

МЕТАЛЛЫ

Методы испытаний на растяжение тонких листов
и лент

Metals. Method of tensile testing of thin
sheets and strips

ГОСТ
11701-84

Взамен
ГОСТ 11701-66

ОКСТУ 0909

Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 17 июля
1984 г. № 2514 срок действия установлен

с 01.01.86
до 01.01.91

Несоблюдение стандарта преследуется по закону

Настоящий стандарт устанавливает методы статических испытаний на растяжение тонких листов и лент из черных и цветных металлов толщиной до 3,0 мм для определения при температуре $(20 \pm_{10}^{15})^{\circ}\text{C}$ характеристик механических свойств:

- предела пропорциональности;
- предела упругости;
- предела текучести физического;
- предела текучести условного;
- временного сопротивления;
- относительного равномерного удлинения;
- относительного удлинения после разрыва.

Стандарт соответствует СТ СЭВ 471-77 в части испытаний листов и лент толщиной от 0,5 до 3,0 мм.

Термины, применяемые в настоящем стандарте, и пояснения к ним — по ГОСТ 1497-84.

1. МЕТОДЫ ОТБОРА ОБРАЗЦОВ

1.1. Вырезку заготовок для образцов и изготовление образцов проводят по ГОСТ 1497-84.

1.2. Для испытания применяют пропорциональные плоские образцы с начальной расчетной длиной $l_0 = 4 b_0$ или $l_0 = 25 \sqrt{F_0}$, а для испытания листов и лент толщиной от 0,5 до 3,0 мм и с $l_0 = 5,65 \sqrt{F_0}$.

Тип и размеры образцов должны указываться в нормативно-технической документации на правила отбора заготовок и образцов или на металлопродукцию.

При наличии указаний в нормативно-технической документации на металлопродукцию допускается испытывать ленту с учетом допусков на размеры, предусмотренные для испытываемой металлопродукции. При ширине испытываемой ленты менее 12,5 мм начальная расчетная длина l_0 должна быть не менее 50 мм.

Не допускается правка заготовок или образцов, деформирование их изгибом или местным перегибом.

1.3. Форма, размеры и предельные отклонения по ширине плоских пропорциональных образцов приведены в обязательном приложении 1.

При наличии указаний в нормативно-технической документации на металлопродукцию допускается применять пропорциональные плоские образцы других размеров.

1.4. Рабочая длина образцов l должна составлять от $l_0 + \frac{b_0}{2}$ до $l_0 + 2b_0$.

При разногласиях в оценке качества металла рабочая длина образцов l должна составлять $l_0 + 2b_0$.

2. АППАРАТУРА

2.1. Разрывные и универсальные испытательные машины — по ГОСТ 7855—84.

2.2. Штангенциркули, микрометры — по ГОСТ 1497—84, ГОСТ 10388—81.

2.3. Тензометры, относительная цена деления тензометров при определении предела пропорциональности, $\sigma_{\text{пл}}$, предела упругости $\sigma_{0,05}$, предела текучести условного $\sigma_{0,2}$ — по ГОСТ 1497—84.

3. ПОДГОТОВКА К ИСПЫТАНИЮ

3.1. Установленную начальную расчетную длину l_0 ограничивают с погрешностью до 1% на рабочей части образца жернами, рисками или другими метками, исключаяющими повреждение поверхности образца.

Для пересчета относительного удлинения после разрыва δ с отнесением места разрыва к середине и для определения относительного равномерного удлинения δ_p по всей рабочей длине образца рекомендуется наносить риски, жерны или иные метки через каждые 5 или 10 мм.

3.2. Ширину и толщину образцов до испытания измеряют с погрешностью, приведенной в табл. 1.

Таблица 1

мм		
Наименование размера	Номинальный размер	Погрешность измерения, не более
Ширина образца b_0	до 6,00 включ.	0,01
	Св. 6,00 до 12,50 включ.	0,05
Толщина образца a_0	Св. 12,5	0,10
	До 0,200 включ.	0,001
	Св. 0,200 до 0,500	0,002
	От 0,50 до 2,00 включ.	0,010
	Св. 2,00	0,050

3.3. Измерение размеров образцов до испытания проводят не менее чем в трех местах — в средней части и на границах рабочей длины образца.

За начальную площадь поперечного сечения образца в его рабочей части F_0 принимают наименьшее из полученных значений на основании произведенных измерений с округлением по табл. 2.

Таблица 2

мм ²	
Площадь поперечного сечения F_0	Округление
До 10,00 включ.	До 0,010
Св. 10,00 до 20,00 включ.	До 0,05
Св. 20,0	До 0,1

Начальная площадь поперечного сечения ленты F_0 , мм², полученная методом плющения проволоки, вычисляется по формуле

$$F_0 = a'_0 \times b'_0 - 0,18 a_0'^2,$$

где a'_0 — наименьшая толщина, мм;

b'_0 — наименьшая ширина, мм.

3.4. Измерение начальной l_0 и конечной l_k расчетной длины проводится штангенциркулем при значении отсчета по нониусу 0,1 мм.

3.5. Образцы маркируют на головках или участках для захвата.

4. ПРОВЕДЕНИЕ ИСПЫТАНИЙ И ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ

4.1. Определение предела пропорциональности $\sigma_{пц}$, предела упругости $\sigma_{0,05}$, предела текучести физического σ_T , предела текучести условного $\sigma_{0,2}$, временного сопротивления σ_B и относительного

удлинения после разрыва δ проводят на образцах (см. п. 1.2) по ГОСТ 1497—84.

Определение относительного равномерного удлинения δ_p проводят на образцах с начальной расчетной длиной $l_0=25 \sqrt{F_0}$ по ГОСТ 1497—84.

4.2. Округление вычисленных результатов испытаний проводят в соответствии с табл. 3.

Таблица 3

Характеристика механических свойств	Интервал значений характеристики	Округление
Предел пропорциональности, МПа (кгс/мм ²)	До 100 (до 10,0) Св. 100 до 500 (св. 10,0 до 50,0) Св. 500 (св. 50)	До 1,0 (0,1) До 5,0 (0,5) До 10 (1)
Предел упругости, МПа (кгс/мм ²)		
Предел текучести физический МПа (кгс/мм ²)		
Предел текучести условный, МПа (кгс/мм ²)		
Временное сопротивление, МПа (кгс/мм ²)		
Относительное равномерное удлинение, %	До 10,0 Св. 10,0 до 25,0	До 0,1 До 0,5
Относительное удлинение после разрыва, %	Св. 25	До 1

4.3. Допускается определение коэффициента пластической анизотропии R , показателя деформационного упрочнения n и неравномерности пластической деформации A . Определение указанных характеристик механических свойств и пример определения приведены в рекомендуемом приложении 2.

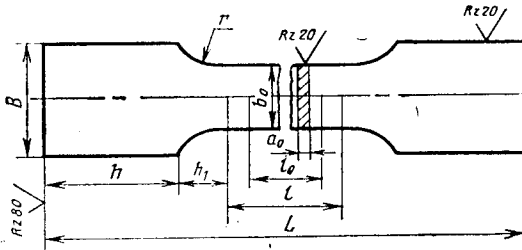
4.4. Результаты испытаний не учитываются по ГОСТ 1497—84 с дополнением: при разрыве образца на расстоянии менее $1/4 l_0$ от ближайшей метки, ограничивающей расчетную длину.

4.5. В протоколе испытания должно быть указано, на какой начальной расчетной длине l_0 определялось относительное удлинение после разрыва δ .

4.6. Результаты испытаний записывают в протокол, форма которого приведена в справочном приложении 3.

ПРОПОРЦИОНАЛЬНЫЕ ПЛОСКИЕ ОБРАЗЦЫ

Тип I



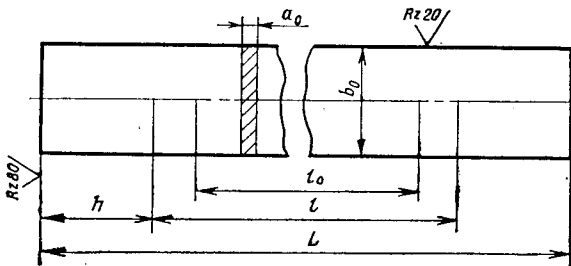
Черт. 1

Таблица 1

мм

a_0	b_0	l_0	l	h	h_1	r	B	L
До 1,7 включ.	12,5	$25\sqrt{F_0}$	$\left(\frac{b_0}{2} - 2b_0 \right)$	40	15—20	25—40	20	$l + 2(h + h_1)$
Св. 1,7 до 3,0	20,0	$25\sqrt{F_0}$		40	15—20	25—40	30	
До 1,7 включ.	12,5	$4b_0$	$\left(\frac{b_0}{2} - 2b_0 \right)$	40	15—20	25—40	20	
Св. 1,7 до 3,0	20,0	$4b_0$		40	15—20	25—40	30	
От 0,5 до 3,0	10,0	$5,65\sqrt{F_0}$	$l_0 +$	40	15—20	25—40	20	

Тип II



Черт. 2

Таблица 2

мм					
a_0	b_0	l_0	l	h	L
До 1,7 включ.	12,5	$25 \sqrt{F_0}$	$l_0 + \left(\frac{b_0}{2} - 2b_0 \right)$	45	$l + 2h$
Св. 1,7 до 3,0	20,0	$25 \sqrt{F_0}$		45	
До 1,7 включ.	12,5	$4b_0$		45	
Св. 1,7 до 3,0	20,0	$4b_0$		45	
От 0,5 до 3,0	10,0	$5,65 \sqrt{F_0}$		45	

Примечание. Размеры головок не являются обязательными и зависят от способа крепления образца в испытательной машине.

В образцах, имеющих головки с отверстиями диаметром $d=20$ мм при $b_0=20$ мм и $B=50$ мм или диаметром 15 мм при $b_0=12,5$ мм и $B=30$ мм отклонения центров отверстий от оси образца допускаются не более 0,05 мм.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
Рекомендуемое

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ПЛАСТИЧЕСКОЙ АНИЗОТРОПИИ R ,
ПОКАЗАТЕЛЯ ДЕФОРМАЦИОННОГО УПРОЧНЕНИЯ n И НЕРАВНОМЕРНОСТИ
ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ A**

1. Термины, применяемые в приложении 2, и пояснения к ним.

Термин	Пояснения
Коэффициент пластической анизотропии R	Соотношение между пластическими свойствами в плоскости прокатки и по толщине образца, относительная деформация которого равна величине δ_2
Показатель деформационного упрочнения n	Способность металла к упрочнению при равномерной пластической деформации
Неравномерность пластической деформации A	Мера рассеяния величин относительных пластических деформаций рабочей части образца, относительная деформация которого равна величине δ_2

Термины	Пояснения
Начальное равномерное относительное удлинение δ_1	Относительное удлинение, измеренное при действующем на образец напряжении, величина которого выше предела текучести, но не более, чем на 20 МПа (2 кгс/мм ²)
Конечное равномерное относительное удлинение δ_2	Относительное удлинение, измеренное в процессе ступенчатого (через 3% удлинения) нагружения образца в момент, когда различие между наибольшей и наименьшей шириной ($b_{\text{макс}} - b_{\text{мин}}$) участков на рабочей длине образца достигает минимального значения
Начальная расчетная длина образца по тензометру l_e	Длина рабочей части образца между ножами тензометра до испытания, равная базе тензометра ($l_e = cb_0$, $c = 2-5$)
Расчетная длина образца по тензометру при нагрузке P_1 l_{e1}	Длина расчетной части образца по тензометру при напряжении, величина которого выше предела текучести, но не более, чем на 20 МПа (2 кгс/мм ²); $l_{e1} = l_e (1 + 0,01 \delta_1)$
Расчетная длина образца по тензометру при нагрузке P_2 l_{e2}	Длина расчетной части образца по тензометру при относительной деформации δ_2 ; $l_{e2} = l_e (1 + 0,01 \delta_2)$
Осевая растягивающая нагрузка P_1	Нагрузка, действующая на образец при достижении расчетной длины по тензометру l_{e1}
Осевая растягивающая нагрузка P_2	Нагрузка, действующая на образец при достижении расчетной длины по тензометру l_{e2}
Ширина образца b_1	Ширина рабочей части образца, равная среднему арифметическому значению измерений ширины всех участков, измеренная при относительной деформации δ_2
Конечная ширина образца b_2	Ширина рабочей части образца, равная среднему арифметическому значению измерений ширины, произведенных в сечениях, расположенных в средней части и на границах расчетной длины по тензометру при относительной деформации δ_2
Максимальная ширина участка образца $b_{\text{макс}}$	Максимальная ширина участка рабочей части образца при относительной деформации δ_2
Минимальная ширина участка образца $b_{\text{мин}}$	Минимальная ширина участка рабочей части образца при относительной деформации δ_2

2. Характеристики R , n , A определяют по формулам:

$$R = \frac{\lg \frac{b_0}{b_2}}{\lg \frac{b_2 \cdot l_{e2}}{b_0 \cdot l_e}} ; \quad n = \frac{\lg P_1 - \lg P_2 - \lg \frac{l_{e2}}{l_{e1}}}{\lg \lg \frac{l_{e1}}{l_e} - \lg \lg \frac{l_{e2}}{l_e}} ;$$

$$A = \frac{b_{\text{макс}} - b_{\text{мин}}}{b_0 - b_1} \cdot 100.$$

3. Округление характеристик R , n , A производят в соответствии с таблицей.

Обозначение характеристики	Пределы значений	Округление
R	Не ограничены	До 0,01
n	Не ограничены	До 0,01
A	Не более 20,0	До 0,1
	Св. 20,0	До 0,5

4. Пример.

Испытываемый материал — малоуглеродистая тонколистовая сталь; $\delta_{25}=40\%$, $\delta_1=10\%$, $\delta_2=17\%$.

Размеры образца: ширина $b_0=12,5$ мм, толщина $a_0=0,8$ мм, начальная расчетная длина $l_0=25 \sqrt{F_0}=25 \sqrt{0,8 \cdot 12,5}=79$ мм, принимаем $l_0=80$ мм.

Определяем расчетные длины образца по тензометру:

$$l_e = c \cdot b_0 = 4 \cdot 12,5 = 50 \text{ мм};$$

$$l_{e1} = l_e(1 + 0,01 \cdot \delta_1) = 50(1 + 0,01 \cdot 10) = 55 \text{ мм};$$

$$l_{e2} = l_e(1 + 0,01 \cdot \delta_2) = 50(1 + 0,01 \cdot 17) = 58,5 \text{ мм}.$$

Начальную расчетную длину образца $l_0=80$ мм разбиваем на 8 участков нанесением рисок через 10 мм.

Измеряем с помощью микрометра ширину рабочей части образца до испытания в средней части и на границах рабочей длины, определяем начальную ширину рабочей части образца b_0 , как среднесрифметическое из трех измерений:

$$b_0 = \frac{12,57 + 12,56 + 12,55}{3} = 12,56 \text{ мм}.$$

Устанавливаем на образец тензометр и производим нагружение образца. При достижении по тензометру значения l_{e1} , равного 55 мм, фиксируем нагрузку P_1 , равную 3030 Н (310 кгс).

При дальнейшем нагружении образца фиксируем нагрузку P_2 , соответствующую расчетной длине l_{e2} . $P_2=3150$ Н (325 кгс). Определяем ширину участков образца b_1 и b_2 :

$$b_1 = \frac{11,37 + 11,32 + 11,34 + 11,33 + 11,30 + 11,31 + 11,34 + 11,34}{8} = 11,33 \text{ мм};$$

$$b_2 = \frac{11,32 + 11,33 + 11,31}{3} = 11,32 \text{ мм}.$$

Получаем: $b_{\max} = 11,37$ мм, $b_{\min} = 11,30$ мм.

Вычисляем коэффициент пластической анизотропии R :

$$R = \frac{\lg \frac{12,56}{11,32}}{\lg \frac{11,32 \cdot 58,5}{12,56 \cdot 50}} = 1,976, \text{ после округления } R = 1,98.$$

Вычисляем показатель деформационного упрочнения n :

$$n = \frac{\lg 3030 - \lg 3150 - \lg \frac{58,5}{55,0}}{\lg \lg \frac{55,0}{50,0} - \lg \lg \frac{58,5}{50,0}} = 0,200.$$

Вычисляем неравномерность пластической деформации A :

$$A = \frac{(11,37 - 11,30) \cdot 100}{12,56 - 11,33} = 5,69\%.$$

после округления $A = 5,7\%$.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
Справочное

ПРОТОКОЛ № _____

испытаний на растяжение плоских образцов _____ на машине _____

Марка материала	Номер плавки	Начальные ширина и толщина образца a_0, b_0 , мм	Начальная площадь поперечного сечения образца F_0 , мм ²	Начальная расчетная длина l_0 , мм	Конечная расчетная длина l_k , мм	Наибольшая нагрузка $P_{\text{макс}}$, Н (кгс)	Нагрузка при пределе текучести $P_T, P_{0,2}$, Н (кгс)	Временное сопротивление σ_B , МПа (кгс/мм ²)	Предел текучести $\sigma_T, \sigma_{0,2}$, МПа (кгс/мм ²)	Относительное равномерное удлинение δ_r , %	Относительное удлинение после разрыва δ , %

Изменение № 1 ГОСТ 11701—84 Металлы. Методы испытаний на растяжение тонких листов и лент

Утверждено и введено в действие Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 20.10.87 № 3949

Дата введения 01.03.88

Приложение 1 дополнить таблицей — 3:

(Продолжение см. с. 76)

(Продолжение изменения к ГОСТ 11701—84)

Таблица 3

мм

Ширина образца	Предельное отклонение ширины	Допускаемая разность наибольшей и наименьшей ширины по длине рабочей части образца
Не более 12,5 20	$\pm 0,2$ $\pm 0,5$	0,04 0,05

(ИУС № 1 1988 г.)

Изменение № 2 ГОСТ 11701—84 Металлы. Методы испытаний на растяжение тонких листов и лент

Утверждено и введено в действие Постановлением Государственного комитета СССР по управлению качеством продукции и стандартам от 25.03.91 № 319

Дата введения 01.09.91

По всему тексту стандарта заменить единицу: МПа на Н/мм² (кгс/мм²).

Вводная часть. Третий абзац исключить.

Пункт 1.4 дополнить примечанием: «Примечание. При использовании тензометров или испытательной машины с автоматическим определением относительного удлинения после разрыва выбор рабочей и расчетной части длин образца должен соответствовать требованиям ГОСТ 1497—84».

Пункт 2.2 дополнить абзацем: «Допускается применение других измерительных средств, обеспечивающих измерение с погрешностью, не превышающей в п. 3.2»;

исключить ссылку: ГОСТ 10388—81.

Пункты 2.3, 3.2 изложить в новой редакции: «2.3. Тензометры с относительной ценой деления — по ГОСТ 1497—84.

3.2. Погрешность определения начальной площади поперечного сечения не должна превышать $\pm 2\%$ (при предельной погрешности измерения ширины образца $\pm 0,2\%$).

Пункт 4.1. Первый абзац изложить в новой редакции: «Определение предела пропорциональности $\sigma_{пл}$, предела текучести физического σ_T , предела текучести условного $\sigma_{0,2}$ (или иным установленным допуском), временного сопротивления σ_B и относительного удлинения после разрыва δ проводят при испытании пропорциональных образцов по п. 1.2. Проведение испытаний и обработка результатов — по ГОСТ 1497—84».

Пункт 4.2. Таблица 3. Характеристику «Предел упругости, МПа (кгс/мм²)» и соответствующие нормы исключить.

Пункт 4.5 изложить в новой редакции: «4.5. При применении образцов, начальная расчетная длина которых $l_0 = 5,65\sqrt{F_0}$ или $l_0 = 25\sqrt{F_0}$, относительное удлинение обозначают символами δ_5 или δ_{25} .

При применении образцов, начальная расчетная длина которых $l_0 = 4b_0$, символ δ обозначают символом, обозначающим начальную расчетную длину образца l_0 , в миллиметрах.

Например, δ_{50} или δ_{80} — относительное удлинение после разрыва с начальной расчетной длиной l_0 , равной 50 или 80 мм, шириной 12,5 или 20 мм соответственно.

(Продолжение см. с. 54)

Сопоставления значений относительного удлинения после разрыва δ при пропорциональных образцах возможны только в случаях, когда начальная расчетная длина l_0 и начальная площадь поперечного сечения F_0 сравниваемых образцов одинаковы или связаны одинаковым коэффициентом пропорциональности, равным например, отношению l_0/F_0 .

Приложение 1. Заменить слова: «Обязательное» на «Рекомендуемое», «Тип I» на «Пропорциональные образцы с головками», «Тип II» на «Пропорциональные образцы без головок»;

таблицы 1, 2. Графа 1. Заменить формулу:

$$l_0 + \left(\frac{b_0}{2} - 2b_0 \right) \text{ на } l_0 + \left(\frac{b_0}{2} \dots 2b_0 \right);$$

примечание изложить в новой редакции:

«Примечания:

1. Образцы с головками применяются при испытании преимущественно высокопрочных материалов, обладающих повышенной хрупкостью и твердостью, с целью исключения проскальзывания образца, а также преждевременного разрушения его в захватах испытательной машины.

2. Размеры головок не являются обязательными и зависят от способа крепления образца в испытательной машине.

В образцах, имеющих головки с отверстиями диаметром $d=20$ мм при $b_0=20$ мм и $B=50$ мм или диаметром 15 мм при $l_0=12,5$ мм и $B=30$ мм, отклонения центров отверстий от оси образца допускается не более 0,05 мм»;

дополнить таблицей — 3:

Таблица 3

Предельные отклонения размеров образцов

мм

Начальная ширина образца	Предельное отклонение начальной ширины	Допускаемая разность наибольшей и наименьшей начальной ширины по длине рабочей части образца
Не более 12,5 20	$\pm 0,2$ $\pm 0,5$	0,04 0,05

Приложение 2. Пункт 4. Заменить слово: «малоуглеродистая» на «низкоуглеродистая».

Редактор *И. В. Виноградская*
Технический редактор *В. И. Тушева*
Корректор *А. С. Черноусова*

Сдано в наб. 16.08.84 Подп. в печ. 20.03.85 4,0 усл. п. л. 4,13 усл. кр.-отт. 3,45 уч.-изд. л.
Тир. 25 000 Цена 20 коп.

Ордена «Знак Почета» Издательство стандартов, 123840, Москва, ГСП, Новопресненский пер., 3
Тип. «Московский печатник». Москва, Лялин пер., 6. Зак. 817