисунок 11 — Пример закаленной аустенитной марганцовистой стали, подвергнутой старению при 560 °С в течение 1 ч в целях выделения перлита по границам зерен в тех участках, где содержание углерода выше 1,16 % (номинальное содержание углерода в стали около 1,3 %) (50 ×, травление 2 %-ным спиртовым раствором азотной кислоты)

4.2.8 Измерение глубины обезуглероживания

4.2.8.1 Глубину зон полного и частичного обезуглероживания или общую глубину обезуглероживания можно измерить различными методами в зависимости от требуемой точности. Измерения можно выполнить, используя окулярную вставку со шкалой (окуляр-микрометр), винтовой микрометрический окуляр со штрихом (нитью) или шкалу, помещенную на проекционный экран из матового стекла. Измерения можно проводить на изображении или фотографиях. Измерения можно также проводить, используя методы анализа изображений. Точность измерительного устройства должна быть определена с помощью объект-микрометра. Методы калибровки светового микроскопа описаны в ASTM E 1951.

4.2.8.2 Оптимальное увеличение, используемое для измерения, следует выбирать в зависимости от наблюдаемой структуры. В некоторых случаях полезно провести сканирование образца при низком увеличении перед измерением. Использованное увеличение должно быть достаточно большим для адекватного разрешения структуры и достижения требуемой точности измерения, а также для исключения ошибки измерения.

4.2.8.3 Перед измерением необходимо провести сканирование всей поверхности образца при подходящем увеличении (увеличениях), чтобы убедиться в том, что образец приготовлен должным образом, оценить однородность присутствующего обезуглероживания и установить его характер, т. е. является ли оно общим или только частичным. Если присутствует полное обезуглероживание (чистый феррит), то следует оценить его равномерность.

4.2.8.4 Наиболее простым методом измерения, достаточным во многих случаях, является выбор для измерения тех мест образца, которые характеризуют средние и наихудшие условия полного и частичного обезуглероживания. Измерение глубины этих состояний проводят с использованием измерительных устройств, указанных в 5.2.8.1. Для сечений, форма которых содержит угловые участки, обезуглероживание в таких местах не измеряют, если это не указано в требованиях. В последнем случае результаты указанных измерений приводят в протоколе испытаний отдельно.

4.2.8.5 При контроле качества или исследованиях могут потребоваться измерения средней глубины полного или частичного обезуглероживания или общей глубины обезуглероживания с более высокой статистической точностью. В таких случаях обезуглероживание может быть определено путем проведения ряда измерений по всему контуру сечения образца в произвольно выбранных местах. Для полученных результатов можно вычислить средние значения, среднеквадратические отклонения и 95 %-ные доверительные интервалы. Необходимое число измерений зависит от размера образца и требуемой точности.

4.2.8.6 При исследованиях для определения в любом месте образца глубины, где микроструктура становится однородной и характерной для его внутренней микроструктуры, может быть использован метод линейного анализа. Проводятся линии, параллельные поверхности образца, расположенные на определенном расстоянии друг от друга, и определяется процентная доля каждой присутствующей структурной составляющей.

4.2.8.7 Если наблюдается необычно глубокое локальное обезуглероживание, например, связанное с присутствием плены или заката, то глубина обезуглероживания в зоне этих дефектов должна быть измерена и указана в протоколе испытания отдельно с объяснением природы наблюдаемого дефекта.

4.2.8.8 Для определения глубины обезуглероживания в высоколегированных инструментальных сталях, отожженных на глобулярный цементит, например, в быстрорежущих сталях, используют изменение цвета при травлении. Полированный образец подвергают травлению 4 %-ным раствором азотной кислоты в метиловом спирте в течение примерно 60 с, до тех пор пока поверхностный слой не становится голубовато-зеленоватым. Общая глубина обезуглероживания измеряется при 100 × до того места, где цвет изменяется с голубовато-зеленоватого на зеленовато-коричневый.

4.3 Метод измерения микротвердости

4.3.1 Метод измерения микротвердости требует изготовления полированных микрошлифов в поперечном сечении и в наибольшей степени подходит для термообработанных образцов с достаточно однородной микроструктурой. Он не рекомендуется для образцов, которые содержат две структурные составляющие со значительно отличающейся твердостью.

4.3.2 Оценка общей глубины обезуглероживания основана на изменении микротвердости в зависимости от расстояния от поверхности. Общая глубина обезуглероживания соответствует глубине, на которой твердость становится постоянной и равна твердости внутри образца. По соглашению между изготовителем и потребителем может определяться глубина, соответствующая определенному значению твердости и называемая «эффективная глубина обезуглероживания». Этот метод лучше всего подхо-

дит для сталей с содержанием углерода ниже ~ 0,55 %. При более высоком содержании углерода твердость не будет изменяться, если не будет происходить изменения содержания остаточных карбидов или остаточного аустенита.

4.3.3 Приготовление образцов осуществляется таким же образом, как описано в 4.2.5. Следует соблюдать меры предосторожности, исключающие изменение твердости при изготовлении образца.

4.3.4 Перед измерением твердости следует произвести травление и просмотр образцов для выбора типичных участков или специфических участков, которые представляют интерес при испытании методом измерения твердости. При выполнении измерений твердости следует соблюдать предосторожности в соответствии с подразделом 7.12 стандарта [5].

4.3.5 На образец наносится ряд отпечатков микротвердости через определенные промежутки от поверхности к центру, используя методы Кнупа или Виккерса, до тех пор, пока не будет достигнута постоянная твердость в пределах обычного статистического разброса значений. Эти методы испытаний приведены в стандарте [5].

4.3.6 Метод Кнупа в большей степени подходит для таких испытаний, поскольку градиент твердости приводит к искажению формы отпечатка Виккерса по диагонали перпендикулярной поверхности. При использовании индентора Кнупа его длинная ось должна быть параллельна поверхности образца. Отпечатки Кнупа могут быть расположены ближе друг к другу, чем отпечатки Виккерса, не вызывая опасений, связанных с изменением значения твердости в результате воздействия поля деформации от соседнего отпечатка, вследствие меньшего поля деформации вокруг отпечатка Кнупа.

4.3.7 Нагрузка при измерении твердости должна быть максимально возможной, чтобы свести к минимуму неточность измерения диагонали и исключить проблемы, связанные с использованием низкой нагрузки. Следует по возможности избегать использования нагрузок ниже 25 г.

4.3.8 Расстояние между отпечатками должно не менее чем в 2,5 раза превышать длину диагонали в направлении, перпендикулярном поверхности, т. е. в поперечном направлении. Если необходимы промежуточные измерения, то их можно производить на расположенной вблизи параллельной поперечной линии.

4.3.9 Чтобы определить общую глубину обезуглероживания или эффективную глубину, необходимо выполнить полный цикл измерений по поперечной линии от поверхности до внутренней части образца. В целях минимизации трудоемкости испытания можно использовать частичные измерения по поперечной линии на основании наблюдаемой микроструктуры.

4.3.10 Измерения только по одной поперечной линии позволяют определить общую или эффективную глубину обезуглероживания только в одном месте. Для достижения большей статистической точности в определении этих значений можно выполнить несколько частичных измерений по поперечным линиям в местах, выбранных на основании наблюдаемой микроструктуры, а затем вычислить среднее значение.

4.4 Методы химического анализа

4.4.1 Применение методов химического анализа ограничено образцами, имеющими простую однородную форму, и основано на анализе токарной стружки, снятой на различной глубине через определенные интервалы, или стружки, полученной после фрезерования через определенные интервалы.

4.4.2 Методы химического анализа обеспечивают непосредственное измерение концентрации углерода как функции глубины. Эти методы применимы для стали любого состава и микроструктуры, но имеют ограничения, связанные с формой образца. Эти методы обычно используют только в исследовательских целях. Измерения, проведенные этими методами, обычно показывают более высокие значения общей глубины обезуглероживания, чем другие методы.

4.4.3 Метод сжигания

4.4.3.1 При использовании этого метода образец подвергают обточке или фрезерованию через определенные интервалы до заданных значений глубины и проводят анализ стружки на содержание углерода, используя стандартные аналитические методы. Применение метода ограничивается простыми формами сечения образца, например круглым или плоским прокатом. Образцы с высокой твердостью следует подвергать высокому отпуску (но не отжигу) при 600 °С—650 °С, который позволяет использовать обработку резанием.

4.4.4 Круглые прутки перед обточкой должны быть аккуратно отцентрированы. Рекомендуется сухая обработка резанием. Перед обработкой следует удалить с поверхности окалину. При фрезеровании плоских образцов следует избегать обработки углов. Масса стружки должна быть достаточной для выполнения точного анализа и повторного контроля, если он окажется необходимым.

4.4.5 Общая глубина обезуглероживания определяется как глубина, на которой достигается содержание углерода, равное его содержанию внутри образца в пределах точности метода анализа. Более подробное описание этого метода анализа приведено в ASTM E 350.

4.4.6 Метод атомно-эмиссионного спектрометрического анализа

4.4.7 При использовании этого метода образец шлифуют до известной глубины и его поверхность подвергают атомно-эмиссионному спектрометрическому анализу на углерод, используя эмиссионный вакуумный спектрометр. Применение этого метода ограничивается плоскими поверхностями.

4.4.8 Перед первоначальным шлифованием следует удалить поверхностную окалину. Образец шлифуют через определенные интервалы до достижения заданных значений глубины. Измерения глубины после каждого шлифования проводят с помощью микрометра.

4.4.9 После каждого шлифования поверхность подвергают атомно-эмиссионному спектрометрическому анализу и определяют содержание углерода. Последующий атомно-эмиссионный спектрометрический анализ не следует проводить в тех же местах, что и предыдущий, и при анализе следует избегать угловых участков. Методика анализа приведена в ASTM E 415.

4.4.10 Общая глубина обезуглероживания соответствует такой глубине, на которой содержание углерода становится постоянным и равным его содержанию внутри образца в пределах точности метода анализа.

5 Протокол испытания

5.1 Протокол испытания должен включать в себя следующую информацию:

5.1.1 Номер образца, плавки, партии и т. д.

5.1.2 Количество образцов и место их вырезки.

5.1.3 Метод, использованный для измерения обезуглероживания, и соответствующие условия испытания, например увеличение, реактив для травления, тип индентора и величину нагрузки.

5.1.4 Для микроскопических методов следует указать глубину полного обезуглероживания или общую глубину обезуглероживания, или оба эти параметра для средних и наихудших условий. Следует указать глубину обезуглероживания, наблюдаемого в зоне присутствующего дефекта, и характер этого дефекта. Если потребителю требуется информация относительно обезуглероживания в угловых участках, то это должно быть отмечено.

5.1.5 Если был использован метод измерения микротвердости, то следует привести общую или эффективную (с указанием критерия по твердости) глубину обезуглероживания.

5.1.6 Если был использован метод химического анализа, то следует указать общую глубину обезуглероживания и использованный метод.

5.1.7 Если используются методы линейного анализа, измерения микротвердости или химического анализа, то на основании соглашения между изготовителем и потребителем в качестве желательной или необходимой информации может быть приведена зависимость полученных данных от глубины.

5.1.8 Все относящиеся к испытаниям соглашения между изготовителем и потребителем должны быть документированы.

6 Точность и погрешность

6.1 Отборочные испытания

6.1.1 Отборочные испытания позволяют определить, соответствует ли продукция требованиям («проходит» или «не проходит»), и используются в целях экономии времени. В условиях очень тщательного контроля для достаточно точной оценки общей глубины обезуглероживания можно использовать метод измерения макротвердости на поверхности. Метод макротравления нельзя использовать для получения надежной оценки глубины обезуглероживания.

6.2 Микроскопические методы

6.2.1 Использование метода простого сканирования в целях выявления участков, которые кажутся типичными или наихудшими, может приводить к некоторой ошибке. Неудовлетворительное приготовление образца, например плохое сохранение кромки, может уменьшить точность измерений. Глубину полного обезуглероживания обычно можно оценить более точно, чем глубину частичного обезуглероживания или общую глубину обезуглероживания.

6.2.2 В случае микроскопических измерений, основанных на определении среднего значения для ряда измерений, проведенных на произвольно выбранных участках, точность и воспроизводимость возрастают с увеличением числа измерений. При 20 или более измерениях глубину обезуглероживания можно определить с точностью до 0,025 мм и относительной точностью от 10 % до 20 %. Оценки глубины полного обезуглероживания (т. е. глубины чистого феррита) являются более точными и более воспроизводимыми, чем оценки глубины частичного обезуглероживания или общей глубины обезуглероживания.

6.2.3 При любых измерениях могут быть получены несколько отличающиеся значения для образцов, отобранных из различных участков изделия, даже если эти участки расположены рядом друг с другом.

6.2.4 Точность оценок общей или эффективной глубины обезуглероживания в данном месте методом измерения микротвердости обычно находится в пределах 0,025 мм. Однако в связи с тем, что измерения проводятся на одном или немногих участках, результаты этих измерений могут оказаться нетипичными для всего образца.

6.2.5 При использовании химического анализа стружки, полученной при прерывистой обточке или фрезеровании, результаты являются представительными для всего образца, так как стружка снята со значительной площади поверхности. Точность уменьшается, если слои токарной стружки не были концентрическими относительно диаметра прутка, или если слои фрезерной стружки не были параллельны поверхности.

6.2.6 При использовании прерывистого спектрометрического анализа каждый раз определяется содержание углерода на участке диаметром около 5 мм и глубиной около 1 мм. Это обеспечивает достаточную точность, но не столь высокую, как при использовании метода прерывистой обточки или фрезерования.

Приложение ДА
(справочное)

Сопоставление структуры настоящего стандарта со структурой примененного в нем регионального стандарта

Таблица ДА.1

Структура настоящего стандарта	Структура регионального стандарта
1 Область применения	1 Область применения 4 Краткий обзор методов
2 Термины и определения	3 Терминология
3 Отбор и подготовка образцов	5 Значение и использование 6 Отбор образцов
4 Методика	7 Методика
5 Протокол испытания	8 Протокол испытания
6 Точность и погрешность	9 Точность и погрешность
Приложение ДА Сопоставление структуры настоящего стандарта со структурой примененного в нем регионального стандарта	
Библиография	2 Нормативные ссылки

Библиография

[1] ACTM E 340—01 Методы макротравления металлов и сплавов
(ASTM E 340—01) Test Method for Macroetching Metals and Alloys

[2] ACTM E 3—01 Методика приготовления металлографичских образцов
(ASTM E 3—01) Guide for Preparation of Metallographic Specimens

[3] ACTM E 407—01 Методы микротравления металлов и сплавов
(ASTM E 407—01) Practice for Microetching Metals and Alloys

[4] ACTM E 1951—01 Руководство по калибровке окулярных сеток и увеличений светового микроскопа
(ASTM E 1951—01)Guide for Calibrating Reticals and Light Microscope Magnificatons

[5] ACTM E 384—01 Метод измерения микротвердости материалов
(ASTM E 384—01) Test Method for Microindentation Hardness of Materials

[6] ACTM E 350—05 Методы химического анализа углеродистой стали, низколегированной стали, кремнистой электротехнической стали, литого железа и кованого железа
(ASTM E 350—05) Test Methods for Chemical Analysis of Carbon Steel, Low-Alloy Steel, Ingot Iron, and Wrought Iron

[7] ACTM E 415—06 Методы атомно-эмиссионного вакуумного спектрометрического анализа углеродистой и низколегированной стали
(ASTM E 415—06) Test Method for Optical emission Vacuum Spectrometric Analysis of and Low-Alloy Steel

УДК 669.14:620.2:006.354 ОКС 77080 В09 ОКСТУ 0709

Ключевые слова: сталь, содержание углерода, обезуглероживание, феррит, микротвердость

Редактор *П.М. Смирнов*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *Е.Д. Дульнева*
Компьютерная верстка *В.И. Грищенко*

Сдано в набор 29.07.2014. Подписано в печать 13.08.2014. Формат 60x84$^1/_8$. Гарнитура Ариал. Усл. печ. л. 2,32. Уч.-изд. л. 1,75. Тираж 86 экз. Зак. 3122.

Издано и отпечатано во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123995 Москва, Гранатный пер., 4.

gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru