



РОССИЙСКИЙ МОРСКОЙ РЕГИСТР СУДОХОДСТВА

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ

ЦИРКУЛЯРНОЕ ПИСЬМО № 314-53-708ц

от 27.12.2013

Касательно: Унифицированных требований МАКО S33 (Jan. 2013)
«Требования к применению сверхтолстой листовой стали» / «Requirements for Use of Extremely Thick Steel Plates».

Объект наблюдения:

Сверхтолстая сталь для постройки контейнеровозов

Ввод в действие 01.01.2014

Срок действия: до -

Срок действия продлен до -

Отменяет / изменяет / дополняет циркулярное письмо № -

от -

Количество страниц: 1+9

Приложения: Редакция изменений Правил – 9 стр.

Главный инженер – директор департамента классификации  В. И. Евченко

Вносит изменения в Правила классификации и постройки морских судов (2014), НД № 2-020101-077

Настоящим сообщаем, что с 1 января 2014 г. вступают в силу Унифицированные требования (УТ) МАКО S33 (Jan. 2013) "Требования к применению сверхтолстой стали". Указанный документ устанавливает требования к сверхтолстой стали, применяемой для контейнеровозов.

В связи с вышеизложенным, в Правила классификации и постройки морских судов, НД № 2-020101-077 вносятся изменения, приведенные в приложении к данному циркулярному письму.

Необходимо выполнить следующее:

1. Руководствоваться изменениями правил РС, приведенными в приложении к данному циркулярному письму.
2. Содержание данного циркулярного письма довести до сведения инспекторского состава РС, заинтересованных организаций и лиц в зоне деятельности подразделений РС.

Исполнитель: Юрков М.Е.
СЭД «ТЕЗИС»: 13-244025 от 26.11.2013

Отдел 314

+7 (812) 314-07-34

Изменения, вносимые в Правила классификации и постройки морских судов (2014)

ЧАСТЬ XIII. МАТЕРИАЛЫ

Раздел 3 дополняется следующим текстом:

«3.20 ТРЕБОВАНИЯ К ПРИМЕНЕНИЮ СВЕРХТОЛСТОЙ ЛИСТОВОЙ СТАЛИ

3.20.1 Область применения.

3.20.1.1 Общие положения.

3.20.1.1.1 Настоящие требования распространяются на сверхтолстую листовую сталь согласно 3.20.1.2 и 3.20.1.3, применяемую для постройки контейнеровозов.

3.20.1.1.2 Настоящий раздел правил содержит требования к применению мер по выявлению и предупреждению хрупкого разрушения продольных корпусных конструкций контейнеровозов, изготовленных из сверхтолстой листовой стали.

3.20.1.1.3 Меры, указанные в 3.20.2 – 3.20.4, принимаются согласно 3.20.5.

3.20.1.1.4 Свариваемость, свойства сварного соединения и технологические процессы сварки должны удовлетворять требованиям 2.4, 3.19 части XIV «Сварка» и требованиям данной главы.

3.20.1.2 Категории прочности стали.

3.20.1.2.1 Настоящие требования распространяются на продольные корпусные конструкции контейнеровозов, выполненные из стали категорий прочности YP36, YP40 и YP47, имеющие толщину, указанную в 3.20.1.3.

3.20.1.2.2 Указанные в данной главе обозначения категорий прочности стали YP36, YP40 и YP47 имеют установленные минимальные значения предела текучести 355, 390 и 460 Н/мм², соответственно.

3.20.1.3 Толщина.

3.20.1.3.1 Настоящие требования распространяются на листовую прокат толщиной от 50 мм до 100 мм, включительно.

3.20.1.3.2 Меры по выявлению и предупреждению хрупкого разрушения продольных корпусных конструкций контейнеровозов, изготовленных из стали толщиной более 100 мм, являются предметом специального рассмотрения Регистром.

3.20.2 Неразрушающий контроль при постройке судна (№ 1, п. 30.2.5)

Если требуется 3.20.5, неразрушающий контроль при постройке судна проводится в соответствии с 3.20.2.1 и 3.20.2.2. Если согласно 3.20.4.3.1.2.4 требуется иной неразрушающий контроль, то контроль проводится в соответствии с одобренной Регистром документацией и признанными стандартами.

3.20.2.1 Общие положения.

3.20.2.1.1 Контроль ультразвуковым методом проводится в соответствии с разд. 3 части XIV «Сварка» применительно ко всем межблочным стыковым соединениям продольных связей корпуса, входящих в верхний пояс эквивалентного бруса, таких как верхний пояс обшивки продольной переборки/второго борта, ширстрек, главная палуба, стенка и поясок продольного непрерывного комингса и все подкрепляющие их продольные балки (см. рис. 3.20.2.1).

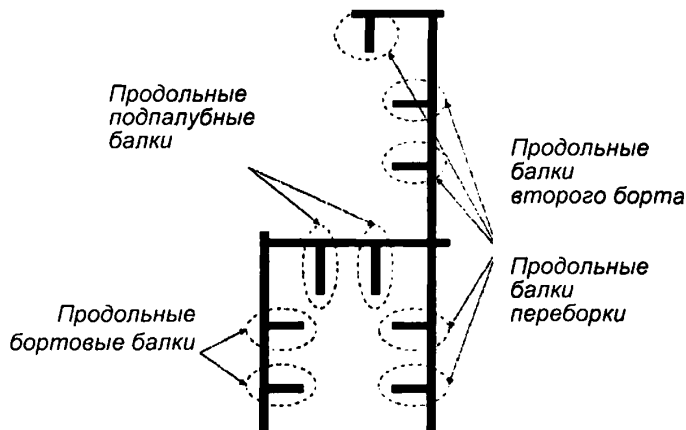


Рис. 3.20.2.1 Элементы верхнего пояса эквивалентного бруса

3.20.2.2 Критерии оценки результатов контроля ультразвуковым методом.

3.20.2.2.1 Критерии оценки результатов контроля ультразвуковым методом должны соответствовать разд. 3 части XIV «Сварка», одобренной Регистром документации и/или признанным стандартам.

3.20.2.2.2 Критерии оценки могут корректироваться с учетом способа выявления и предупреждения хрупкого разрушения продольных корпусных конструкций, при этом в случае различий между требованиями Правил и стандартами выбираются более жесткие критерии оценки.

3.20.3 Периодический неразрушающий контроль при поступлении проката (№ 2, п. 30.2.5)

Неразрушающий контроль при поступлении проката проводится согласно 3.20.3.1 – 3.20.3.3.

3.20.3.1 Общие положения.

3.20.3.1.1 Неразрушающий контроль проводится согласно 3.2 и одобренной Регистром документации на поставку стали.

3.20.3.2 Сроки проведения контроля ультразвуковым методом.

3.20.3.2.1 Сроки проведения контроля ультразвуковым методом устанавливаются в соответствии с требованиями Регистра.

3.20.4 Меры по торможению хрупкой трещины (№ 3, 4 и 5, п. 30.2.5)

3.20.4.1 Общие положения.

3.20.4.1.1 На стадии проектирования должен быть учтен риск возникновения хрупких трещин в районе грузового отсека.

3.20.4.1.2 В связи с возможностью возникновения и распространения трещины вдали от межблочных соединений, необходимо принять меры согласно 3.20.4.2.1.2.2.

3.20.4.1.3 Здесь, под трещиностойкостью понимается способность стали к торможению хрупкой трещины, при температуре минус 10 °С при характеристике торможения хрупкой трещины $K_{Ic} \geq 6000 \text{ Н/мм}^{3/2}$. Требуемое значение K_{Ic} при толщине стального листа более 80 мм является предметом специального рассмотрения Регистром.

Параметры трещиностойкости и соответствующие методы их определения подлежат согласованию с Регистром (например, T_{kb} не выше $-10 \text{ }^\circ\text{C}$). Испытания должны проводиться в признанной Регистром лаборатории.

3.20.4.2 Требования к проектированию, необходимые для предупреждения хрупкого разрушения.

3.20.4.2.1 Для выполнения основной задачи при проектировании упомянутых выше конструкций, торможения хрупких трещин и предотвращения значительного разрушения эквивалентного бруса следует учитывать следующее:

- .1 местом образования хрупких трещин считаются межблочные стыковые соединения – как продольных комингсов люков, так и верхней палубы;
- .2 при этом следует учитывать два случая:
 - .2.1 хрупкая трещина идет строго вдоль стыкового соединения;
 - .2.2 хрупкая трещина начинается в основном металле или уходит из стыкового соединения и идет в основной металл.

3.20.4.3 Примеры конструктивных решений для торможения хрупкой трещины.

3.20.4.3.1 Ниже приводятся примеры конструктивных решений для торможения хрупкой трещины. Другие конструктивные решения являются предметом специального рассмотрения Регистром.

3.20.4.3.1.1 Конструктивное решение для торможения хрупкой трещины для случая, указанного в 3.20.4.2.1.2.2:

.1 в конструкции верхней палубы, в районе грузового трюма применяется сталь, обладающая определенной трещиностойкостью, для уменьшения вероятности образования хрупкой трещины от комингса и остановки ее развития в нижележащую конструкцию.

3.20.4.3.1.2 Конструктивное решение для торможения хрупкой трещины для случая, указанного в 3.20.4.2.1.2.1:

.1 если межблочные стыковые сварные швы продольного комингса люка и верхней палубы смещены, то смещение должно составлять 300 мм и более. Продольный комингс люка должен выполняться из трещиностойкой стали;

.2 если предусматриваются отверстия для торможения трещины в районе межблочных стыковых сварных швов в месте контакта сварного шва продольного комингса люка со сварным швом палубы, то необходимо выполнить оценку усталостной прочности конца сварного шва. Необходимо предусмотреть дополнительные меры, препятствующие возможному отклонению линии развития хрупкой трещины от линии шва в металл верхней палубы или продольного комингса люка, например, выполнение продольного комингса люка из трещиностойкой стали;

.3 если в районе межблочных стыковых сварных швов, т.е. в месте контакта сварного шва продольного комингса люка со сварным швом палубы применяются сварные листы для торможения хрупкой трещины или наплавки из стали с высокой трещиностойкостью, то необходимо предусмотреть дополнительные меры против возможного отклонения хрупкой трещины от линии шва в металл верхней палубы или продольного комингса люка, например, выполнение продольного комингса люка из трещиностойкой стали;

.4 применение иного более точного метода неразрушающего контроля, в частности, дифракционно-временного метода (TOFD) с использованием более строгих критериев оценки взамен стандартного ультразвукового контроля, предусмотренного 3.20.2, может быть альтернативой решениям, указанным в 3.20.4.3.1.2.1 – 3.20.4.3.1.2.3.

3.20.5 Меры по выявлению и предупреждению хрупкого разрушения корпусных

конструкций контейнеровозов, изготовленных из сверхтолстой листовой стали

В табл. 3.20.5 приведены значение толщины и минимальное значение предела текучести для стали конструкции комингса люка, которые являются контрольными параметрами, подтверждающими принятие мер по предупреждению хрупкого разрушения корпусных конструкций. Если построечная толщина конструкции комингса люка меньше значений, указанных в табл. 3.20.5, то применение отдельных мер к данной конструкции не требуется, вне зависимости от значений толщины и предела текучести стали верхней палубы.

Таблица 3.20.5

3.20.6 Испытание на соответствие стандарту ESSO.

| Предел текучести, Н/мм ² | Толщина, мм | Вариант ¹ | Меры | | | |
|---------------------------------------------------|--------------|----------------------|----------------|---------------------------|--------------|--------------|
| | | | 1 | 2 | 3 + 4 | 5 |
| 36 | 50 < t ≤ 85 | – | Не применимо | Не применимо | Не применимо | Не применимо |
| | 85 < t ≤ 100 | – | X | Не применимо | Не применимо | Не применимо |
| 40 | 50 < t ≤ 85 | – | X | Не применимо | Не применимо | Не применимо |
| | 85 < t ≤ 100 | A | X | Не применимо | X | X |
| | | B | X ² | Не применимо ³ | Не применимо | X |
| 47 FCAW (дуговая сварка порошковой проволокой) | 50 < t ≤ 100 | A | X | Не применимо | X | X |
| | | B | X ² | Не применимо ³ | Не применимо | X |
| 47 EGW (электрогазовая сварка) | 50 < t ≤ 100 | – | X | Не применимо | X | X |

¹ Допускается выбор варианта А или В.

² См. 3.20.4.3.4.

³ По согласованию с Регистром.

Условное обозначение:

X – применимо.

Примечание:

Перечень мер (к табл. 3.20.5).

1. Неразрушающий контроль всех сварных соединений согласно 3.20.2 (при постройке судна).
2. Периодический неразрушающий контроль при поступлении проката согласно 3.20.3 (при постройке судна).
3. Конструктивное решение для торможения распространения хрупкой трещины вдоль линии сварного шва (при постройке судна). См. 3.20.4.3.1.2.1, 3.20.4.3.1.2.2.
4. Конструктивное решение для предотвращения отклонения хрупкой трещины от линии сварного шва (при постройке судна). См. 3.20.4.3.1.1.1.
5. Конструкторское решение для предотвращения распространения трещин из зон других сварных швов, например, угловых и соединительных швов (при постройке судна). См. 3.20.4.3.1.1.1.

3.20.6.1 Область применения.

3.20.6.1.1 Испытание на соответствие стандарту ESSO проводится с целью получения характеристики торможения хрупкой трещины K_{ca} стального листового проката толщиной 100 мм и менее, используемого для изготовления корпусных конструкций.

3.20.6.2 Обозначения.

Таблица 3.20.6.2

Условные обозначения и их значения

| Символ | Единица измерения | Параметр |
|----------|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| t_s | мм | Толщина испытываемого образца |
| W_s | мм | Ширина испытываемого образца |
| L_s | мм | Длина испытываемого образца |
| t_r | мм | Толщина держателя |
| W_r | мм | Ширина держателя |
| L_r | мм | Длина держателя |
| L_p | мм | Расстояние между штифтами |
| a | мм | Длина проекции трещины на поверхность, перпендикулярную линии нагружения |
| a_a | мм | Максимальная длина хрупкой трещины в месте ее торможения |
| T | °C | Температура испытываемого образца |
| dT/da | °C/mm | Градиент температур испытываемого образца |
| σ | Н/мм ² | Наибольшее напряжение в испытываемом образце (<i>нагрузка / $W_s t_s$</i>) |
| K_{ca} | Н/мм ^{3/2} | Характеристика торможения хрупкой трещины |

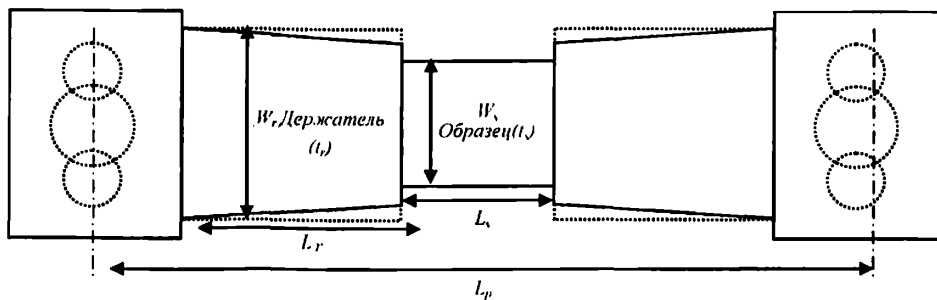


Рис. 3.20.6.2 Схема расположения испытываемого образца, держателя и оснастки

3.20.6.3 Цель испытаний.

3.20.6.3.1 Настоящее испытание проводится для оценки сопротивления развитию хрупких трещин при наличии градиента температур, и получения соответствующей характеристики торможения хрупкой трещины K_{Ia} .

3.20.6.4 Стандартный испытываемый образец.

3.20.6.4.1 На рис 3.20.6.4.1 показаны форма и размер стандартного испытываемого образца.

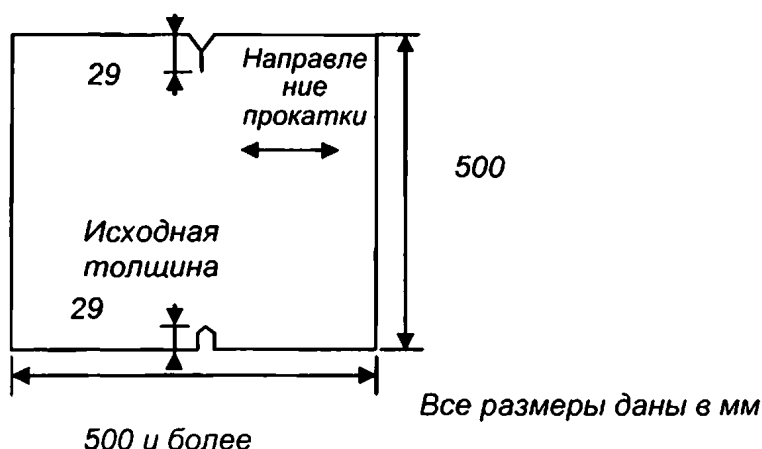


Рис 3.20.6.4.1 Форма и размер испытываемого образца

3.20.6.4.2 Толщина и ширина испытываемого образца должны соответствовать значениям, указанным в табл. 3.20.6.4.2.

Таблица 3.20.6.4.2

Толщина и ширина испытываемого образца

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Толщина t_s | 100 мм и менее |
| Ширина W_s | 500 мм |
| Примечание. Если невозможно обеспечить ширину испытываемого образца 500 мм, допускается ширина 600 мм. | |

3.20.6.4.3 Испытываемые образцы должны изготавливаться из одного стального листа.

3.20.6.4.4 Испытываемые образцы необходимо вырезать и установить таким образом, чтобы ось нагружения была параллельна направлению прокатки стального листа.

3.20.6.4.5 Толщина испытываемого образца должна быть равна толщине стального листа, используемого в корпусных конструкциях судна.

3.20.6.5 Испытательное оборудование.

3.20.6.5.1 В качестве испытательного оборудования необходимо использовать гидравлическую установку для испытаний на растяжение с штифтовым креплением.

3.20.6.5.2 Расстояние между осями штифтов должно быть не менее 2000 мм.

3.20.6.5.3 Для получения работы удара, необходимой для образования в испытываемом образце хрупких трещин, может использоваться установка для испытания падающим грузом или пневмомолоток.

3.20.6.5.4 Угол клина должен быть больше угла верхнего надреза испытываемого образца. К надрезу должно прикладываться раскрывающее усилие.

3.20.6.6 Подготовка к испытанию.

3.20.6.6.1 Испытываемый образец должен быть закреплен непосредственно в штифтовом фиксаторе или приварен к держателям, устанавливаемым в штифтовой фиксатор. Суммарная длина испытываемого образца и держателей должна быть не менее $3W_c$. Значения толщины и ширины держателей указаны в табл. 3.20.6.6.1.

Таблица 3.20.6.6.1

Допустимые размеры держателя

| | Толщина t_r | Ширина W_r |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|--------------------------|
| Размеры держателя | $0,8t_c \leq t_r \leq 1,5t_c$ | $W_c \leq W_r \leq 2W_c$ |
| Примечания: 1. t_c – толщина испытываемого образца. 2. Если толщина держателя меньше чем толщина испытываемого образца, отражение волны напряжения позволит повысить надежность результатов испытания, поэтому минимальное значение толщины принимается равным $0,8t_c$. | | |

3.20.6.6.2 Термопары устанавливаются с шагом 50 мм на линии продолжения надреза испытываемого образца.

3.20.6.6.3 Если прогнозируется отклонение хрупкой трещины от предполагаемого направления, термопары устанавливаются в двух точках на линии нагрузки, расположенных на расстоянии 100 мм от линии продолжения надреза посередине образца.

3.20.6.6.4 Если требуется измерение динамических характеристик, в заданных точках следует установить тензодатчики.

3.20.6.6.5 Следует установить испытываемый образец в испытательную машину вместе с приваренными к нему держателями и штифтовым фиксатором.

3.20.6.6.6 Следует выполнить монтаж ударного приспособления. Конструкция ударного приспособления должна обеспечивать надлежащую работу удара. Необходимо установить фиксатор для уменьшения эффекта изгибающей нагрузки от воздействия ударного приспособления.

3.20.7 Метод испытания.

3.20.6.7.1 Для устранения эффекта остаточного напряжения и коррекции угловой деформации, вызванных приваркой держателей, перед охлаждением допускается приложить предварительную нагрузку с меньшим значением, чем значение испытательной нагрузки.

3.20.6.7.2 Охлаждение и нагрев можно осуществлять с одной стороны, противоположной стороне

расположения термопар, или с обеих сторон.

3.20.6.7.3 Градиент температур должен составлять $0,25 - 0,35$ °С/мм на ширине $0,3W$, $- 0,7W$, в средней части испытываемого образца.

3.20.6.7.4 При достижении требуемого температурного градиента необходимо поддерживать постоянную температуру в течение более 10 мин. после чего следует приложить заданную испытательную нагрузку.

3.20.6.7.5 После поддержания постоянной испытательной нагрузки в течение не менее 30 с следует приложить ударную нагрузку для образования хрупкой трещины. Стандартное значение работы удара составляет 20 – 60 Дж на 1 мм толщины листа. Если трещиностойкость основного металла является высокой, и образование хрупкой трещины является проблематичным, работу удара допускается увеличить до максимального значения 120 Дж на 1 мм толщины листа.

3.20.6.7.6 Снятие нагрузки выполняется после подтверждения факта образования, распространения и торможения хрупкой трещины. Затем выполняется восстановление нормальной температуры и, если необходимо, разрушение газовой резкой сварного соединения и разрушение образца при помощи испытательной машины. Как вариант, возможно удаление приварки газовой резки после развития вязкой трещины на достаточную длину при помощи испытательной машины.

3.20.6.7.7 После разрушения необходимо сделать фотоснимки поверхности излома и пути распространения трещины, а также измерить длину трещины.

3.20.8 Результаты испытания.

3.20.6.8.1 Необходимо измерить расстояние от верхней точки испытываемого образца, включая надрез, до максимально удаленной точки торможения трещины в направлении толщины листа. Если поверхность трещины отклоняется от поверхности, перпендикулярной линии нагружения испытательного образца, необходимо измерить ее проекцию на поверхность, перпендикулярную линии нагружения. В этом случае если след торможения хрупкой трещины четко виден на изломе, за точку торможения трещины принимается первая точка торможения трещины.

3.20.6.8.2 На основании результатов измерений с помощью термопар следует построить кривую распределения температуры, а также измерить температуру торможения трещины в соответствии с длиной торможения трещины.

3.20.6.8.3 Характеристика торможения хрупкой трещины K_{ca} в ходе каждого испытания определяется по следующей формуле:

$$K_{ca} = \sigma \sqrt{\pi a} \sqrt{\frac{2Ws}{\pi a}} \tan(\pi a / 2Ws).$$

3.20.9 Протокол испытаний.

3.20.6.9.1 В протокол заносится следующая информация:

.1 технические характеристики испытательной машины; производительность

испытательной машины, расстояние между штифтами L_p ;

.2 размеры штифтового фиксатора; толщина держателя t_s , ширина держателя W_s , длина испытываемого образца вместе с держателями $L_s + 2L_p$;

.3 размеры испытываемого образца; толщина листа t ; ширина испытываемого образца W , и длина испытываемого образца L_s ;

.4 условия испытаний; предварительное напряжение, испытательное напряжение, распределение температур (в виде рисунка или таблицы); работа удара;

.5 результаты испытаний, длина торможения трещины a_m , температурный градиент в точке торможения, характеристика торможения хрупкой трещины K_{ca} ;

.6 результаты измерений динамических характеристик (если проводились); скорость развития трещины, изменение деформаций;

.7 фотографии испытываемого образца; траектория разрушения, поверхность излома.

3.20.6.9.2 При невыполнении указанных ниже условий результаты испытаний могут использоваться только для информации:

.1 точка торможения хрупкой трещины должна находиться в заштрихованной области согласно рис.3.20.6.9.2.1. В этом случае, если точка торможения хрупкой трещины находится на расстоянии более 50 мм от центра испытываемого образца в продольном направлении, температуры термопар, установленных на расстоянии ± 100 мм, должны находиться в пределах $\pm 3^\circ\text{C}$ от соответствующего значения термопары в центре;

.2 хрупкая трещина не должна иметь четкого разветвления на пути своего развития.

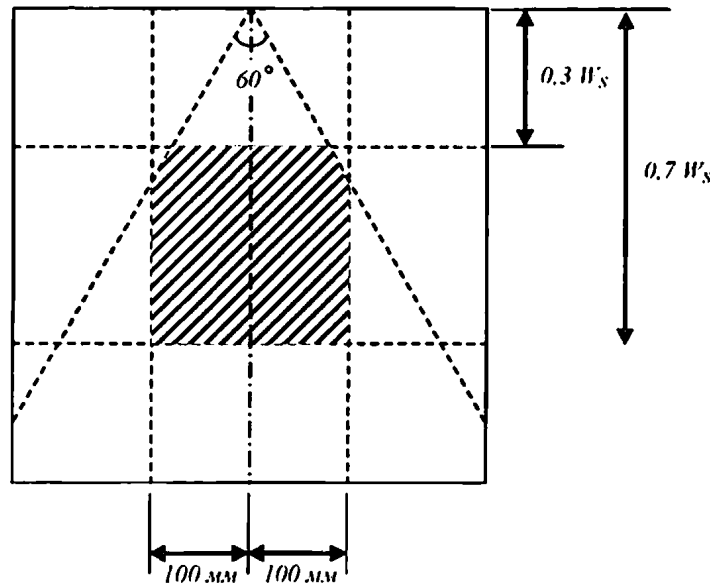


Рис. 3.20.6.9.2.1 Необходимые условия расположения точки торможения трещины

3.20.6.9.3 На основании результатов испытаний, проведенных более чем в 3 точках, при помощи графика Аррениуса строится приближенное линейное уравнение и рассчитывается характеристика K_{ca} при заданной температуре. В этом случае должны иметься данные для обеих сторон, т.е. для «горячей» и «холодной» сторон при той температуре, для которой выполняется исследование.»