

СТАНДАРТНЫЕ ОБРАЗЦЫ

Научная статья

УДК 006.86:669–1:620.172.222(3)

<https://doi.org/10.20915/2077-1177-2025-21-4-88-98>



Разработка стандартного образца механических свойств стали марки 12Х18Н10Т и его аттестация по показателям пластичности

А. А. Забелина, В. В. Толмачев , И. Н. Матвеева 

УНИИМ – филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева», г. Екатеринбург, Россия
 sertif@uniim.ru

Аннотация: ГОСТ 1497–2023 «Металлы. Методы испытаний на растяжение» устанавливает в качестве основы для оценивания показателей прочности и пластичности механических свойств стали стандартный образец утвержденного типа. Однако до создания в 2024 году стандартного образца утвержденного типа механических свойств стали марки 12Х18Н10Т ГСО 12792-2024 в распоряжении метрологических служб не было стандартного образца утвержденного типа для оценивания пластичности. Единственно доступный до 2024 года стандартный образец утвержденного типа механических свойств стали марки 20 ГСО 11854-2021 аттестован только по показателям прочности.

Цель исследования – разработать и аттестовать стандартный образец механических свойств стали, аттестованный по показателям пластичности – относительному удлинению после разрыва δ_5 и относительному сужению после разрыва ψ .

Исходный материал для изготовления стандартного образца – прокат сортовой горячекатаный круглого сечения по ГОСТ 2590–2006 из стали марки 12Х18Н10Т по ГОСТ 5632–2014. Однородность материала исследована по ГОСТ 1497–2023 одновременно с определением аттестованных значений и значений абсолютных расширенных неопределенностей аттестованных значений стандартного образца. Измерения в уральском филиале ВНИИМ им. Д. И. Менделеева проведены по методике измерений относительного удлинения после разрыва при статическом растяжении образцов сталей М.265.002/RA.RU.311866/2024; по методике измерений относительного сужения площади поперечного сечения после разрыва при статическом растяжении образцов сталей М.265.003/RA.RU.311866/2024. Использованы средства измерений: Государственный рабочий эталон единицы силы 1-го разряда в диапазоне значений от 2 до 200 кН; эталон единицы длины 4-го разряда – микроскоп видеоизмерительный серии MBZ, MBZ-500ТТ ЧПУ. Оценивание однородности материала стандартного образца соответствует разделу 7 ГОСТ ISO Guide 35–2015.

В статье представлены: описание процесса разработки стандартного образца утвержденного типа механических свойств стали марки 12Х18Н10Т ГСО 12792-2024; методология применения; реальный пример использования стандартного образца для контроля точности результатов измерений механических свойств при статическом испытании металлов на растяжение.

Стандартный образец утвержденного типа механических свойств стали марки 12Х18Н10Т ГСО 12792-2024 предназначен для аттестации и валидации методик измерений механических свойств при статическом испытании металлов на растяжение, контроля точности результатов измерений показателей пластичности при статическом испытании металлов на растяжение, контроля испытательных разрывных машин в части проверки программного обеспечения по ГОСТ 1497–2023.

Ключевые слова: стандартный образец, механические свойства стали, пластичность, относительное удлинение после разрыва, относительное сужение после разрыва, статическое растяжение, неопределенность измерений

Принятые сокращения: ГСО – стандартный образец утвержденного типа; МИ – методика измерений; СО – стандартный образец; ФИФ ОЕИ – Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

Для цитирования: Забелина А. А., Толмачев В. В., Матвеева И. Н. Разработка стандартного образца механических свойств стали марки 12Х18Н10Т и его аттестация по показателям пластичности // Эталоны. Стандартные образцы. 2025. Т. 21, № 4. С. 88–98. <https://doi.org/10.20915/2077-1177-2025-21-4-88-98>

Статья поступила в редакцию 18.03.2025; одобрена после рецензирования 10.10.2025; принята к публикации 25.12.2025.

REFERENCE MATERIALS

Research Article

Development and Certification of a Reference Material for the Mechanical Properties of 12Cr18Ni10Ti Steel Based on Plasticity Parameters

Anastasia A. Zabelina, Vladimir V. Tolmachev , Ilona N. Matveeva 

UNIIM – Affiliated Branch of the D. I. Mendeleyev Institute for Metrology, Yekaterinburg, Russia
✉ sertif@uniim.ru

Abstract: GOST 1497–2023 «Metals. Methods of tension test» establishes a certified reference material as the reference for evaluating the strength and plasticity parameters of steel's mechanical properties. However, prior to the development in 2024 of the certified reference material GSO 12792–2024 for mechanical properties of 12Cr18Ni10Ti steel, metrological services had no certified reference material for plasticity evaluation. The only available certified reference material for mechanical properties of 20 steel (GSO 11854–2021) before 2024 was certified only for strength characteristics.

The study aims to develop and certify a reference material for the steel mechanical properties, certified for plasticity parameters – percentage elongation after fracture (δ_s) and percentage contraction after fracture (ψ). The source material for preparation of the reference material is a hot-rolled round bar of circular cross-section according to GOST 2590–2006, made of 12Cr18Ni10Ti steel according to GOST 5632–2014. The material homogeneity study was conducted in accordance with GOST 1497–2023, simultaneously with determination of the certified values and the absolute expanded uncertainties of the certified values of the reference material. The measurements were performed at the Ural Branch of the D. I. Mendeleyev Institute for Metrology (VNIIM) according to the measurement procedure for percentage elongation after fracture during static tension testing of steel samples M.265.002/RA.RU.311866/2024, and the measurement procedure for percentage contraction of the cross-sectional area during static tension testing of steel samples

M.265.003/R.A.RU.311866/2024. The following measuring instruments were used: the State Standard of the Unit of Force, 1st category, in the range from 2 to 200 kN; the standard of the unit of length, 4th category – video measuring microscope series MBZ, model MBZ-500TT CNC. The homogeneity assessment of the reference material complies with Section 7 of GOST ISO Guide 35–2015.

The article presents a description of the development process of the certified reference material for the mechanical properties of 12Cr18Ni10Ti steel (GSO 12792–2024); the application methodology; and a practical example of using the reference material for accuracy control of mechanical property measurement results during static tensile testing of metals.

The certified reference material for the mechanical properties of 12Cr18Ni10Ti steel (GSO 12792–2024) is intended for certification and validation of measurement methods for mechanical properties during static tensile testing of metals, control of the accuracy of measurement results for plasticity parameters during static tensile testing of metals, and monitoring tensile testing machines regarding inspection of software according to GOST 1497–2023.

Keywords: reference material, mechanical properties of steel, plasticity, percentage elongation after fracture, percentage contraction after fracture, static tension, measurement uncertainty

Abbreviations used: GSO – certified reference material; MP – measurement procedure; RM – reference material; FIF EUM – Federal Information Fund for Ensuring the Uniformity of Measurements.

For citation: Zabelina AA, Tolmachev VV, Matveeva IN. Development and certification of a reference material for the mechanical properties of 12Cr18Ni10Ti steel based on plasticity parameters. *Measurement Standards. Reference Materials.* 2025;21(4):88–98. (In Russ.). <https://doi.org/10.20915/2077-1177-2025-21-4-88-98>

The article was submitted 18.03.2025; approved after reviewing 10.10.2025; accepted for publication 25.12.2025.

Введение

Испытание на статическое растяжение – один из основных методов определения свойств металлических материалов, в том числе инновационных [1–5]. Для приведения метода испытания на статическое растяжение в соответствие с современными метрологическими требованиями [6] был переработан межгосударственный стандарт ГОСТ 1497–84¹. В актуальной версии ГОСТ 1497–2023² появилось требование по использованию стандартных образцов (СО) как основы для сравнения. Применение СО для оценивания неопределенности измерения временного сопротивления описано в [7], проверка программного обеспечения испытательных машин с использованием стандартного образца утвержденного типа (ГСО) приведено в [8]. Однако утвержденный тип СО механических свойств стали

ГСО 11854-2021³ аттестован только по показателям прочности – временному сопротивлению σ_b и физическому пределу текучести σ_t .

Цель данного исследования – разработка СО, изготовленного из проката сортового горячекатаного круглого сечения из стали марки 12Х18Н10Т, аттестованного по показателям пластичности – относительному удлинению после разрыва δ_5 и относительному сужению после разрыва ψ .

Задачи работы: исследование однородности материала СО, определение аттестованных значений и характеристик расширенной неопределенности СО, оценка срока годности СО, установление метрологической прослеживаемости значений СО к единицам физических величин системы SI.

Материалы и методы

Исходным материалом для изготовления СО выбран прокат сортовой горячекатаный

¹ ГОСТ 1497–84 Металлы. Методы испытаний на растяжение.

² ГОСТ 1497–2023 Металлы. Методы испытаний на растяжение.

³ ГСО 11854–2021 Стандартный образец утвержденного типа механических свойств стали марки 20.

круглого сечения по ГОСТ 2590–2006⁴ из стали марки 12Х18Н10Т по ГОСТ 5632–2014⁵ диаметром 18 мм (далее по тексту – пруток).

Исследование однородности материала СО производилось на образцах типа IV номер 5 по ГОСТ 1497–2023, изготовленных из отрезков прутка, одновременно с определением аттестованных значений и значений абсолютных расширенных неопределенностей аттестованных значений СО.

Измерения проводились по методикам измерений (МИ): МИ относительного удлинения после разрыва при статическом растяжении образцов сталей М.265.002/RA.RU.311866/2024 (рег. № ФР.1.27.2024.49936); МИ относительного сужения площади поперечного сечения после разрыва при статическом растяжении образцов сталей М.265.003/RA.RU.311866/2024 (рег. № ФР.1.27.2024.49937) с использованием следующих средств измерений:

⁴ ГОСТ 2590–2006 Прокат сортовой стальной горячекатаный круглый. Сортамент.

⁵ ГОСТ 5632–2014 Легированные нержавеющие стали и сплавы коррозионно-стойкие, жаростойкие и жаропрочные. Марки.

Таблица 1. Значения стандартной неопределенности от межэкземплярной неоднородности материала СО

Table 1. Standard uncertainty values due to between-unit heterogeneity of the reference material

Характеристика, единица величины	Значение	Значение стандартной неопределенности от межэкземплярной неоднородности материала СО, u_h
Относительное удлинение после разрыва δ_5 , %	73,5	0,369
Относительное сужение после разрыва ψ , %	70,0	0,169

Таблица составлена авторами по собственным данным / The table is prepared by the authors using their own data

Таблица 2. Значения стандартной неопределенности от характеристизации, u_{char}

Table 2. Standard uncertainty values from characterization, u_{char}

Характеристика, единица величины	Значения стандартной неопределенности от характеристизации, u_{char}
Относительное удлинение после разрыва δ_5 , %	0,140
Относительное сужение после разрыва ψ , %	0,141

Таблица составлена авторами по собственным данным / The table is prepared by the authors using their own data

– Государственного рабочего эталона единицы силы 1-го разряда в диапазоне значений от 2 до 200 кН 3.1.ZZB.0419.2022, свидетельство об аттестации государственного эталона № 32-029-2024 до 22.05.2026;

– эталона единицы длины 4-го разряда – микроскопа видеоизмерительного серии MBZ, MBZ-500TT ЧПУ, свидетельство о поверке С-С/18-12-2023/302752772 до 17.12.2024;

– прибора комбинированного Testo 608-H1, свидетельство о поверке № С-СЕ/29-01-2024/312771435 до 28.01.2025.

Оценивание однородности материала СО проводилось согласно разделу 7 ГОСТ ISO Guide 35–2015⁶.

В результате исследования однородности аттестуемых характеристик СО были получены значения стандартной неопределенности от межэкземплярной неоднородности материала СО u_h (табл. 1).

Значения стандартной неопределенности от характеристизации оценивались согласно разделу 7 ГОСТ ISO Guide 35–2015 (табл. 2).

⁶ ГОСТ ISO Guide 35–2015 Стандартные образцы. Общие и статистические принципы сертификации (аттестации).

Аттестованные значения и значения расширенных неопределенностей аттестованных значений СО рассчитывались по результатам измерений, полученных при исследовании однородности материала СО.

Расширенная неопределенность аттестованных значений СО оценена путем объединения вкладов от характеризации и однородности в общую неопределенность значений параметра по формуле

$$U_{CRM} = k \sqrt{u_{char}^2 + u_h^2}, \quad (1)$$

где k – коэффициент охвата ($k=2$ при $P=0,95$).

Результаты оценивания аттестованных значений СО и значений расширенных неопределенностей аттестованных значений СО приведены в табл. 3.

По результатам испытаний СО в качестве справочных показателей аттестованы показатели «временное сопротивление σ_b », «условный предел текучести с допуском на величину пластической деформации 0,2% при нагружении $\sigma_{0,2}$ » с применением Государственного

рабочего эталона единицы силы 1-го разряда и эталона единицы длины 4-го разряда согласно алгоритмам ГОСТ 1497–2023 без применения аттестованных методик.

Информация о справочных значениях показателей «временное сопротивление σ_b », «условный предел текучести с допуском на величину пластической деформации 0,2% при нагружении $\sigma_{0,2}$ » позволит лабораториям реализовать процедуру мониторинга достоверности результатов своей деятельности в соответствии с п. 7.1.1 ГОСТ ISO/IEC17025–2019⁷, используя корреляцию результатов для различных характеристик механических свойств образца.

Результаты оценивания справочных значений СО и значений расширенных неопределенностей справочных значений СО приведены в табл. 4.

Прослеживаемость аттестованных значений СО к единице длины (м), воспроизводимой Государственным первичным эталоном

⁷ ГОСТ ISO/IEC17025–2019 Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий.

Таблица 3. Аттестованные значения и значения расширенных неопределенностей аттестованных значений СО при доверительной вероятности 0,95

Table 3. Certified values and its expanded uncertainties of the RM at a confidence level of 0.95

Характеристика, единица величины	Аттестованное значение	Значение расширенной неопределенности аттестованного значения СО при $P=0,95$ и $k=2$
Относительное удлинение после разрыва δ_5 , %	73,5	0,8
Относительное сужение после разрыва ψ , %	70,0	0,5

Таблица составлена авторами по собственным данным / The table is prepared by the authors using their own data

Таблица 4. Справочные значения и значения расширенных неопределенностей справочных значений СО при доверительной вероятности 0,95

Table 4. Reference values and its expanded uncertainties of the RM at a confidence level of 0.95

Характеристика, единица величины	Справочное значение	Значение расширенной неопределенности справочного значения СО, при $P=0,95$ и $k=2$
Временное сопротивление σ_b , Н/мм ²	626	5
Условный предел текучести $\sigma_{0,2}$, Н/мм ²	228	4

Таблица составлена авторами по собственным данным / The table is prepared by the authors using their own data

длины ГЭТ 2, реализована посредством применения микроскопа видеоизмерительного серии MBZ, MBZ-500ТТ ЧПУ – эталона 4-го разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой⁸.

Срок годности СО установлен на основании данных о сроках годности аналогичных СО механических свойств сталей (ГСО 11854-2021) – 10 лет для всех аттестованных характеристик.

Результаты и обсуждение

Назначение СО механических свойств стали марки 12Х18Н10Т:

- контроль точности результатов измерений механических свойств при статическом испытании металлов на растяжение;
- аттестация и валидация методик измерений механических свойств при статическом испытании металлов на растяжение;
- проверка программного обеспечения испытательных машин для определения характеристик механических свойств при растяжении по ГОСТ 1497–2023.

Для оценки соответствия метрологических характеристик СО механических свойств стали марки 12Х18Н10Т установленным метрологическим требованиям использована информация ФИФ ОЕИ об аттестованных МИ относительного удлинения после разрыва и относительного сужения после разрыва. Сведения об аттестованных МИ, их диапазонах измерений и показателях точности представлены в табл. 5.

Для характеристики «относительное удлинение после разрыва» установленное значение расширенной неопределенности аттестованного значения СО при $P=0,95$ и $k=2$, $U=0,8\%$ более чем в 10 раз меньше показателей точности аттестованных МИ.

Для характеристики «относительное сужение после разрыва» установленное значение расширенной неопределенности аттестованного значения СО при $P=0,95$ и $k=2$, $U=0,5\%$ более чем в 5 раз меньше показателей точности аттестованных МИ.

⁸Государственная поверочная схема для средств измерений длины в диапазоне от $1 \cdot 10^{-9}$ до 100 м и длины волн в диапазоне от 0,2 до 50 мкм : утв. Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 декабря 2018 г. № 2840.

Метрологические характеристики СО обеспечивают соответствие СО своему назначению. СО может быть использован для контроля правильности результатов измерений механических свойств, полученных по рабочим МИ.

Метод контроля точности результатов измерений механических свойств с использованием ГСО 12792-2024 состоит в сравнении разности между результатом контрольного измерения аттестованной характеристики образца, проведенного в лаборатории, и его аттестованным значением.

Контрольное измерение проводилось в условиях повторяемости по ГОСТ 1497–2023 на двух пропорциональных цилиндрических образцах типа III № 7, изготовленных из материала ГСО 12792-2024, с использованием следующих СИ:

- испытательной машины ИТС 8024-1,0;
- штангенциркуля (0-250) мм, цена деления 0,05 мм;
- микрометра гладкого (0-25) мм, цена деления 0,01 мм;
- термогигрометра ИВА-6Н-Д.

Обращение с СО в ходе контрольного измерения осуществлялось так же, как и с большинством повседневно используемых образцов при испытании на растяжение. Условия испытания соответствовали методу Б (на основе скорости нагружения). Заданная скорость перемещения траверсы испытательной машины соответствовала принятой в лаборатории скорости испытания 2 мм/мин. Однако информация о величине скорости нагружения в соответствии с п. 6.6.4 ГОСТ 1497–2023 лабораторией не представлена.

Значение разности между результатом контрольного измерения, представляющим собой среднее арифметическое измеренных значений СО \bar{X} , и аттестованным значением СО X_{CO} (смещение ξ), вычисляемое по формуле

$$\xi = \bar{X} - X_{CO}, \quad (2)$$

сравнивалось с неопределенностью этой разности, которая определяется стандартной неопределенностью аттестованного значения u_{CO} и стандартной неопределенностью среднего арифметического измеренных значений $u_{\bar{X}}$, (неопределенностью смещения) по формуле

Таблица 5. Методики измерений (МИ) относительного удлинения после разрыва, относительного сужения после разрыва по данным ФИФ ОЕИ

Table 5. Measurement procedures (MP) for percentage elongation after fracture and percentage contraction after fracture according to FIF EUM

Наименование характеристики	Номер МИ в реестре	Метрологические характеристики	Квантиль распределения Фишера $F = \frac{u_{\max}^2}{u_{\min}^2} \cdot \frac{1}{2}$
Относительное удлинение после разрыва	ФР.1.28.2023.46969**	Диапазон измерений – от 1 до 80 % включ. Показатель точности (пределы относительной суммарной погрешности измерений при $P=0,95$) – $\pm 10\%$	84
	ФР.1.28.2021.40198***	Относительное удлинение после разрыва: диапазон измерений – от 10 до 75 % включ. Расширенная неопределенность при уровне доверия $P=95\%$, (показатель точности), $U_{\text{л}}=0,24 \cdot \delta_5$	486
Относительное сужение после разрыва	ФР.1.28.2022.44152****	Диапазон измерений – от 0 до 100 % Показатель точности (пределы относительной суммарной погрешности измерений при $P=0,95$) – $\pm 6\%$	71
	ФР.1.28.2021.40198*****	Диапазон измерений – от 60 до 85 % включ. Расширенная неопределенность при уровне доверия $P=95\%$, (показатель точности), $U_{\text{л}}=0,04 \cdot \psi$	31

* u_{\max} , u_{\min} – наибольшее и наименьшее значения суммарных стандартных неопределенностей СО и аттестованной МИ.

** ФР.1.28.2023.46969 Определение характеристик кратковременных механических свойств при входном и операционном контроле. Методика выполнения испытаний.

*** ФР.1.28.2021.40198 Методика измерений механических свойств сталей при статическом нагружении.

**** ФР.1.28.2022.44152 Выполнение фрактографических исследований.

***** ФР.1.28.2021.40198 Методика измерений механических свойств сталей при статическом нагружении.

Таблица составлена авторами по собственным данным / The table is prepared by the authors using their own data

$$u_{\xi} = \sqrt{u_{\text{CO}}^2 + u_{\text{л}}^2 + u_{\bar{x}}^2}, \quad (3)$$

где $u_{\text{л}}$ – стандартная неопределенность результатов измерений при реализации МИ по ГОСТ 1497–2023, оцененная по типу В

в соответствии с ГОСТ 34100.3–2017⁹; – стандартная неопределенность среднего арифмети-

⁹ ГОСТ 34100.3–2017 Неопределенность измерения. Часть 3. Руководство по выражению неопределенности измерения.

ческого значения n измеренных значений контрольного измерения, оцененная из выборочного стандартного отклонения s по формуле

$$u_{\bar{x}} = \frac{s}{\sqrt{n}}. \quad (4)$$

Необходимость учета стандартной неопределенности, представляющей собой стандартную неопределенность типа А, в формуле (3) обусловлена тем, что в ГОСТ 1497–2023 не предусмотрено проведение параллельных измерений и использование среднего арифметического значения в качестве оценки результата измерения. Т. к. при проведении контрольного измерения в качестве наилучшей оценки математического ожидания результата измерения СО принято среднее арифметическое значение, то кроме стандартной неопределенности типа В (u_L) для результата измерения должна быть учтена стандартная неопределенность типа А ($u_{\bar{x}}$).

Результат контрольного измерения совместим с аттестованным значением СО, т. е. отсутствуют экспериментальные доказательства смещения, если выполняется следующий критерий в соответствии с ГОСТ ISO Guide 33–2019¹⁰:

$$|\xi| \leq k \cdot u_{\xi}, \quad (5)$$

где k – коэффициент охвата ($k=2$ при $P=0,95$).

Результаты оценки смещения результатов контрольного измерения СО от аттестованных и справочных значений СО приведены в табл. 6.

По результатам оценки сделан вывод: полученные в испытательной лаборатории результаты испытаний материала СО не имеют смещения по сравнению с аттестованными и справочными значениями СО по показателям:

- пластичность δ_5 (относительное удлинение после разрыва) при статическом испытании на растяжение;
- пластичность ψ (относительное сужение после разрыва) при статическом испытании на растяжение;
- напряжение σ_b (временное сопротивление, предел прочности) при статическом испытании на растяжение.

¹⁰ ГОСТ ISO Guide 33–2019 Стандартные образцы. Надлежащая практика применения стандартных образцов.

Однако смещение присутствует по показателю напряжение $\sigma_{0,2}$ (условный предел текучести с допуском на величину пластической деформации 0,2 % при нагружении).

Предполагаемые причины смещения результатов испытаний материала СО могут быть следствием:

- подготовки образца для испытаний, выполненной для каждого испытываемого объекта;
- скорости испытания, принятой в лаборатории;
- некоммутативности обработки экспериментальных данных испытательными машинами с различным программным управлением...

... и возможных других причин.

Таким образом, для показателя напряжение $\sigma_{0,2}$ (условный предел текучести с допуском на величину пластической деформации 0,2 % при нагружении) смещение составляет $\sigma_{0,2} = 29 \text{ Н/мм}^2$.

При наличии смещения результат испытаний СО может быть представлен с учетом поправки:

– в исправленном виде:

$$\sigma_{0,2 \text{ исп}} = (257 - 29) \pm 2 \cdot 3,14 = (228 \pm 6) \text{ Н/мм}^2;$$

– в неисправленном виде с неопределенностью результата с учетом поправки на смещение:

$$\sigma_{0,2 \text{ неисп}} = 257 \pm 2 \cdot \sqrt{3,14^2 + 29^2} = (257 \pm 58) \text{ Н/мм}^2.$$

Предложенный на основании ГОСТ ISO Guide 33–2019 алгоритм контроля точности результатов измерений механических свойств с использованием ГСО 12792–2024 является альтернативным алгоритму, изложенному в п. И.1 приложения И ГОСТ 1497–2023.

Заключение

Разработан СО утвержденного типа механических свойств стали марки 12Х18Н10Т и зарегистрирован в Государственном реестре утвержденных типов СО под номером ГСО 12792–2024.

В процессе разработки и исследования метрологических характеристик СО механических свойств стали марки 12Х18Н10Т аттестованы и могут быть использованы в соответствии с назначением СО:

- показатель «относительное удлинение после разрыва $\delta_5 = (73,5 \pm 0,8)\%$ »;

Таблица 6. Оценка смещения результатов контрольного измерения СО от аттестованных и справочных значений СО

Table 6. Assessment of the bias of the control measurement results of the RM relative to certified and reference values

Характеристика Оценка	Относительное удлинение после разрыва δ_5 , %	Относительное сужение после разрыва ψ , %	Временное со- противление σ_v , Н/мм ²	Условный предел теку- чести $\sigma_{0,2}$, Н/мм ²
Аттестованное значение СО, X_{CO}	73,5	70,0	626	228,0
Стандартная неопределенность СО, u_{CO}	0,4	0,5	2,5	2,0
Результаты контрольного измерения, X_i	74,0 74,0	68,0 73,0	629 626	253,0 260,0
Среднее значение кон- трольного измерения, \bar{X}	74,0	70,5	628	257,0
Выборочное стандартное отклонение среднего значе- ния контрольного измере- ния, s	0,0	3,5	2,2	5,0
Стандартная неопределенность результата контроль- ного измерения, $u_{\bar{X}}$	0,0	2,5	1,6	3,5
Стандартная неопределенность результатов измере- ний при реализации МИ, u_{Π}	0,7	1,6	7,7	3,1
Неопределенность смеще- ния, u_{ξ}	0,8	3,0	8,2	5,1
Смещение, ξ	0,5	0,5	2	29

Таблица составлена авторами по собственным данным / The table is prepared by the authors using their own data

– показатель «относительное сужение $\psi = (70,0 \pm 0,5)\%$ ».

Аттестованы как справочные показатели:

– «временное сопротивление σ_v »;

– «условный предел текучести с допуском на величину пластической деформации 0,2 % при нагружении $\sigma_{0,2}$ ».

Получен опыт определения точности результатов измерений механических свойств при статическом испытании металлов на растяжение с использованием ГСО 12792–2024.

ГСО 12792-2024 может быть использо-
ван для оценки пригодности рабочих МИ
механических свойств, характеризации СО

предприятий, подтверждении эквивалент-
ности результатов измерений двух и более
лабораторий, проведения межлабораторных
сличений.

Вклад авторов: Все авторы внесли свой
вклад в концепцию и дизайн исследования.
Забелина А. А. – проведение исследования, ва-
lidация, написание чернового варианта статьи;
Толмачев В. В. – разработка концепции исследо-
вания, разработка методологии, работа с источ-
никами литературы, проверка и редактура тек-
ста статьи; Матвеева И. Н. – формальный ана-
лиз, валидация, редактура текста статьи.

Contribution of the authors: All authors contributed to the concept and design of the study. Zabelina AA – research, validation, writing a draft of the article; Tolmachev VV – research concept, methodology, work with literature sources, revision of the text; Matveeva IN – formal analysis, validation, revision of the text.

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов, требующего раскрытия в данной статье.

Conflict of interest: The authors declare no conflict of interest requiring disclosure in the article.

Финансирование: Статья подготовлена в рамках опытно-конструкторской работы

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. *Озинковский О. О., Озинковская Е. Е., Хорунжева О. Е.* Проверка качества сварных соединений ультразвуковым методом и испытания на статическое растяжение // Россия молодая : Сборник материалов XVI Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых с международным участием, Кемерово, 16–19 апреля 2024 года / Кемерово : Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева, 2024. С. 42110.1–42110.7.
2. *Долбина К. И.* Испытание металлов на статическое растяжение // Образование. Наука. Производство : Сборник докладов XIV Международного молодежного форума, Белгород, 13–14 октября 2022 года / Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова, 2022. С. 41–44.
3. *Магомедова Д. К.* Влияние структуры сплава Al 6101 на образование пор при статическом растяжении как на структурное изменение в процессе деформации // Materials. Technologies. Design. 2022. Т. 4, № 1 (7). С. 24–29. https://doi.org/10.54708/26587572_2022_41724
4. Оценка вязкопластических свойств стали 38Г2Ф по результатам испытаний на растяжение и ударный изгиб / В. А. Хотинов [и др.] // Деформация и разрушение материалов. 2023. № 4. С. 32–48. <https://doi.org/10.31044/1814-4632-2023-4-32-40>
5. Исследование механических свойств современного металлопроката строительного назначения при повышенных температурах / В. И. Голованов [и др.] // Пожаровзрывобезопасность. 2022. Т. 31, № 2. С. 52–62. <https://doi.org/10.22227/0869-7493.2022.31.02.52-62>
6. Толмачев В. В., Матвеева И. Н. Современное состояние метрологического обеспечения испытаний на статическое растяжение // Эталоны. Стандартные образцы. 2022. Т. 18, № 1. С. 51–67. <https://doi.org/10.20915/2077-1177-2022-18-1-51-67>
7. Матвеева И. Н., Толмачев В. В., Забелина А. А. Применение концепции прослеживаемости при определении механических свойств металлов при статическом растяжении: на примере ГСО 11854–2021 // Эталоны. Стандартные образцы. 2023. Т. 19, № 1. С. 41–50. <https://doi.org/10.20915/2077-1177-2023-19-1-41-50>
8. Толмачев В. В. Проверка программного обеспечения разрывных машин для определения механических свойств при растяжении с использованием стандартного образца ГСО 11854-2022 // Стандартные образцы в измерениях и технологиях : Тезисы докладов VI Международной научной конференции, Екатеринбург, 03–06 сентября 2024 года / Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии [и др.]. Екатеринбург : УНИИМ, 2024. С. 165–166.

REFERENCES

1. Ozinkovsky O.O., Ozinkovskaya E.E., Khorunzheva O.E. Ultrasonic quality control of welded joints and static tensile testing. In: Young Russia: *Collection of materials of the XVI all-russian scientific and practical conference of young scientists with international participation*, 16–19 April 2024, Kemerovo, Russia. Kemerovo: Kuzbass State Technical University named after TF Gorbachev; 2024. P. 42110.1–42110.7. (In Russ.).

«Разработка референтных методик и стандартных образцов утвержденных типов, необходимых для метрологического обеспечения измерений механических свойств, характеризующих пластичность металлов», шифр «Пластичность», УНИИМ – филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева».

Funding: The article was prepared as part of the development work «Development of reference methods and certified reference materials for metrological support of measurements of mechanical properties of the plasticity of metals», code «Plasticity», UNIIM – Affiliated Branch of the D. I. Mendeleyev Institute for Metrology.

2. Dolbina K. I. Testing of metals for static stretching. In: *Education. Science. Production: Collection of reports of the XIV International Youth Forum*, 13–14 October 2022, Belgorod, Russia. Belgorod State Technological University named after VG Shukhov; 2022. P. 41–44. (In Russ.).
3. Magomedova D. K. Influence of AL 6101 alloy structure on pore formation in static tension as a structural change during deformation. *Materials. Technologies. Design.* 2022;4(1(7)):24–29. (In Russ.). https://doi.org/10.54708/26587572_2022_41724
4. Khotinov V. A., Erpalov M. V., Ovssyannikov A. B., Farber V. M. Estimation of the viscoplastic properties of 38G2F steel using the results of tensile and impact bending tests. *Russian Metallurgy (Metally).* 2023;10:1565–1571. (In Russ.). <https://doi.org/10.31044/1814-4632-2023-4-32-40>
5. Golovanov V. I., Kryuchkov G. I., Strekalev A. N., Komissarov A. A., Tikhonov S. M. A study on mechanical properties of modern rolled structural metal at elevated temperatures. *Pozharovzryvobezopasnost / Fire and Explosion Safety.* 2022;31(2):52–62. (In Russ.). <https://doi.org/10.22227/0869-7493.2022.31.02.52-62>
6. Tolmachev V. V., Matveeva I. N. The current state of metrological support for static tension. *Measurement Standards. Reference Materials.* 2022;18(1):51–67. (In Russ.). <https://doi.org/10.20915/2077-1177-2022-18-1-51-67>
7. Matveeva I. N., Tolmachev V. V., Zabelina A. A. Application of the concept of traceability in determining the mechanical properties of metals under static tension on the example of GSO 11854–2021. *Measurement Standards. Reference Materials.* 2023;19(1):41–50. (In Russ.). <https://doi.org/10.20915/2077-1177-2023-19-1-41-50>
8. Tolmachev V. V. Validation of software for tensile testing machines for determination of tensile properties using the reference material GSO 11854–2022. In: *Reference materials in measurement and technology: Collection of works Its international scientific conference*, 03–06 September 2024, Yekaterinburg, Russia. Yekaterinburg: D. I. Mendeleev Institute for Metrology, 2024. P. 165–166. (In Russ.).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Забелина Анастасия Андреевна – инженер лаборатории менеджмента риска и метрологического обеспечения безопасности технологических систем, УНИИМ – филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева»
620075, г. Екатеринбург, ул. Красноармейская, 4
e-mail: sertif@uniim.ru

Толмачев Владимир Валерьевич – канд. физ.-мат. наук, заведующий отделом метрологии механических и геометрических величин и характеристик, УНИИМ – филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева»
620075, г. Екатеринбург, ул. Красноармейская, 4
e-mail: sertif@uniim.ru
<https://orcid.org/0000-0002-6122-1734>

Матвеева Илона Николаевна – научный сотрудник лаборатории менеджмента риска и метрологического обеспечения безопасности технологических систем, УНИИМ – филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева»
620075, г. Екатеринбург, ул. Красноармейская, 4
e-mail: MatveevaIN@uniim.ru
<https://orcid.org/0009-0002-2864-4409>

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Anastasia A. Zabelina – Engineer of the Laboratory for Risk Management and Metrological Safety Assurance of Technological Systems, UNIIM – Affiliated Branch of the D. I. Mendeleyev Institute for Metrology

4 Krasnoarmeyskaya St., Yekaterinburg, 620075, Russia
e-mail: sertif@uniim.ru

Vladimir V. Tolmachev – Cand. Sci. (Phys.-Math.), Head of the Department of Metrology of Mechanical and Geometric Quantities and Characteristics, UNIIM – Affiliated Branch of the D. I. Mendeleyev Institute for Metrology
4 Krasnoarmeyskaya St., Yekaterinburg, 620075, Russia
e-mail: sertif@uniim.ru
<https://orcid.org/0000-0002-6122-1734>

Ilona N. Matveeva – Researcher of the Laboratory for Risk Management and Metrological Safety Assurance of Technological Systems, UNIIM – Affiliated Branch of the D. I. Mendeleyev Institute for Metrology

4 Krasnoarmeyskaya St., Yekaterinburg, 620075, Russia
e-mail: MatveevaIN @uniim.ru
<https://orcid.org/0009-0002-2864-4409>