



Обозначение: E45-13

ДЛЯ ИНФОРМАЦИИ

Учетный № _____

Стандартные методы испытания для определения содержания неметаллических включений в стали¹

Настоящий стандарт выпускается под неизменным обозначением E45; номер, который следует непосредственно после обозначения, означает год исходного выпуска или, в случае редакции, год последней редакции. Номер в скобках указывает год повторного утверждения. Надстрочный индекс с буквой эpsilon (ϵ) указывает редакционное изменение, с момента последней редакции или повторного утверждения.

Настоящий стандарт был утвержден к применению учреждениями Министерства Обороны.

1. Область применения

1.1 В данном методе испытаний рассматривается несколько общепризнанных методик определения содержания неметаллических включений в деформируемой стали. Методы макроскопии включают методы макротравления, разрывов, а также методы с переходом на меньший диаметр и магнитно-порошковой дефектоскопии. Методы микроскопии включают пять общепринятых систем обследования. В этих методах, включения разделяются по категориям на основе сходства их морфологии, и не обязательно по химической идентичности. Кратко обсуждаются методы металлографических исследований, позволяющие установить различия между морфологически одинаковыми включениями. В то время как эти методы изначально предназначены для определения характеристик включений, компоненты включений, например, карбиды, нитриды, карбонитриды, бориды и интерметаллические фазы могут быть оценены с использованием некоторых методов микроскопии. В некоторых случаях характеристики сплавов, не относящихся к стали, могут быть определены с использованием одного или нескольких таких методов; методы будут описаны на примерах их применения к сталям.

1.2. Данная методика охватывает процедуры выполнения оценки характеристик включений типа JK с использованием автоматического анализа изображений в соответствии с методами микроскопии A и D.

1.3. В зависимости от типа стали и ее требуемых характеристик, для определения содержимого включений наиболее подходящими считаются методы макроскопии или микроскопии или комбинация этих двух методов.

1.4. В указанных методах проведения испытаний используются только рекомендованные процедуры, и их не следует рассматривать как методы, определяющие или устанавливающие границы применимости для разных сортов стали.

1.5. Значения, выраженные в единицах СИ, считаются стандартными. Значения, приведенные в скобках, получены путем преобразования и являются приблизительными.

1.6. *Данный стандарт не претендует на полноту описания всех мер безопасности (если таковые имеются), связанных с его использованием. Вся ответственность за установление соответствующих правил техники безопасности и мер по охране здоровья, а также определение границ применимости регламентов перед использованием данного стандарта, лежит на пользователе стандарта.*

¹ Данные методы испытания находятся под юрисдикцией ASTM Комитета E04 по металлографии и являются прямой ответственностью Подкомитета E04.09 по включениям.

Текущее издание утверждено 1 мая 2013 г., опубликовано в мае 2013 г. Первоначально утверждено в 1942 г. Последнее из предыдущих изданий утверждено в 2011 г. как E45 –11a. DOI: 10.1520/E0045-13.

2. Ссылочные документы

2.1. Стандарты ASTM²:

E3 Руководство по подготовке образцов для металлографического исследования

E7 Терминология по металлографии

E381 Стандартный метод контроля макроструктуры травлением для стального сортового проката, сутонок, блюмов и поковок

E709 Стандартное руководство по магнитопорошковой дефектоскопии

E768 Методика подготовки и оценки образцов для автоматического контроля включений в стали

E1245 Методика по определению включений или содержания двух фаз металлов методом автоматического анализа изображений

E1444 Методика тестирования с помощью магнитопорошковой дефектоскопии

E1951 Руководство по калибровке масштабных сеток и увеличений оптических микроскопов

2.2 Стандарты SAE:³

J422, Рекомендуемая методика по определению включений в стали

2.3 Спецификации на аэрокосмические материалы:³

AMS 2300, Чистота первоклассной стали авиационного класса: методика инспекции магнитопорошковым методом

AMS 2301, Чистота стали авиационного класса: методика инспекции магнитопорошковым методом

AMS 2303, Чистота стали авиационного класса: методика инспекции магнитопорошковым методом мартенситных коррозионноустойчивых сталей

AMS 2304, Чистота специальной стали авиационного класса: методика инспекции магнитопорошковым методом

2.4 Стандарты ISO:⁴

ISO 3763, Холоднодеформированные стали — макроскопические методы оценки содержания неметаллических включений

ISO 4967, Сталь — Определение содержания неметаллических включений — микрографические методы с применением стандартных диаграмм

² Для ознакомления с упомянутыми стандартами ASTM, посетите веб-сайт ASTM, www.astm.org, или свяжитесь со Службой заказчиков ASTM по адресу service@astm.org. Для получения информации по Ежегодному сборнику стандартов ASTM обратитесь к сводной странице по стандартам на веб-сайте ASTM.

³ Доступны в Обществе инженеров автомобильной промышленности (SAE), 400 Commonwealth Dr., Warrendale, PA 15096-0001, <http://www.sae.org>.

⁴ Доступны в Американском национальном институте стандартов (ANSI), 25 W. 43rd St., 4th Floor, Нью-Йорк, NY 10036, <http://www.ansi.org>.

2.5 Вспомогательные документы ASTM:

Включения в стальных пластинах, I-A и II⁵

Четыре микрофотографии низкоуглеродистой стали⁶

3. Терминология

3.1 Определения:

3.1.1 Определение терминов, используемых в данной методике проведения испытаний, см. в Терминологии E7.

3.1.2 Терминология E7 содержит термин *число включений*; поскольку некоторые методы, входящие в изложенные методы испытаний, включают измерения длины или преобразования в численную форму значений длины или результатов подсчета, или и того, и другого, предпочтительным является термин *показатель включений*.

3.2 Определение терминов, используемых в данном стандарте:

3.2.1 *отношение сторон* — отношение длины к ширине элемента микроструктуры.

3.2.2 *прерывистое строчечное включение* — три или более включения Типа В или С, совмещенных в плоскости, параллельной направлению оси горячей обработки, со смещением не более 15 мкм, и расстоянием менее 40 мкм (0,0016 дюйма) между двумя ближайшими соседними включениями.

3.2.3 *типы включений* — определения сульфидных, алюминиевых и силикатных включений см. Терминологию E7. «Шаровидный оксид» в некоторых методах означает изолированные, относительно недеформированные включения с отношением сторон не более 2:1. В других методах оксиды подразделяются на деформируемые и недеформируемые.

3.2.4 *Показатель включений JK* — метод измерения неметаллических включений на основе методик Шведского союза металлургической промышленности (Jernkontoret); Методы А и D являются основными при использовании методик JK, Метод E также использует оценочные карты JK.

3.2.5 *строчечное включение* — индивидуальное включение, сильно удлиненное в направлении деформации, или три или более включения Типа В или С, совмещенных в плоскости, параллельной направлению оси горячей обработки, со смещением не более 15 мкм, и расстоянием менее 40 мкм (0,0016 дюйма) между двумя ближайшими соседними включениями.

3.2.6 *установка порога* — выделение диапазона значений градаций яркости, свойственных одной из составляющих, в поле микроскопа.

3.2.7 *показатель по наихудшему полю* — показатель, в котором образец оценивается по каждому типу включений путем присвоения значения наихудшего показателя, наблюдаемого для этого типа включений в любом месте на поверхности образца.

4. Значение и применение

4.1 Эти методы испытаний охватывают четыре макроскопических и пять микроскопических методов испытаний (метод анализа вручную и анализа изображений) для описания содержания включений в стали, а также процедур для обозначения результатов испытаний.

4.2 Включения характеризуются размером, формой, концентрацией и распределением, а не химическим составом. Несмотря на то, что состав не определяется, микроскопические методы подразделяют включения на одну из нескольких категорий, связанных с составом (сульфиды, оксиды и силикаты – последние относятся к разновидности оксидов). В параграфе 12.2.1 описывается метод металлографии, призванный упростить распознавание включений. Возможно обнаружение только тех включений, которые расположены на тестируемой поверхности.

4.3 Макроскопические методы испытаний оценивают большие площади по сравнению с микроскопическими методами испытаний, и поскольку контроль осуществляется невооруженным глазом или при малых увеличениях, эти методы лучше подходят для обнаружения более крупных включений. Макроскопические методы не пригодны для обнаружения включений меньше приблизительно 0,40 мм (1/64 дюйма) в длину, и методы не различают включения по типам.

4.4 Микроскопические методы испытаний применяются для определения характеристик включений, образующихся вследствие раскисления или ввиду ограниченной растворимости в сплошной стали (собственные включения). Как указано в пункте 1.1, трудности и типы этих методов микроскопических испытаний уровня включений, характеризуются морфологическим типом, т.е. размером, формой, концентрацией и распределением, но не конкретным химическим составом. Эти включения характеризуются морфологическим типом, т.е. размером, формой, концентрацией и распределением, но не конкретным химическим составом. Микроскопические методы не предназначены для оценки содержимого экзогенных включений (вызванных захваченным шлаком или огнеупорами). В случае возникновения разногласий относительно того, являются включения неустраняемыми или экзогенными, для определения характера включения может использоваться такой микроаналитический метод, как спектроскопия энергетической дисперсии рентгеновского излучения. Однако, опыт и знания процесса литья и производственных материалов, таких как раскисление, десульфуризация и присадки контроля формы включения, также как огнеупоры и составы для печи, должны применяться с микроаналитическими результатами, для определения неустраняемого или экзогенного характера включения.

4.5 Поскольку популяция включений в заданной партии стали отличается в зависимости от положения, то для оценки содержания включений в партии необходимо выполнить статистические выборки из нее. Объем отбираемых проб должен соответствовать размеру партии и ее конкретным характеристикам. Материалы с очень низким содержанием включений могут быть более точно оценены методами автоматического анализа изображений, позволяющими получить более точные микроскопические показатели.

4.6 Результаты макроскопических и микроскопических методов проведения испытаний могут применяться для количественной оценки материалов при отгрузке, однако эти методы проведения испытаний не содержат указаний в отношении приемки или отбраковки. Аттестационные критерии для оценки данных, полученных этими методами, приводятся в стандартах на продукцию ASTM или могут описываться в соглашениях между покупателем и производителем. По договоренности между производителем и покупателем эта методика может быть видоизменена с целью подсчета только определенных типов и толщин включений, или включений, превышающих определенный пороговый уровень, или и того, и другого. Кроме того, по соглашению количественные методы могут применяться только в тех случаях, где определены только максимальные показатели по каждому виду включения и значению толщины, или если в таблицах отражается определенное число полей, содержащих наибольшие показатели включений.

4.7 Данные методы проведения испытаний предназначены для использования с холоднодеформированными металлическими структурами. Наряду с тем, что минимальный уровень деформаций не задан, данные методы проведения испытаний не подходят для литых структур или структур, подвергнутых легкой обработке.

4.8 Приводятся указания по определению показателей включений в сталях, обработанных редкоземельными добавками или составами с содержанием кальция. При оценке таких

⁵ Могут быть получены в штаб-квартире ASTM. Номер для заказа [ADJE004502](#). Исходное приложение выпущено в 1983.

⁶ Могут быть получены в штаб-квартире ASTM. Номер для заказа [ADJE004501](#). Исходное приложение выпущено в 1983.

сталей отчет об испытании должен описывать характер включений, для которых определяются показатели, по каждой категории включений (A, B, C, D).

4.9 Помимо показателей по методике проведения испытаний E45 JK, могут быть отдельно проведены базовые стереологические измерения (подобные применяемым в E1245) (например, измерения объемной доли сульфидов или оксидов, числа сульфидов или оксидов на квадратный миллиметр, расстояния между включениями и т.д.) и включены в отчет по результатам испытаний при необходимости предоставления дополнительной информации. В настоящей методике, однако, измерение таких параметров не рассматривается.

МАКРОСКОПИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ

5. Обзор макроскопических методов испытания

5.1 Сводная информация:

5.1.1 *Испытание макротравлением* — Испытание макротравлением служит для определения содержания включений и их распределения, обычно — в поперечном сечении или перпендикулярном по отношению к направлению проката иликовки. В некоторых случаях, также рассматриваются и продольные сечения. Подготовка к испытаниям включает резку и механическую обработку сечения до вскрытия требуемой площади, и травление соответствующим реагентом. Широко распространено применение раствора, содержащего одну часть соляной кислоты и одну часть воды при температуре от 71 до 82°C (от 160 до 180°F). Как и следует из названия этого метода, подвергнутая травлению поверхность для выявления включений, контролируется невооруженным глазом или при низком увеличении. Подробное описание этого метода испытаний приведено в Методе E381. Характер вызывающих сомнения показаний должен быть проверен при помощи микроскопического контроля или другими средствами.

5.1.1.1 Сульфиды проявляются в виде язв, при использовании стандартного раствора для травления, описанного в 5.1.1.

5.1.1.2 Этот метод испытания позволяет выявить только крупные включения оксидов.

5.1.2 *Испытание методом разрушения* — Испытание методом разрушения служит для определения наличия включений, подобных демонстрируемым на трещине закаленных срезов толщиной приблизительно от 9 до 13 мм (от 3/8 до 1/2 дюйма). Этот тест наиболее распространен для сталей, позволяющих добиться величины твердости по Роквеллу около 60 HRC и размера зерен 7 и более мелких в районе трещины. Эти образцы не должны иметь значительных наружных вмятин или насечек, способных направлять распространение трещины. Желательно, чтобы трещина проходила в продольном направлении приблизительно по центру среза. Поверхности трещин изучаются невооруженным глазом или при увеличениях приблизительно до десяти диаметров, при этом фиксируются длина и распределение включений. Тепловое окрашивание или применение синего красителя повысит различимость оксидных строчечных включений. В ISO 3763 описывается метод карт для оценки показателей поверхности трещины. В некоторых случаях регистрируются минимальные показатели длиной 0,40 мм (1/64 дюйма).

5.1.3 *Пошаговый метод* — Пошаговый метод испытания применяется для определения присутствия включений в выполненных механической обработкой поверхностях катаной иликованой стали. Испытываемый образец подвергается механической обработке до достижения заданного диаметра (ниже поверхности) и исследуется на наличие включений при хорошем освещении невооруженным глазом или при небольшом увеличении. В некоторых случаях испытываемые образцы подвергаются механической обработке для дальнейшего уменьшения диаметра с целью дополнительного контроля после обследования для исходных диаметров. Это испытание обычно применяется для обнаружения включений длиной 3 мм (1/8 дюйма) и более.

5.1.4 *Магнитопорошковый метод* — магнитопорошковый метод является разновидностью пошагового метода для ферромагнитных материалов, предусматривающим проведение механической обработки испытываемого образца, намагничивание и нанесение магнитного порошка. Неоднородности длиной 0,40 мм (1/64 дюйма) и более, создают поля магнитной утечки и притягивают магнитный порошок, тем самым выделяя включение. Более подробную информацию о процедуре контроля магнитопорошковым методом см. в Методике E1444 и Руководстве E709. См. спецификации на аэрокосмические материалы AMS 2300, AMS 2301, AMS 2303 и AMS 2304.

5.2 *Преимущества:*

5.2.1 Эти методы испытаний упрощают исследование образцов с большой площадью поверхности. Более крупные включения в стали, которые в большинстве случаев являются основным предметом рассмотрения, распределены неравномерно и расстояния между ними бывают достаточно большими, поэтому шансы их обнаружения повышаются при изучении более крупных образцов для испытаний.

5.2.2 Образцы для макроскопических испытаний могут быть быстро подготовлены механической обработкой и шлифовкой. Высокая чистота полировки поверхности не требуется. Макроскопические методы являются достаточно чувствительными для выявления крупных включений.

5.3 *Недостатки:*

5.3.1 Эти методы испытаний не позволяют различать разные формы включений.

5.3.2 Они непригодны для обнаружения небольших шаровидных включений или цепочек очень мелких продолговатых включений.

5.3.3 Магнитопорошковый метод может приводить к неверной интерпретации микроструктурных образований, таких как прожилки оставшихся аустенитных зерен, микросегрегацию или карбиды в некоторых сплавах; это особенно вероятно при применении больших токов намагничивания.

МИКРОСКОПИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ

6. Обзор микроскопических методов испытания

6.1 Микроскопические методы применяются для определения размеров, распределения, числа и типа включений на полированной поверхности образца. Это может быть определено путем наблюдения образца, с помощью оптического микроскопа и включения в отчет информации о встречающихся типах включений совместно с несколькими репрезентативными микрофотографиями. Этот метод, однако, не способен обеспечить однородное представление информации. По этой причине были разработаны стандартные справочные карты с наборами типичных конфигураций включений (размер, тип и число), предназначенные для непосредственного сравнения с образцом в поле зрения микроскопа. Был также разработан метод, в котором применяется анализ изображений для выполнения этих сравнений.

6.2 Были разработаны самые разные карты данного типа, такие как карты⁷ JK7 и карты SAE, описываемые в Рекомендуемой методике J422 SAE или в Справочнике SAE. Описанные в документе «Методы испытаний E45» микроскопические методы используют уточненные карты сравнения, основанные на вышеупомянутых картах. Метод А (наихудшие поля), Метод D (для низкого содержания включений) и Метод E (показатель SAM) используют карты, основанные на картах JK, в то время как Метод С (оксиды и силикаты) использует карту SAE. Стандарт ISO 4967 также применяет карту JK.

⁷Карта JK получила свое название от наименования своего составителя (Jernkontoret), Шведский союз металлургической промышленности.

6.3 Ни одна из карт не может представить все различные типы и формы включений. Применение любой из карт ограничивается определением содержания наиболее распространенных типов включений, и при этом следует помнить, что такое определение не представляет собой полное металлографическое исследование включений.

6.4 Альтернативой методу сравнения (карта) являются Методы А, С и D⁸, которые описаны в Методе В. Метод В (длина) используется для определения содержания включений на основании их длины. Регистрируются только те включения, длина которых равна или превышает 0,127 мм (0,005 дюйма), независимо от их типа. При помощи этого метода можно получить такие данные, как длина самого длинного включения и средняя длина включения. К тому же, микрофотографии могут также быть получены с целью определения *сопутствующих включений*, которые имеют недостаточную длину для измерения.

6.5 Преимущества микроскопических методов следующие:

6.5.1 Включения могут быть описаны с указанием длины, типа и количества.

6.5.2 Могут быть выявлены включения исключительно малого размера.

6.6 Недостатком микроскопических методов является очень малый размер отдельных полей оценки (0,50 мм²). Это ограничивает практические размеры образцов, поскольку для определения характеристик большого образца потребовалось бы исследование недопустимо большого числа полей. Результат, получаемый определением характеристик включений микроскопическим методом на большом сечении, подвержен случайным отклонениям в случае, когда местные отклонения распределения включений являются значительными. Важность результатов микроскопических исследований зависит от конечного применения продукта. Необходимо наличие опыта интерпретации этих результатов для того, чтобы не преувеличить роль небольших включений для некоторых областей применения.

6.7 При определении количества включений важно понимать то, что вне зависимости от применяемого метода, результат относится только к тем областям образцов, которые подвергались изучению. В практическом плане, такие образцы являются относительно малыми в сравнении с общим количеством стали, которое они представляют. Для того, чтобы определение включений имело какую-либо ценность, адекватный отбор образцов не менее важен, чем выбор надлежащего метода испытания.

6.8 Сталь зачастую отличается по содержанию включений не только от плавки к плавке, но и от слитка к слитку в пределах одной плавки, и даже в пределах различных частей одного слитка. Важно, чтобы единичная партия стали, в которой должно определяться содержание включений, не представляла более одной плавки. Для того, чтобы партия была адекватно представлена, необходимо выбрать достаточное число образцов. Точная процедура отбора образцов должна быть включена в требования или спецификации отдельного продукта. Для полуфабрикатов образцы должны отбираться после того, как будет проведен достаточный объем материала и будут получены пригодные отбракованные фрагменты. Если в испытываемой партии не могут быть определены места на различных слитках или частях слитков одной плавки, то для эквивалентного по массе объема стали должно быть отобрано большее число испытываемых образцов. Нельзя считать, что значение содержания включений в отдельной стальной детали, даже в случае его точного определения, может представлять содержимое включений для всей плавки.

6.9 Размер и форма испытанного продукта из холоднокатаной стали оказывают значительное влияние на размеры и форму включений. Во время обработки отливки методом проката или ковки, включения удлиняются и разбиваются на части, в соответствии со степенью сокращения поперечного сечения стали. Следовательно, при составлении отчета об определенных включениях, необходимо указывать размеры, форму и метод изготовления стали, из которой вырезались образцы. При сравнении содержания включений в различных сталях, они должны приводиться методом проката или ковкой до как можно более близкого состояния по размерам и форме, и выполняться из литых секций приблизительно одного размера. Должны применяться образцы, вырезанные в длину или параллельно направлению проката иликовки.

6.10 Для облегчения сопоставления результатов может быть целесообразно выполнять ковкой купоны из более крупных слитков. Эти кованые секции могут потом подвергаться отбору проб точно так же, как и катаные секции.

⁸ Обратите внимание на то, что несмотря на то, что методы называются методами сравнения по картам, в процедурах также применяются измерения длины, подсчет числа включений, или обе этих операции.

При этом, однако, нужно следить за тем, чтобы от слитков дляковки отбирались образцы достаточного размера; в противном случае, существует опасность включения в образцы прибыльной части слитка. Такой искаженный материал даст неверный результат при определении включений. Во избежание этого полезно отпилить концы участка слитка, применяемого дляковки, и отбирать образец из середины кованого участка.

6.11 Некоторые из методов, описанных в этих методиках, требуют, чтобы обследованию подвергалась конкретная область подготовленной поверхности образца, и чтобы в результатах фиксировались и описывались все существенные включения. Сообщаемый результат по каждому исследованному образцу, таким образом, является более точным представлением содержания включений по сравнению с микрофотографией или диаграммой. Недостаток метода Дефектной Области заключается в том, что он не позволяет судить о распределении показателей числа включений.

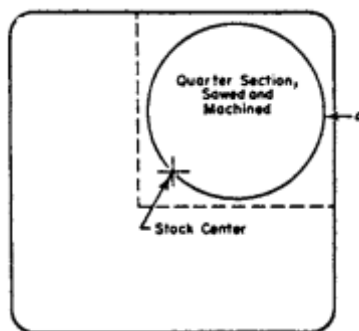
6.12 Для того, чтобы сделать возможными сравнения между различными плавками и различными частями плавки, результаты должны быть выражены таким образом, чтобы можно было получить среднее содержание включений по различным образцам плавки. Если производится измерение длин включений, то простейший метод заключается в оценке суммарной длины всех включений на площади; тем не менее, желательно не только суммировать длины, но и производить взвешенный подсчет включений с учетом их отдельных длин. Длина самого большого включения и суммарное число включений также могут включаться в результаты.

7. Отбор образцов

7.1 Для получения обоснованной оценки отклонений включений в пределах партии, необходимо исследовать не менее шести мест, являющихся, по возможности, наиболее значимыми для этой партии. В этом контексте, партия будет определяться как единица материала, обрабатываемая в одно и то же время, и подвергаемая подобным переменным параметрам технологического процесса. Ни при каких обстоятельствах в одну партию не должно входить более одной плавки. Например, если партия содержит одну плавку, места отбора проб в продукте должны находиться в верхней и нижней частях первого, среднего и последнего из пригодных слитков, в порядке разливки металла. При литье протяжкой или при сифонной разливке, должен применяться сходный план отбора проб одной плавки.

7.2 Для случаев, когда точное положение в пределах плавки, слитка или другой единичной партии не известно, необходимо выполнить отбор большего числа проб статистически случайным методом.

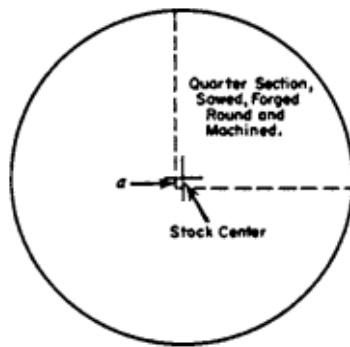
7.3 Полученные показатели будут отличаться с учетом степени уковки продукта. При приемке материалов или при сравнении между отдельными плавками, необходимо обеспечить отбор проб на соответствующем этапе обработки.



Примечание 1 – данный метод, также, применяется к закругленным участкам.

Примечание 2 – α обозначает удаление поверхности.

РИС. 1 Образец четвертой части участка из квадратного участка для магнитопорошковой дефектоскопии, только механическая обработка



Примечание 1 – данный метод, также, применяется к квадратным участкам.

Примечание 2 – a обозначает удаление поверхности.

РИС. 2 Образец четвертой части участка из круглого участка для магнитопорошковой дефектоскопии,ковка и механическая обработка

8. Геометрия испытываемого образца

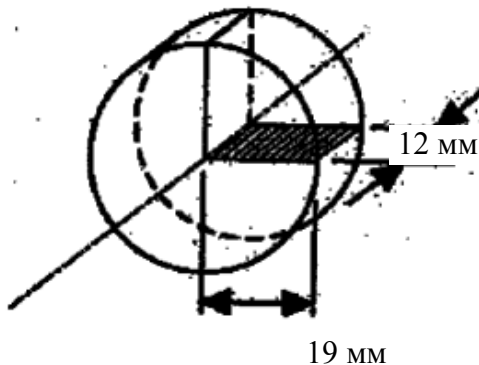
8.1 Минимальная площадь полированной поверхности образца для микроскопических исследований размеров включений равна 160 мм^2 ($0,25 \text{ дюйма}^2$). Рекомендуется получение площади большего размера для того, чтобы измерения могли проводиться в заданной области вдали от кромок образца. Полированная поверхность должна быть параллельной продольной оси продукта. Кроме того, для плоскоккатанных продуктов, сечение также должно быть перпендикулярно плоскости проката; для изделий круглой формы и труб, сечение должно выбираться в радиальном направлении. Во всех случаях, полированная поверхность должна быть параллельна оси направления горячей обработки. Исследования показали, что измерения длины включения подвергаются существенному воздействию, если плоскость полировки изогнута под углом более чем 6° от осевого направления горячей обработки.⁹

8.1.1 Участки толщиной менее $0,71 \text{ мм}$ не должны анализироваться с помощью использования методов испытания E45.

8.2 Участок с толстой стенкой (Толщина участка изделия, больше чем $9,5 \text{ мм}$ ($0,375 \text{ дюйма}$), такого как кованое изделие, слиток, балка, плита, пластина и труба):

8.2.1 Для изделий с большой шириной, точка, делящая участок на четыре части, вдоль ширины изделия, обычно используется для обеспечения представляемого материала.

8.2.2 Для закругленных участков, способ отрезки образца от участка с диаметром 38 мм ($1,5 \text{ дюйма}$), показан на Рис.3. Диск, толщиной не менее 12 мм ($0,474 \text{ дюйма}$), отрезается от изделия.



Примечание 1 – футо-дюйм эквиваленты: $12 \text{ мм} = 0,47 \text{ дюйм}$; $19 \text{ мм} = 0,75 \text{ дюйм}$.

РИС. 3 Образец из круглого участка $1\frac{1}{2}$ дюйм ($38,1 \text{ мм}$) для микроскопического испытания

Четвертая часть, представленная на **Рис. 3**, вырезается из диска, а заштрихованный участок полируется. Таким образом, образец удлиняется не менее на 12 мм по длине изделия от наружной части к центру.

8.2.3 Для больших участков, каждый образец берется из места расположения среднего радиуса, как представлено в виде заштрихованного участка на **Рис. 4**. Внешняя сторона образца, которая должна быть отполирована, удлиняется не менее чем на 12 мм, параллельно продольной оси биллета, и не менее чем на 19 мм (0,75 дюйма) на продольной радиальной плоскости, с серединой полированной поверхности между центром и наружной стороной биллета. Такой срединный отбор образцов используется для снижения количества отполированных и исследованных образцов. Другие области, такие как центральная область и поверхность, также, могут исследоваться, при условии, если используемая процедура отбора образцов, указана в результатах. Круглый или квадратный биллет или брусок, с размером, приблизительно от 50 до 100 мм (от 2 до 4 дюймов), имеет предпочтительный размер, из которого следует брать образцы; однако, могут использоваться большие или меньшие размеры, при условии, если размеры изделия указаны в отчете вместе с результатами.

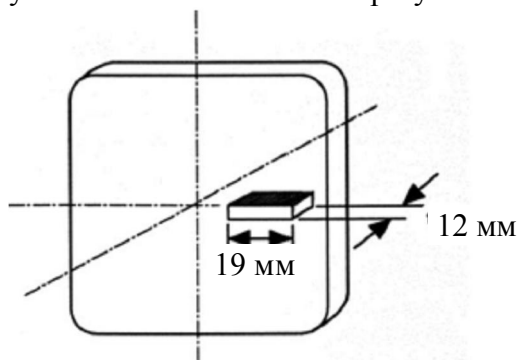


РИС. 4

8.3. *Тонкостенные изделия (размеры сечения изделия толще или не менее 9,5 мм (0,375 дюйма); пластина, лист, брусок, проволока и трубная обвязка)* – продольные образцы с полным сечением должны быть вырезаны в соответствии со следующим планом:

8.3.1 Для толщины поперечного сечения от 0,95 до 9,5 мм (от 0,0375 до 0,375 дюйма) включительно, достаточное количество заготовок из такого же места отбора проб, закрепляется с целью обеспечения приблизительно 160 мм² (0,25 дюйма²) отполированной поверхности образца. (Пример: Для листа толщиной 1,27 мм (0,050 дюйма) выберите семь или восемь продольных заготовок равномерно, поперек ширины листа, для производства одного образца).

8.3.2 Для толщины поперечного сечения менее 0,95 мм, десять продольных заготовок из каждого места отбора проб закрепляются для обеспечения подходящей поверхности образца для полировки. (В зависимости от толщины материала и длины заготовки, отполированная область образца должна быть менее 160 мм². Вследствие практических сложностей, возникающих при закреплении группы из более чем десяти заготовок, приведенная область образца будет считаться достаточной). Примите к сведению, что при использовании процедур сравнения Методов А, С, D и Е, толщина поперечного сечения испытательного образца должна быть менее установленного минимального размера отдельной зоны видимости. Следовательно, минимальная требуемая толщина составляет 0,71 мм для методов А, D, и Е, и 0,79 мм для Метода С. Тонкостенные изделия должны измеряться с помощью других средств.

⁹ Аллманд, Т.Р. и Колеман, Д.С. «Воздействие ошибок при вырезке образцов на микроскопическое определение неметаллических включений в сталях», *Металлы и материалы*, Том 7, 1973, с. 280–283.

9. Подготовка образцов

9.1 Методы подготовки образца должны быть такими, чтобы в результате была получена отполированная, микроскопически плоская поверхность, с целью точного отображения размеров и форм включений. Для получения удовлетворительных и последовательных допустимых значений включения, образец должен иметь отполированную поверхность без содержания ложных дефектов, таких как точечная коррозия, посторонние вещества (например, средство для полировки), и царапины. При полировке образца, очень важно, чтобы включения не имели язвин, не перемещались или не затенялись. Образцы должны исследоваться в состоянии, непосредственно после полировки, и не содержать последствия любой предыдущей процедуры травления (если применяется).

9.2 Подготовка металлографических образцов должна тщательно контролироваться для обеспечения приемлемого качества поверхностей как для анализа вручную, так и для анализа изображения. Указания и рекомендации представлены в Методике E3, методах испытания E45 и Методике E768.

9.3 Удержание включения обычно является более легким для подготовки образцов из закаленной стали, чем в отожженном состоянии. Если удержание включения образцов в отожженном состоянии не соответствует требованиям, они должны быть подвергнуты стандартному циклу термической обработки, с помощью использования относительно низкой температура нагрева при отпуске. После термообработки, с образца необходимо удалить окалину, а продольная плоскость должна быть проточена, ниже уровня обезуглероживания. Данная рекомендация применяется только к маркам стали, которые подвергаются тепловой обработке.

9.4 Закрепление образцов не требуется, если незакрепленные образцы могут быть отполированы соответствующим образом.

10. Калибровка и стандартизация

10.1 Рекомендуемые указания по калибровке приведены в Руководстве E1951.

10.2 Для анализа изображений, многоступенчатый микрометр и поверочная линейка, откалиброванные относительно прибора, доступного для анализа лабораторией, признанной национальными стандартами, такими как Национальный Институт Стандартов и Технологий (NIST), используются для определения увеличения системы и калибровки системы, в соответствии с рекомендуемой процедурой производителя. Например, поверочная линейка накладывается поверх изображения многоступенчатого микрометра на мониторе. Видимое (увеличенное) расстояние между двумя известными точками на многоступенчатом микрометре измеряется с помощью поверочной линейки. Увеличенное расстояние разделяется действительным расстоянием, для определения увеличения экрана. Размеры в пикселях могут определяться исходя из количества пикселей для известного горизонтального или вертикального размера монитора. Разделите известную длину шкалы или размера экрана на количество пикселей, представляющих длину монитора для определения размера в пикселях для каждого возможного увеличения экрана. Не все системы используют пиксели широкоформатного кадра. Определите размеры в пикселях, как на горизонтальной, так и на вертикальной ориентации. Проверьте инструкцию по эксплуатации для определения выполнения корректировок для систем, которые не используют пиксели широкоформатного кадра.

10.2.1 Следуйте рекомендациям производителя при настройке источника света микроскопа и установке соответствующего уровня освещения для телевизионной видеокамеры. Для систем с уровнем яркости 256, освещение обычно настроено, если поверхность матрицы непосредственно после полировки, находится на уровне 254 и черный цвет установлен на нуль.

10.2.2 Для современных анализаторов изображения с уровнем яркости 256 и установкой освещения, как описано в пункте 10.2.1, обычно, можно определить гистограмму

отражения отдельных включений, в качестве содействия при установке соответствующих порогов, с целью различия между оксидами и сульфидами. Оксиды имеют более темный цвет и обычно проявляют уровни яркости приблизительно ниже 130 по шкале яркости в то время, как более светлые сульфиды, обычно, проявляют значения, приблизительно, между 130 и 195. Такие значения не являются абсолютными и будут несколько изменяться для различных сталей и различных анализаторов изображения. После установки пороговых пределов с целью различия оксидов и сульфидов, используйте *метод «мерцания»*, переключая между изображением действующего включения и обнаруженным (отличающим) изображением, на большом количестве испытательных областей, с целью гарантии соответствия установок, то есть, определение сульфидов или оксидов по типу и размеру является соответствующим.

11. Классификация включений и расчет жесткости

11.1 При таких микроскопических методах, включения классифицируются на четыре категории (называемые Типы), на основании их морфологии и двух подкатегорий, которые базируются на их ширине или диаметре. Категории Типа А-Сульфид, Типа В-Оксид алюминия, Типа С-Силикат и Типа D-Глобулярный оксид определяют их форму, в то время, как категории «тяжелые образцы» и «тонкостенные образцы» описывают их толщину. Несмотря на то, что категории содержат химические названия, которые подразумевают знание их химического состава, допустимые значения основываются строго на морфологии. Химические названия, которые связаны с различными Типами, получены из исторических данных, собранных по включениям, обнаруженных в таких формах или морфологиях. Четыре категории, или Типа, разделяются на Уровни нагрузки, на основании количества или длины частиц, имеющих в поле видимости $0,50 \text{ мм}^2$. Такие Уровни нагрузки и типы включений представлены на Табличке I-A, а их числовые эквиваленты представлены в **Таблицах 1 и 2**.

11.1.1 Включения Типа А и С очень подобны по размеру и форме. Поэтому, различие между такими Типами выполняется с помощью металлографических процедур. Тип А-Сульфид светло-серого цвета, в то время, как Тип С-Силикат – черного цвета, при просмотре с высоким уровнем освещения. Различие между такими типами могут также выполняться с помощью просмотра включений, вызывающих сомнение, под темнопольным микроскопом или поперечно-поляризованным освещением, если сульфидные включения, отполированные соответствующим образом, имеют темный цвет, а силикатные включения являются люминесцентными.

ТАБЛИЦА 1 Минимальные значения уровня нагрузки (Методы А, D, и E)^{A,B}

(мм (дюйм) при 100 \times , или подсчет)				
Нагрузка	A	B	C	D ^C
0.5	3.7 (0.15)	1.7 (0.07)	1.8 (0.07)	1
1.0	12.7 (0.50)	7.7 (0.30)	7.6 (0.30)	4
1.5	26.1 (1.03)	18.4 (0.72)	17.6 (0.69)	9
2.0	43.6 (1.72)	34.3 (1.35)	32.0 (1.26)	16
2.5	64.9 (2.56)	55.5 (2.19)	51.0 (2.01)	25
3.0	89.8 (3.54)	82.2 (3.24)	74.6 (2.94)	36
3.5	118.1 (4.65)	114.7 (4.52)	102.9 (4.05)	49
4.0	149.8 (5.90)	153.0 (6.02)	135.9 (5.35)	64
4.5	189.8 (7.47)	197.3 (7.77)	173.7 (6.84)	81
5.0	223.0 (8.78)	247.6 (9.75)	216.3 (8.52)	100

(мм (дюйм) при 1X, или подсчет)				
Нагрузка	A	B	C	D ^C
0.5	37.0 (.002)	17.2 (.0007)	17.8 (.0007)	1

1.0	127.0 (.005)	76.8 (.003)	75.6 (.003)	4
1.5	261.0 (.010)	184.2 (.007)	176.0 (.007)	9
2.0	436.1 (.017)	342.7 (.014)	320.5 (.013)	16
2.5	649.0 (.026)	554.7 (.022)	510.3 (.020)	25
3.0	898.0 (.035)	822.2 (.032)	746.1 (.029)	36
3.5	1181.0 (.047)	1147.0 (.045)	1029.0 (.041)	49
4.0	1498.0 (.059)	1530.0 (.060)	1359.0 (.054)	64
4.5	1898.0 (.075)	1973.0 (.078)	1737.0 (.068)	81
5.0	2230.0 (.088)	2476.0 (.098)	2163.0 (.085)	100

Нагрузка	(мм/мм ² (дюйм/дюйм ²) или подсчет/мм ²)			
	A	B	C	D ^C
0.5	0.074 (1.88)	0.034 (.864)	0.036 (.914)	2
1.0	0.254 (6.45)	0.154 (3.91)	0.152 (3.86)	8
1.5	0.522 (3.64)	0.368 (9.35)	0.352 (8.94)	18
2.0	0.872 (22.15)	0.686 (17.32)	0.640 (16.26)	32
2.5	1.298 (32.97)	1.110 (28.19)	1.020 (25.91)	50
3.0	1.796 (45.59)	1.644 (41.76)	1.492 (37.90)	72
3.5	2.362 (59.99)	2.294 (58.27)	2.058 (52.27)	98
4.0	2.996 (76.10)	3.060 (77.72)	2.718 (69.04)	128
4.5	3.796 (96.42)	3.946 (100.2)	3.474 (88.24)	162
5.0	4.460 (113.3)	4.952 (125.8)	4.326 (109.9)	200

^A Примите к сведению, что значения длины в данной таблице были изменены для обеспечения соответствия автоматизированным методам измерения. Существенные значения длины получены при минимальных уровнях измерения 1/2, если немеханизированные методы являются менее точными. Включения, которые подсчитываются для включений Типа D, также были пересмотрены. В таком случае, изменения являются наибольшими для высоких индексов, которые превышают уровни стандартных требований к приемке материала.

^B Вандер Вурт, Г.Ф. и Вилсон Р.К. «Неметаллические включения и Комитет ASTM E04», *Новости стандартизации*, Том 19, май, 1991 г., сс.28-37.

^C Максимальный коэффициент сжатия для включения Типа D <2.

ТАБЛИЦА 2 Ширина включения и параметры диаметра (Методы A и D)⁴

Тип включения	Тонкие серии		Тяжелые серии	
	Ширина, мин., мкм (дюйм)	Ширина, макс., мкм (дюйм)	Ширина, мин., мкм (дюйм)	Ширина, макс., мкм (дюйм)
A	2 (.00008)	4 (.00016)	>4 (.00016)	12 (.0005)
B	2 (.00008)	9 (.00035)	>9 (.00035)	15 (.0006)
C	2 (.00008)	5 (.0002)	>5 (.0002)	12 (.0005)
D	2 (.00008)	8 (.0003)	>8 (.0003)	13 (.0005)

^A Любые включения с максимальными размерами, которые больше максимальных размеров для Тяжелых Серий, должны указываться в отчете, как включения, имеющие размер выше номинального, и которые сопровождаются своими фактическими размерами.

11.2 Строчечные включения В-типа состоят из большого количества (не менее трех) круглых или угловатых частиц оксидов с коэффициентом сжатия менее 2, которые выровнены почти параллельно к оси деформации. Частицы в пределах ±15 мкм центральной линии строчечного включения В-типа считаются частью такого строчечного включения. Строчечные включения Типа С-Силикат состоят из одного или более оксидов, удлиненных в большей степени с гладкими поверхностями и выровненных параллельно оси деформации. Коэффициенты сжатия, обычно, высокие ≥ 2. Максимально допустимое разделение между частицами в строчечных включениях составляет 40 мкм. Любые оксиды, которые имеют коэффициенты сжатия < 2 и которые не являются частью В- или С- типа строчечного включения, измеряются как D-типы. Другие ограничения по форме не применяются.

11.3 После категоризации включений по Типу, они должны разделяться на категории по толщине или диаметру. Параметры ширины включения для классификации на категорию тонкостенные или тяжелые перечислены в **Таблице 2**. Включение, ширина которого изменяется от тонкой до тяжелой, наряду с его длиной, должно размещаться в категории, которая наилучшим образом представляет его в целом. Другими словами, если большая часть его длины попадает в диапазон значений Тяжелой ширины, классифицируйте ее как Тяжелую. Смотрите пункт **11.8**, в котором представлены инструкции по извлечению о включениях, которые превышают пределы, указанные в **Таблице 1** или **Таблице 2**.

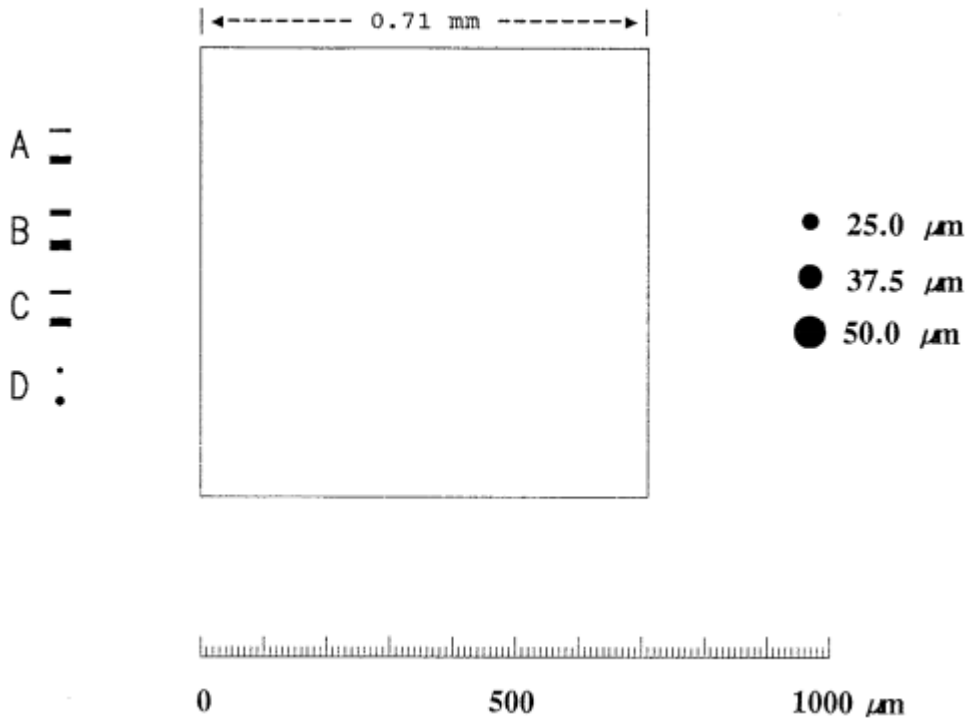
11.4 Включения с шириной менее 2 мкм, как минимум, перечисленные в **Таблице 2**, не измеряются. То есть, их длины или значения не включены в определение Нагрузки.

11.5 После классификации по типу и толщине, уровни нагрузки определяются для включений, в пределах испытательных областей $0,50 \text{ мм}^2$, на основании общих длин сульфида Типа А на область, общих длин строчечного включения Типа В или С на область и количества изолированных включений D-типа на область. Такие значения могут сообщаться, в соответствии с длиной или количеством в каждой области $0,50\text{-мм}^2$ или, в качестве длины на единицу площади или количества на единицу площади (мм^2), но измерения должны проводиться на соприкасающихся испытательных областях $0,50 \text{ мм}^2$. Нагрузка рассчитывается на основании ограничений, представленных в **Таблице 1**. Примите к сведению, что такие значения являются минимальными длинами или значением для каждого класса. В общем, значения нагрузки (рассчитанные как описано ниже) округляются в меньшую сторону к ближайшему целому числу или половине числа. Для сталей с определенно низким содержанием включения, значения нагрузки могут округляться в меньшую сторону к ближайшей четвертой или десятой части значения, согласно договору между производителем и покупателем. Однако, вследствие способа, по которому подсчет включений D определяется (для включения 1, нагрузка составляет 0,5 и для включений 0, нагрузка составляет 0), подразделения между нагрузками 0 и 0,5 могут отсутствовать.

11.6 Расчет значения нагрузки для включений Типа А, В и С основан на графике в дважды логарифмическом масштабе данных в **Таблице 1** на минимальных значениях для значений диапазона включения (методы А и D). Такие графики¹⁰ выявляют линейную взаимосвязь между значениями нагрузки и минимальной общей длиной сульфида (Тип А) и минимальной общей длиной строчечного включения (Типы В и С) на область $0,50\text{-мм}^2$ для каждого уровня нагрузки, как показано на **Рисунках 10-12**. Подгонка методом наименьших квадратов данных в **Таблице 1** использовалась для осуществления взаимосвязи в **Таблице 6**, которая могла использоваться для расчета нагрузки включений Типа А, В и С, либо тонкостенных, либо толстостенных. Антилогарифм определяется и округляется в наименьшую сторону к ближайшему значению полунагрузки.

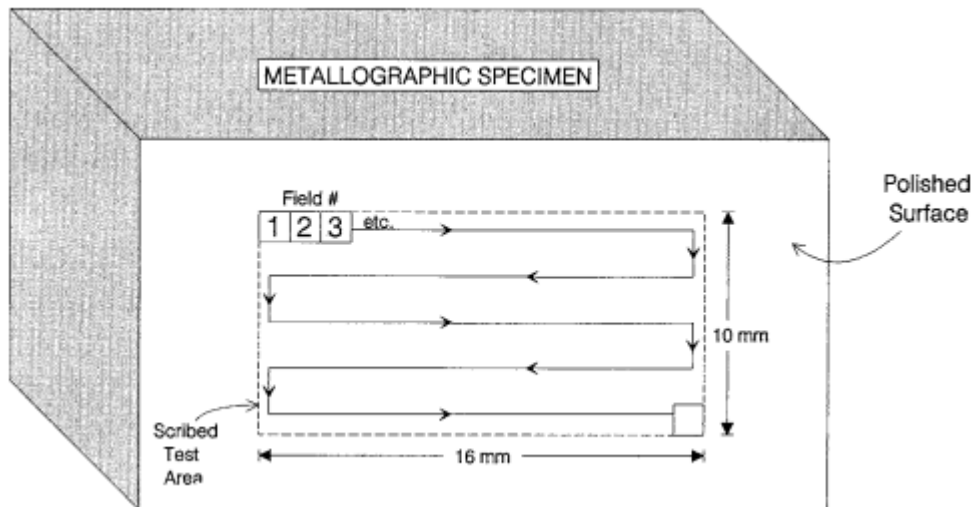
11.7 Расчет значений нагрузки для оксидов Типа D проводится таким же способом, как и для включений Типов А, В и С, за исключением того, что критерий является значением оксидов, а не их длины. На **Рис. 13** показан график в двойном логарифмическом масштабе данных в **Таблице 1**.

¹⁰ Вандер, Вурт, Г.Ф., и Голден, Дж.Ф., «Автоматизация анализа включений ЖК», *Изучение микроструктуры*, Том 10, Elsevier Science Publishing Co., Inc., NY, 1982, сс. 277–290.



Примечание 1 – Квадратный шаблон образует область $0,50 \text{ мм}^2$ поверхности образца. Графическое представление максимальной толщины тонкостенных и толстостенных серий Типов А, В, С, и D с левой стороны. Тип D имеет слишком большой размер и представлен с правой стороны для удобства.

Рис. 5 Предлагаемая сетка или палетка для методов А, D, и E



Metallographic specimen – металлографический образец

Polished surface – отполированная поверхность

Field – поле

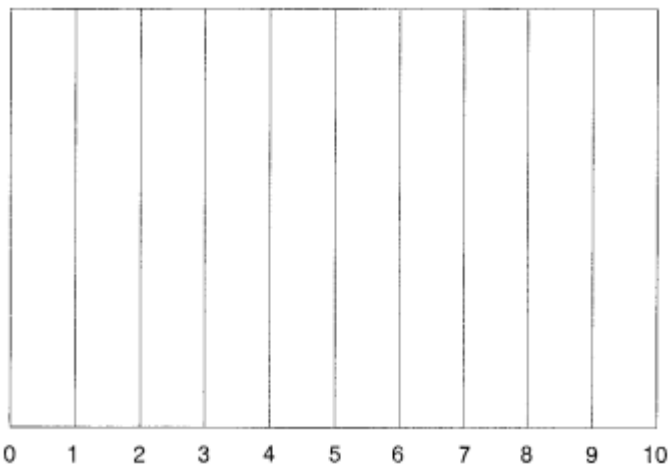
Scribed test area – размеченная область для испытания

Примечание 1 – Систематически отсканируйте полностью маскированную поверхность. Методы А, В, С, и E позволяют регулировку мест расположения поля, с целью максимизации значения уровня нагрузки или облегчения измерения. Для Метода D, поля должны оставаться соприкасающимися, и только элементы в пределах поля сравниваются с Табличкой I-A.

Примечание 2 – Для метода D требуется большая область для испытания (10 x 7 мм) для облегчения размещения достаточного количества соприкасающихся квадратных участков $0,71 \text{ мм}$ на общей отполированной области поверхности 160 мм^2 .

РИС. 6 Стандартный образец сканирования для микроскопических методов

11.8 Поля, указанные на Табличке I-A, представляют общие длины включений A, общие длины строчечных включений B и C, количество включений D, а также их соответствующие ограничения ширины или диаметров. Если присутствуют какие-либо включения, которые длиннее? чем поля, показанные на Табличке I-A, их длины должны регистрироваться по отдельности. Если их ширина или диаметр больше, чем значения ограничения, указанные на Табличке I-A и в **Таблице 2**, они должны регистрироваться по отдельности. Примите к сведению, что чрезмерный размер включения A, B или C или строчечного включения способствует определению значения уровня нагрузки поля. Следовательно, если включения A, B или C имеют увеличенный размер либо длины, либо толщины, та часть, которая находится в пределах границ поля, должна входить в соответствующее измерение уровня нагрузки тонкостенных или тяжелых включений. Аналогичным образом, если включение D увеличенного размера обнаружено в поле, оно также входит в подсчет, который определяет тяжелый диапазон включения D. Для информации, изображения больших, глобулярных оксидов представлены в нижней части Таблички I-g. Глобулярный оксид Типа D может не превышать коэффициент сжатия, который составляет 2:1.



Примечание 1 – одна единица равна 0,127 мм (0,005 дюйм) на поверхности образца.

РИС. 7 Предлагаемая сетка или палетка для Метода В

11.9 Оксиды, расположенные на верхней части включений типа A-сульфид, измеряются на глобулярных оксидах Типа D, до тех пор, пока они не приблизятся друг к другу на достаточное расстояние, для соответствия требованиям Типа B-Окись алюминия.

11.10 Локальные включения в марках стали, восстановленных с помощью редкоземельных элементов или материалов, контактирующих с кальцием, также классифицируются морфологией и толщиной с добавочным требованием того, чтобы информация о химическом составе была указана в протоколе. Например, редкоземельные сульфиды или сульфиды, модифицированные с помощью кальция, с аспектным отношением ≥ 2 оцениваются как A-типы путем их общей длины на область согласно предельным значениям **Таблицы 1** и предельным значениям ширины **Таблицы 2**. Однако, для аспектных отношений < 2 , и если они не являются частью решетки, они оцениваются как D-типы путем их количества на область согласно предельным значениям количества **Таблицы 1** и предельным значениям ширины **Таблицы 2**. В обоих случаях, общее описание их химического состава должно быть представлено, чтобы избежать недоразумений. Поскольку они являются сульфидами с морфологией D-типа, они могут быть обозначены как D_S .

11.11 Комплексные включения, такие как окисульфиды или дуплексные включения, также оцениваются согласно их морфологии: если они являются решетчатыми или

удлиненными (для аспектных отношений ≥ 2) или изолированными (не являются частью решетки и имеют аспектное отношение < 2); а затем согласно их толщине. Изолированные сферические частицы оцениваются как D-типы путем определения их средней толщины. Комплексные D_S могут быть преимущественно ($>50\%$ по площади) сульфидами или оксидами и должны идентифицироваться как таковые. Например, если в сферическом оксисульфиде площадь оксида больше, его можно назвать типом D_{OS} . Решетчатые комплексные частицы могут быть оценены с помощью аспектного отношения отдельных частиц; если < 2 , они являются В-типами, если ≥ 2 , они являются А- или С-типами (отделенными серым фоном). Для этих комплексных включений с аспектными отношениями ≥ 2 они классифицируются как А-типы, если более 50% площади составляет сульфид, и С-типами, если более 50% площади составляет оксид. Опишите химический состав, в общих чертах, чтобы избежать ошибки, и укажите характер включений, например, «сферические кальциевые алюминаты, в оболочке из тонкой пленки кальциево-марганцевого сульфида», или «беспорядочно расположенные алюминаты, частично или полностью заключенные в марганцевые сульфидные решетки».

11.12 Если соглашения между производителем и покупателем ограничивают анализ только до определенных типов включений, категорий толщины или пределов интенсивности, схема Раздела 11 может быть модифицирована для анализа, измерения и сохранения только данных, представляющих интерес. Она также может содержать процедуры для выполнения основных (смотрите Методику E1245) стереологических измерений для того, чтобы дополнить анализы ЖК. Такие измерения не описываются в данной методике.

12. Способ А (Дефектные области)¹¹

12.1 *Ручное применение* – Данный метод испытания требует проведения исследования 160 мм² (0,25 дюймов²) области полированной поверхности образца при 1003. Размер области должен быть равен области 0,50 мм² (0.000779 дюймов²) на поверхности образца, как определено при квадрате 0,71 мм (0,02791 дюйма) длинных сторон (смотрите Рис. 5). Каждое поле 0,50 мм² сравнивается с квадратными полями, представленными на Табличке I-A в исследовании на дефектные поля, что является диапазоном наиболее агрессивных условий, каждого включения типа А, В, С и D для обоих и *Слабых* и *Сложных* типов. Уровень жесткости данных дефектных полей должны записываться для каждого проверенного образца.

12.2 Ручная процедура:

12.2.1 Можно использовать две техники для получения области наблюдения 0,50 мм². Один способ состоит в проектировании микроскопического изображения 100x на экране просмотра, который имеет квадратную рамку со сторонами 0,71мм (2,79 дюйма), начерченными на нем. Другой вариант обеспечивает использование модулирующей сетки созданной для микроскопа, который будет накладывать требуемую квадратную сетку непосредственно на область наблюдения (смотрите Рис. 5).

12.2.2 Чтобы начать, отметьте требуемую область испытания на поверхности образца, используя либо нестираемый маркер, либо переписчик с твердосплавными режущими

мм

Определение

мм

Определение

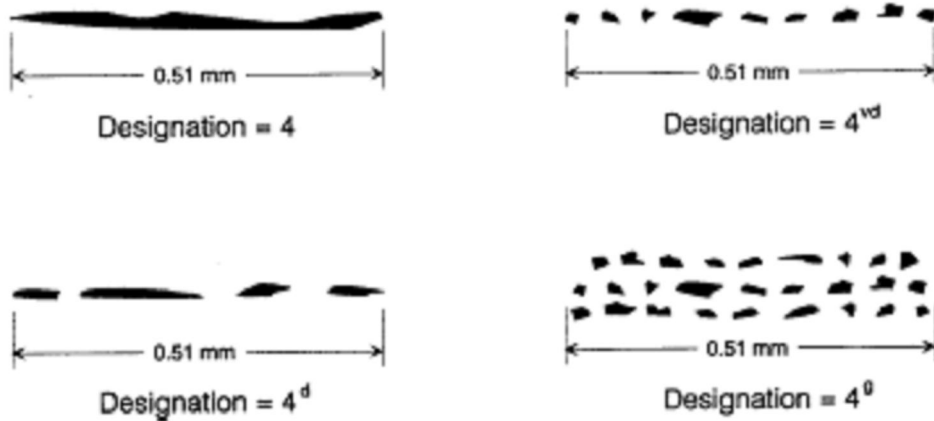
мм

Определение

мм

Определение

пластинами. Расположите образец на столике микроскопа и начните проверку с полями в

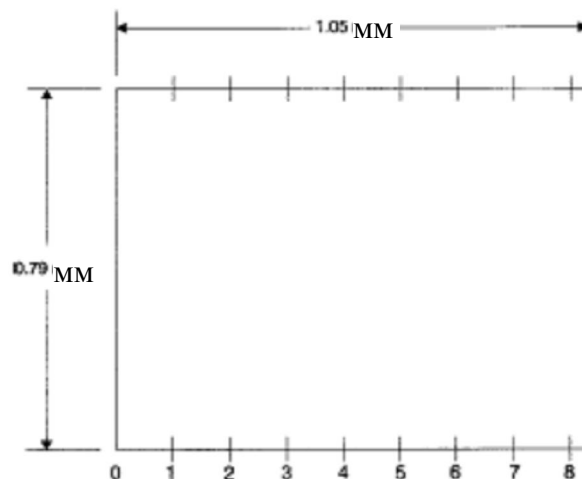


Примечание: 1 - d= отключен, vd= совсем отключен, g= заземлен

Примечание: 2-0,51 мм = 0,02 дюйма

РИС. 8 Определение длины и ширины включений (длина 4 блоков)

одной стороне углов маркированной области испытания. Сравните данную область с изображениями на Табличке I-A. Классифицируйте содержание неметаллических включений области на основе правил, перечисленных в Разделе 11 относительно Типа, а также представленную толщину присутствующих включений. Запишите уровень интенсивности в целом, перечисляя от 0 до 3,0, для каждого типа включения (A, B, C и D), большинство из которых совпадает с областью, которая находится под наблюдением. (Смотрите [Таблицу 1](#), если требуется записать уровни интенсивности >3,0). Выполняйте данное условие, как для Слабых, так и для Сложных типов. Также следует отметить, что если область включений попадает между двумя уровнями интенсивности, ее значение округляется до значения нижнего уровня интенсивности. Например, при использовании Таблички I-A, область, которая содержит незначительные включения, или включения с меньшей длиной, чем номер 1 уровня интенсивности, считается с уровнем 0.



Примечание: 1- Один блок равен 0,127 мм (0,005 дюймов) на поверхности образца. Размеры равны фактическому расстоянию на поверхности образца и достигнет промышленного участка 0,83 мм².

РИС. 9 Рекомендуемая масштабная сетка или палетка для Метода С

12.2.3 Переместите столик микроскопа для выявления прилегающих областей и повторите процедуру сравнения. Продолжайте данный процесс, пока требуемая область полированной поверхности образца не будет сканироваться. Типичная сканируемая конфигурация сканирования представлена на [Рисунке 6](#). Данный метод требует настройки столика микроскопа для максимизации уровня интенсивности включения. То есть, область наблюдения настраивается с использованием контроля столика микроскопа, таким образом, чтобы включения перемещались внутри квадратной рамки, чтобы разместить *дефектные области*. На практике, эксперт выполняет

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/896232100053010052>