Группа В73

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ПРОВОЛОКА ИЗ ПРЕЦИЗИОННЫХ СПЛАВОВ С ВЫСОКИМ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ СОПРОТИВЛЕНИЕМ

Технические условия

ГОСТ 12766.1—90

Wire of high electric resistance precision alloys. Specifications

МКС 77.140.65
ОКС 12 2600, 12 2500

Дата введения 01.01.91

Настоящий стандарт распространяется на холоднотянутую проволоку из прецизионных сплавов с высоким электрическим сопротивлением, предназначенную для изготовления нагревательных элементов и элементов сопротивления.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ

1.1. Проволока должна изготовляться в соответствии с требованиями настоящего стандарта.

1.1.1. Проволоку подразделяют:

по назначению:

из сплавов марок Х15Ю5, Х23Ю5, Х23Ю5Т, Х27Ю5Т, ХН20ЮС;

для нагревательных элементов — Н;

для трубчатых электрических нагревателей — ТЭН;

для элементов сопротивления — С;

из сплавов марок Х15Н60-Н; Х20Н80-Н; ХН70Ю-Н:

для нагревательных элементов;

для трубчатых электрических нагревателей — ТЭН;

из сплава марки Х15Н60 — для элементов сопротивления;

по цвету поверхности из сплава марки Х15Н60:

со светлой поверхностью — СВ;

с окисленной поверхностью — О

1.2. Основные параметры и размеры

1.2.1. Проволоку в зависимости от марки сплава изготовляют предельными диаметрами, приведенными в табл. 1.

Таблица 1

Марка сплава	Предельные диаметры, мм	Марка сплава	Предельные диаметры, мм
Х15Ю5	0,2—7,5	Х15Н60-Н	0,1—7,5
Х23Ю5	0,3—7,5	Х20Н80-Н	0,1—7,5
Х23Ю5Т	0,3—7,5	ХН70Ю-Н	1,0—7,0
Х27Ю5Т	0,5—6,0	ХН20ЮС	0,8—7,5
Х15Н60	0,4—3,0		

Издание официальное ★ **Перепечатка воспрещена**

gost.e-ecolog.ru

1.2.2. Диаметры проволоки должны соответствовать ГОСТ 2771 для ряда диаметров R40.
Предельные отклонения должны соответствовать квалитетам:
j_s 9 — для диаметров от 0,10 до 0,30 мм включительно;
j_s 9 » » св. 0,30 до 0,60 мм включительно;
j_s 10 » » св. 0,60 до 6,00 мм включительно;
j_s 11 » » св. 6,00 до 7,50 мм включительно.

Примечания:
1. Допускается округление предельных отклонений до сотых долей миллиметра.
2. По согласованию потребителя с изготовителем проволоку изготовляют других диаметров.

1.2.3. Масса одного отрезка проволоки должна соответствовать нормам, приведенным в табл. 2.

Таблица 2

Диаметр, мм	Масса, кг, не менее	
	нормальная	пониженная
От 0,1 до 0,2 включ.	0,10	0,05
Св. 0,2 » 0,3 »	0,20	0,10
» 0,3 » 0,4 »	0,30	0,15
» 0,4 » 0,8 »	0,50	0,25
» 0,8 » 1,2 »	1,50	0,75
» 1,2 » 1,8 »	2,50	1,25
» 1,8 » 2,5 »	4,00	2,00
» 2,5 » 3,5 »	6,00	3,00
» 3,5 » 5,6 »	10,0	5,0
» 5,6 » 7,0 »	20,0	10,0
» 7,0 » 7,5 »	30,0	10,0

Примечания:
1. Отрезки проволоки пониженной массы допускаются в количестве не более 15 % от массы партии.
2. По согласованию изготовителя и потребителя проволоку изготовляют иной массы.
3. Допускается сварка нескольких отрезков проволоки одной плавки при условии, что места сварки должны отвечать всем требованиям настоящего стандарта.

Примеры условных обозначений

Проволока диаметром 1,5 мм из сплава марки Х23Ю5Т для нагревательных элементов:

Проволока 1,5-Х23Ю5Т-Н ГОСТ 12766.1—90

То же, диаметром 0,4 мм с окисленной поверхностью из сплава марки Х15Н60 для элементов сопротивления:

Проволока 0,40-Х15Н60 ГОСТ 12766.1—90

То же, диаметром 0,1 мм из сплава марки Х20Н80-Н для трубчатых нагревательных элементов:

Проволока 0,1-Х20Н80-Н-ТЭН ГОСТ 12766.1—90

(Измененная редакция, Изм. № 1).

1.3. Характеристики

1.3.1. Проволоку изготовляют из сплавов марок Х15Ю5, Х23Ю5, Х15Н60, Х15Н60-Н, Х20Н80-Н, Х27Ю5Т, Х23Ю5Т, ХН70Ю-Н, ХН20ЮС с химическим составом по ГОСТ 10994.

1.3.2. Проволоку изготовляют в мягком термически обработанном состоянии. По согласованию изготовителя с потребителем проволоку изготовляют с травленой поверхностью.

1.3.3. Удельное электрическое сопротивление проволоки в мягком термически обработанном состоянии должно соответствовать нормам, приведенным в табл. 3.

Таблица 3

Марка сплава	Диаметр, мм	Удельное электрическое сопротивление ρ, мкОм · м
Х15Ю5	Все размеры	1,24—1,34
Х23Ю5		1,30—1,40
Х23Ю5Т		1,34—1,45
Х27Ю5Т		1,37—1,47
Х15Н60, Х15Н60-Н	От 0,1 до 3,0 включ.	1,06—1,16
Х15Н60-Н	Св. 3,0	1,07—1,18
Х20Н80-Н	От 0,1 до 0,5 включ.	1,03—1,13
	Св. 0,5 » 3,0 »	1,06—1,16
	» 3,0 »	1,07—1,18
ХН70Ю-Н	Все размеры	1,25—1,35
ХН20ЮС		0,99—1,07

Примечание. Номинальные значения удельного электрического сопротивления приведены в приложении 1.

1.3.4. Допускаемое отклонение электрического сопротивления 1 м проволоки от номинального не должно превышать ±5 %.

Номинальные значения электрического сопротивления 1 м приведены в приложении 2.

1.3.5. Разброс электрического сопротивления 1 м проволоки в пределах одного мотка (катушки, оправки) не должен превышать 4 % по требованию потребителя для ТЭН—3 %.

1.3.6. Живучесть сплавов, предназначенных для изготовления нагревательных элементов и ТЭН, испытанная по методу Г, должна соответствовать нормам, приведенным в табл. 4.

Таблица 4

Марка сплава	Температура испытания, °С	Живучесть*, ч, не менее
Х15Ю5	1150	120
Х23Ю5	1250	80
Х23Ю5Т	1300	70
Х27Ю5Т	1300	80
ХН20ЮС	1150	100
Х15Н60-Н	1150	150
Х20Н80-Н	1200	160
ХН70Ю-Н	1200	100

* Для сплава марки ХН20ЮС живучесть не является браковочным признаком до 01.01.98. Определение обязательно.

(Измененная редакция, Изм. № 1).

1.3.7. **(Исключен, Изм. № 1).**

1.3.8. Поверхность проволоки должна быть без трещин, рванин и рябизны. Допускаются царапины, отпечатки, риски, закаты, плены глубиной не более 0,012 мм — для проволоки диаметром от 0,10 до 0,60 мм включительно; не более 0,02 мм — для проволоки диаметром св. 0,6 до 6,0 мм включительно; не более 0,04 мм — для проволоки диаметром св. 6,0 мм.

Поверхность должна быть серой или серебристо-матовой или покрыта тонкой окисной пленкой цветов побежалости, без ярко выраженных темных пятен. Для проволоки диаметром 3,0 мм и более из сплавов на никель-хромовой основе допускается темный цвет поверхности.

Проволоку из сплава Х15Н60 изготовляют с окисленной поверхностью темного цвета, покрытой окислами после отжига или со светлой поверхностью. При отсутствии указаний в заказе цвет поверхности проволоки устанавливает предприятие-изготовитель.

По согласованию изготовителя с потребителем допускается изготовление проволоки по образцам, согласованным в установленном порядке, если состояние поверхности не препятствует применению проволоки по целевому назначению потребителя.

1.3.9. Временное сопротивление разрыву и относительное удлинение проволоки в мягком термически обработанном состоянии должны соответствовать требованиям, приведенным в табл. 6.

Таблица 6*

Марка сплава	Временное сопротивление разрыву $\sigma_в$, Н/мм² (кгс/мм²), не более	Относительное удлинение δ_{200}, %, не менее
Х15Ю5	740(75)	16
Х23Ю5	740(75)	12
Х23Ю5Т	760(78)	10
Х27Ю5Т	780(80)	10
Х15Н60	880(90)	20
Х15Н60-Н	1000(102)	20
Х20Н80-Н		
ХН70Ю-Н		15
ХН20ЮС	780(80)	25

(Измененная редакция, Изм. № 1).

1.3.10. Проволока диаметром от 0,1 мм до 6,0 мм включительно при навивании пяти витков на стержень соответствующего диаметра не должна ломаться и расслаиваться.

1.3.11. Проволоку диаметром 0,3 мм и более из сплавов марок Х23Ю5Т и Х27Ю5Т, предназначенную для работы в качестве нагревателя, проверяют на склонность к высокотемпературной язвенной коррозии. На поверхности проволоки после проведения испытания не должно быть язв. При необходимости оценка состояния поверхности проводится путем сравнения с эталонными образцами, согласованными в установленном порядке.

(Измененная редакция, Изм. № 1).

1.3.12. По требованию потребителя проволоку диаметром 0,1—1,0 мм изготовляют с нормированной равномерностью шага спирали. Нормы и методы контроля устанавливают по согласованию изготовителя с потребителем.

1.3.13. Физические и электрические свойства сплавов, максимальная рабочая температура, ориентировочный срок службы приведены в приложениях 3—8.

1.4. Маркировка

1.4.1. Маркировка — по ГОСТ 7566 с дополнениями.

1.4.1.1. К каждому мотку (оправке, катушке) должен быть прикреплен ярлык с указанием:

товарного знака или наименования или наименования и товарного знака предприятия-изготовителя;

условного обозначения (без слова «проволока»);

диаметр проволоки;

штампов технического контроля;

электрического сопротивления 1 м проволоки для ТЭН по согласованию изготовителя с потребителем.

(Измененная редакция, Изм. № 1).

1.4.1.2. На каждый моток (катушку, оправку) проволоки диаметром 3,0 мм и менее прикрепляют один ярлык.

1.4.1.3. Транспортная маркировка — по ГОСТ 14192.

1.4.1.4. Маркировка проволоки диаметром менее 1,1 мм, предназначенной для отправки в районы Крайнего Севера и труднодоступные районы, — по ГОСТ 15846.

1.5. Упаковка

1.5.1. Упаковка — по ГОСТ 7566 с дополнениями.

1.5.1.1. Проволока диаметром менее 0,6 мм должна быть намотана на катушки или оправки.

1.5.1.2. Проволока диаметром от 0,6 до 1,0 мм включительно должна быть в мотках или на катушках (оправках), свыше 1,0 мм — в мотках. Проволока должна быть намотана на катушки (оправки) плотными неперепутанными рядами, обеспечивающими свободное сматывание.

---

* Табл. 5. **(Исключена, Изм. № 1).**

Каждый моток должен состоять из одного отрезка проволоки. Допускается намотка на катушку или оправку не более трех отрезков проволоки, при этом общая масса проволоки диаметром 0,36 мм и менее, предназначенной для нагревательных элементов и ТЭН, на катушке (оправке) не должна превышать 5 кг. Отрезки проволоки должны быть отделены прокладками, предохраняющими проволоку от перепутывания.

1.5.1.3. Мотки, катушки и оправки с проволокой диаметром менее 1,1 мм должны быть обернуты в один или более слоев бумаги по ГОСТ 8828, ГОСТ 9569, ГОСТ 10396 или другой нормативно-технической документации и уложены плотными рядами в ящики типа I или II по ГОСТ 2991 или другой нормативно-технической документации. Между рядами катушек прокладывают картон по ГОСТ 7376 или другой нормативно-технической документации.

Допускается упаковка в бочки, контейнеры или другую металлическую тару по нормативно-технической документации, разработанной в соответствии с требованиями ГОСТ 6247, ГОСТ 15102, ГОСТ 26155.

Мотки проволоки диаметром 1,1 мм и более должны быть обернуты одним слоем или несколькими слоями бумаги по ГОСТ 8828, ГОСТ 9569 или ГОСТ 10396, пленки по ГОСТ 10354, ГОСТ 16272 или тарного холстопрошивного полотна по ГОСТ 14253, нетканого полотна, сшивного лоскута из отходов текстильной промышленности, или других видов упаковочных материалов по нормативно-технической документации, за исключением хлопчатобумажных и льняных тканей. Упакованные мотки должны быть обвязаны проволокой по ГОСТ 3282 или другой нормативно-технической документации или скреплены другим способом, предохраняющим упаковку от разматывания.

Наружный диаметр мотка проволоки должен быть не более 1200 мм, внутренний — не менее 150 мм.

1.5.1.4. По согласованию изготовителя с потребителем для предохранения от коррозии проволоки из сплавов на железохромистой основе допускается применять промасливание индустриальными маслами по ГОСТ 20799 с ингибиторами.

1.5.1.5. Масса грузового места не должна превышать:

80 кг — при ручной погрузке и разгрузке;

1250 кг — при механизированной погрузке и разгрузке.

1.5.1.6. Допускается одно упаковочное место составлять из проволоки нескольких партий.

1.5.1.7. Упаковка проволоки диаметром менее 1,1 мм, предназначенной для отправки в районы Крайнего Севера и приравненные к ним местности, — по ГОСТ 15846.

2. ПРИЕМКА

2.1. Проволоку принимают партиями. Партия должна состоять из металла одной плавки и одного диаметра и должна быть оформлена документом о качестве, содержащим:

товарный знак или наименование и товарный знак или наименование предприятия-изготовителя;

условное обозначение проволоки;

массу нетто партии;

результаты испытаний;

химический состав сплава.

2.2. Для проверки качества проволоки от партии отбирают:

для контроля диаметра, качества поверхности — 100 % мотков (катушек, оправок);

для контроля химического состава — одну пробу от плавки;

для контроля удельного электрического сопротивления, разброса электрического сопротивления в пределах одного мотка (катушки, оправки), относительного удлинения, временного сопротивления разрыву, навивания, электрического сопротивления 1 м, равномерности шага спирали — три мотка (катушки, оправки);

для контроля живучести — одну пробу от плавки массой, достаточной для изготовления не менее 5 м проволоки диаметром 0,8 мм.

2.3. Контроль разброса электрического сопротивления проволоки всех сплавов в пределах мотка (катушки, оправки) и испытания на навивание проволоки из сплавов марок Х20Н80-Н, Х15Н60-Н, Х15Н60 предприятие-изготовитель проводит периодически, но не реже одного раза в год.

2.4. Контроль живучести предприятие-изготовитель проводит периодически по указанию предприятия, выплавляющего металл, но не менее пяти раз в год для каждой марки.

Результаты испытаний сообщают предприятию, выплавляющему металл.

2.5. Химический состав сплавов удостоверяется документом о качестве, выданным предприятием, выплавляющим металл.

2.6. Контроль на склонность к язвенной коррозии проволоки проводят на одном мотке (катушке, оправке) от партии. Предприятие-изготовитель отсутствие язвенной коррозии на проволоке не определяет. Отсутствие язвенной коррозии проверяет, при необходимости, предприятие-потребитель.

2.7. Контроль относительного удлинения и временного сопротивления разрыву проволоки диаметром от 0,1 до 6,0 мм включительно предприятию-изготовителю допускается проводить периодически, но не менее одной партии в год каждой марки сплава.

2.8. При получении неудовлетворительных результатов испытаний хотя бы по одному показателю повторную проверку проводят по ГОСТ 7566.

3. МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ

3.1. Химический состав сплавов определяют по ГОСТ 12344 — ГОСТ 12348, ГОСТ 12350, ГОСТ 12352, ГОСТ 12356, ГОСТ 12357, ГОСТ 12364, ГОСТ 12365, ГОСТ 28473 или другими методами, обеспечивающими требуемую точность анализа. Отбор проб — по ГОСТ 7565.

3.2. Диаметр проволоки определяют в двух взаимноперпендикулярных направлениях одного сечения не менее чем в трех местах микрометром по ГОСТ 6507 или другими средствами измерения соответствующей точности на расстоянии не менее одного витка от конца мотка (катушки, оправки).

3.3. Качество поверхности проволоки проверяют визуально. Контроль качества поверхности проволоки, намотанной на катушки или оправки, проводят на наружных витках или в процессе технологических операций. При возникновении разногласий в оценке качества поверхность осматривают при увеличении 8 . Глубину дефекта определяют зачисткой. Место дефекта зачищают наждачной бумагой или напильником с последующим сравнительным измерением в зачищенном и незачищенном местах. При невозможности определения глубины дефекта зачисткой определение глубины и характера дефекта может проводиться металлографическим методом.

3.4. Определение электрического сопротивления проволоки проводят по ГОСТ 7229 с использованием приборов класса точности не хуже 0,05.

3.5. Удельное электрическое сопротивление (ρ), мкОм · м, вычисляют по формуле

$$\rho = \frac{10^6 RS}{L},$$

где R — электрическое сопротивление образца, Ом;

S — площадь поперечного сечения, м^2;

L — длина образца, м.

3.6. Для определения разброса электрического сопротивления проволоки в пределах мотка (катушки, оправки) измеряют электрическое сопротивление проволоки в начале и конце мотка (катушки, оправки). Разницу между электрическим сопротивлением относят к среднему из полученных значений и умножают на 100 %.

3.7. Определение живучести проводят по ГОСТ 2419 по методу Г до перегорания.

(Измененная редакция, Изм. № 1).

3.8. Испытание на навивание проводят по ГОСТ 10447. Диаметр стержня для навивания образца проволоки диаметром 0,1—4,5 мм должен быть равным четырехкратному диаметру проволоки для сплавов на никель-хромистой основе и пятикратному — для сплавов на железохромистой основе.

Диаметр стержня для навивания образца из всех марок сплавов диаметром свыше 4,5 мм должен быть равен шестикратному диаметру проволоки. Навивание образцов из сплава марки Х27Ю5Т проводят при температуре 300—400 °С.

3.9. Определение относительного удлинения и временного сопротивления разрыву проводят по ГОСТ 10446 на образцах с расчетной длиной 200 мм. Для проволоки диаметром 1 мм и менее допускается проводить определение механических свойств на образцах с расчетной длиной 100 мм.

(Измененная редакция, Изм. № 1).

3.10. Склонность к язвенной коррозии проволоки диаметром 3,0 мм и более определяют на образцах, испытанных при температуре (1300±20) °С в течение 1000 ч по методике приложения 7.

Склонность к язвенной коррозии проволоки диаметром менее 3,0 мм определяют на образцах, испытанных при температуре (1150±10) °С в течение 20 ч по методике приложения 7.

3.11. Определение массы проволоки проводят на весах, обеспечивающих необходимую точность взвешивания.

3.12. Для каждого вида испытаний, кроме испытания на склонность к язвенной коррозии, должно быть взято по одному образцу от каждого отобранного мотка (катушки, оправки); для испытания на склонность к язвенной коррозии — не менее четырех образцов от каждого отобранного мотка (катушки, оправки).

4. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ

4.1. Транспортирование и хранение — по ГОСТ 7566 с дополнениями.

4.1.1. Условия хранения проволоки на срок до 1 мес — ЗЖ3 по ГОСТ 15150, на срок более 1 мес — 1Л по ГОСТ 15150.

4.1.2. Транспортирование и хранение проволоки диаметром менее 1,1 мм, предназначенной для отправки в районы Крайнего Севера и приравненные к ним местности, — по ГОСТ 15846.

4.1.3. При отгрузке двух или более грузовых мест в адрес одного потребителя проводят укрупнение грузовых мест в соответствии с ГОСТ 21650, ГОСТ 24597.

5. ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ

5.1. Изготовитель гарантирует соответствие проволоки требованиям настоящего стандарта при соблюдении требований условий хранения.

Гарантийный срок хранения — три года с момента изготовления для сплавов на никель-хромистой основе и два года для сплавов на железохромистой основе.

6. УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Проволока у потребителя должна разматываться с катушки при скорости не более 200 м/мин, при усилии натяжения не более 0,6 разрывного усилия. При размотке должно обеспечиваться отсутствие биения катушки более чем 0,20 мм. Расположение оси катушки — горизонтальное.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
Справочное

НОМИНАЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ УДЕЛЬНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ

Таблица 7

Марка сплава	Диаметр проволоки, мм	Номинальное значение удельного электрического сопротивления $\rho_{ном}$, мкОм · м
Х15Ю5	Все диаметры	1,29
Х23Ю5	То же	1,35
Х23Ю5Т	»	1,39
Х27Ю5Т	»	1,42
Х15Н60, Х15Н60-Н	От 0,1 до 3,0 включ.	1,11
	Св. 3,0	1,12
Х20Н80-Н	От 0,1 до 0,5 включ.	1,08
	Св. 0,5 до 3,0 »	1,11
	Св. 3,0	1,13
ХН70Ю-Н	Все диаметры	1,30
ХН20ЮС	То же	1,02

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
Обязательное

НОМИНАЛЬНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ 1 м ПРОВОЛОКИ, Ом/м

Таблица 8

Диаметр, мм	Площадь поперечного сечения, мм²	Марка сплава							
		Х15Ю5	Х23Ю5	Х23Ю5Т	Х27Ю5Т	Х15Н60, Х15Н60-Н	Х20Н80-Н	ХН20ЮС	ХН70Ю-1
0,1	0,00785	164	172	177	—	141	138	130	—
0,105	0,00859	150	157	162	—	129	126	119	—
0,11	0,00950	136	142	146	—	117	114	107	—
0,115	0,0104	124	130	134	—	107	104	98,1	—
0,12	0,0113	114	119	123	—	98,2	95,6	90,3	—
0,13	0,0133	97,0	102	105	—	83,5	81,2	76,7	—
0,14	0,0154	83,8	87,7	90,3	—	72,1	70,1	66,2	—
0,15	0,0177	72,9	76,3	78,5	—	62,7	61,0	57,6	—
0,16	0,0201	64,2	67,2	69,2	—	55,2	53,7	50,7	—
0,17	0,0227	56,8	59,5	61,2	—	48,9	47,6	44,9	—
0,18	0,0254	50,8	53,1	54,7	—	43,7	42,5	40,2	—
0,19	0,0284	45,4	47,5	48,9	—	39,1	38,0	35,9	—
0,20	0,0314	41,1	43,0	44,3	—	35,4	34,4	32,5	—
0,21	0,0346	37,3	39,0	40,2	—	32,1	31,2	29,5	—
0,22	0,0380	33,9	35,5	36,6	—	29,2	28,4	26,8	—
0,24	0,0452	28,5	29,7	30,8	—	24,6	23,9	22,6	—
0,25	0,0491	26,3	27,5	28,3	—	22,6	22,0	20,8	—
0,26	0,0531	24,3	25,4	26,2	—	20,9	20,3	19,2	—
0,28	0,0616	20,9	21,9	22,6	—	18,0	17,5	16,6	—
0,30	0,0707	18,3	17,5	19,7	—	15,7	15,3	14,4	—
0,32	0,0804	16,0	16,8	17,3	—	13,8	13,4	12,7	—
0,34	0,0908	14,2	14,9	15,3	—	12,2	11,9	11,2	—
0,36	0,102	12,7	13,3	13,6	—	10,9	10,6	10,0	—
0,38	0,113	11,4	11,9	12,3	—	9,82	9,56	9,03	—
0,40	0,126	10,2	10,7	11,0	—	8,81	8,57	8,29	—
0,42	0,139	9,28	9,71	10,0	—	7,99	7,77	7,34	—
0,45	0,159	8,11	8,49	8,74	—	6,98	6,79	6,42	—
0,48	0,181	7,13	7,46	7,68	—	6,13	5,97	5,64	—
0,50	0,196	6,58	6,89	7,09	7,25	5,66	5,51	5,20	—
0,53	0,221	5,84	6,11	6,29	6,43	5,02	4,98	4,62	—
0,56	0,246	5,24	5,49	5,65	5,77	4,51	4,47	4,15	—
0,60	0,283	4,56	4,77	4,91	5,02	3,92	3,89	3,60	—
0,63	0,312	4,13	4,33	4,46	4,55	3,56	3,53	3,27	—
0,67	0,353	3,65	3,82	3,94	4,02	3,14	3,12	2,98	—
0,70	0,385	3,35	3,51	3,61	3,69	2,88	2,86	2,65	—
0,75	0,442	2,92	3,05	3,14	3,21	2,51	2,49	2,31	—
0,80	0,503	2,56	2,68	2,76	2,82	2,21	2,19	2,03	—
0,85	0,567	2,28	2,38	2,45	2,50	1,96	1,94	1,80	—
0,90	0,636	2,03	2,12	2,19	2,23	1,75	1,73	1,60	—
0,95	0,709	1,82	1,90	1,96	2,00	1,57	1,55	1,44	—
1,00	0,785	1,64	1,72	1,77	1,81	1,41	1,40	1,30	1,66
1,06	0,882	1,46	1,53	1,58	1,61	1,26	1,25	1,16	1,47
1,10	0,950	1,36	1,42	1,46	1,49	1,17	1,16	1,07	1,37
1,15	1,04	1,24	1,30	1,34	1,37	1,07	1,06	0,98	1,25
1,20	1,13	1,14	1,19	1,23	1,26	0,982	0,973	0,903	1,15
1,30	1,33	0,970	1,02	1,05	1,07	0,835	0,827	0,767	0,977
1,40	1,54	0,838	0,877	0,903	0,922	0,721	0,714	0,662	0,844
1,50	1,77	0,729	0,763	0,785	0,802	0,627	0,622	0,576	0,734
1,60	2,01	0,642	0,672	0,692	0,707	0,552	0,547	0,507	0,647
1,70	2,27	0,568	0,595	0,612	0,626	0,489	0,485	0,449	0,573

Продолжение табл. 8

Диаметр, мм	Площадь поперечного сечения, мм²	Марка сплава							
		Х15Ю5	Х23Ю5	Х23Ю5Т	Х27Ю5Т	Х15Н60, Х15Н60-Н	Х20Н80-Н	ХН20ЮС	ХН70Ю-1
1,80	2,54	0,508	0,531	0,547	0,559	0,437	0,433	0,402	0,512
1,90	2,84	0,454	0,475	0,489	0,500	0,391	0,387	0,359	0,458
2,00	3,14	0,411	0,430	0,443	0,452	0,354	0,350	0,325	0,414
2,10	3,46	0,373	0,390	0,402	0,410	0,321	0,318	0,295	0,376
2,20	3,80	0,339	0,355	0,366	0,374	0,292	0,290	0,268	0,342
2,40	4,52	0,285	0,300	0,308	0,314	0,246	0,243	0,226	0,288
2,50	4,91	0,263	0,275	0,283	0,289	0,226	0,224	0,208	0,265
2,60	5,31	0,243	0,254	0,262	0,267	0,209	0,207	0,192	0,245
2,80	6,16	0,209	0,219	0,226	0,231	0,180	0,179	0,166	0,211
3,00	7,07	0,182	0,191	0,197	0,201	0,157	0,156	0,144	0,184
3,20	8,04	0,160	0,168	0,173	0,177	0,139	0,141	0,127	0,162
3,40	9,08	0,142	0,150	0,153	0,156	0,123	0,124	0,112	0,143
3,60	10,2	0,126	0,132	0,136	0,139	1,110	0,111	0,100	0,127
3,80	11,3	0,114	0,119	0,123	0,126	0,0991	0,100	0,090	0,115
4,00	12,6	0,102	0,107	0,111	0,113	0,089	0,0897	0,0811	0,103
4,20	13,8	0,0930	0,0978	0,101	0,103	0,0812	0,0819	0,0739	0,0942
4,50	15,9	0,0811	0,0849	0,0874	0,0893	0,0704	0,0711	0,0642	0,0818
4,80	18,1	0,0713	0,0746	0,0768	0,0785	0,0619	0,0624	0,0564	0,0718
5,00	19,6	0,0658	0,0687	0,0708	0,0723	0,0571	0,0577	0,0519	0,0663
5,30	22,1	0,0585	0,0612	0,0630	0,0644	0,0507	0,0511	0,0462	0,0588
5,60	24,6	0,0523	0,0548	0,0564	0,0577	0,0455	0,0459	0,0414	0,0528
6,10	29,2	0,0442	0,0462	0,0476	0,0486	0,0384	0,0387	0,0349	0,0445
6,30	31,2	0,0414	0,0433	0,0446	—	0,0359	0,0362	0,0327	0,0417
6,70	35,3	0,0365	0,0382	0,0394	—	0,0317	0,0320	0,0289	0,0368
7,00	38,5	0,0335	0,0351	0,0361	—	0,0291	0,0294	0,0265	0,0338
7,50	44,2	0,0292	0,0306	0,0315	—	0,0253	0,0256	0,0231	0,0294

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
Справочное

Таблица 9

Поправочные коэффициенты для расчета изменения электрического сопротивления в зависимости от температуры

Марка сплава	Значения поправочного коэффициента R_t/R_{20} при температуре нагрева, °С														
	20	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400
Х15Н60	1,000	1,013	1,029	1,046	1,062	1,074	1,083	—	—	—	—	—	—	—	—
Х15Н60-Н	1,000	1,013	1,029	1,046	1,062	1,074	1,083	1,083	1,089	1,097	1,105	1,114	—	—	—
Х15Ю5	1,000	1,004	1,013	1,025	1,041	1,062	1,090	1,112	1,126	1,135	1,14	—	—	—	—
Х23Ю5, Х23Ю5Т	1,000	1,002	1,007	1,013	1,022	1,036	1,056	1,063	1,067	1,072	1,076	1,079	1,080	1,083	1,086
Х27Ю5Т	1,000	1,002	1,005	1,010	1,015	1,025	1,030	1,033	1,035	1,040	1,040	1,041	1,043	1,045	—
Х20Н80-Н	1,000	1,006	1,015	1,022	1,029	1,032	1,023	1,016	1,015	1,017	1,025	1,033	1,040	—	—
ХН70Ю-Н	1,000	1,004	—	—	—	1,052	1,053	1,036	1,015	1,016	1,016	1,023	1,031	—	—
ХН20ЮС	1,000	1,035	1,075	1,110	1,145	1,18	1,21	1,23	1,25	1,27	1,29	1,31	—	—	—

Примечание. Электрическое сопротивление 1 м при комнатной температуре (R_{20}) определено для каждого сплава после нагрева образца до температуры св. 600 °С и охлаждения с печью. При этом отличие электрического сопротивления (R_{20}) от регламентируемого настоящим стандартом приведено в табл. 10.

Таблица 10

Отличие электрического сопротивления R_{20} от регламентированного настоящим стандартом

Марка сплава	Диаметр, мм	Номинальное электрического сопротивления R_{20} от регламентированного настоящим стандартом, %
Х15Н60-Н	Св. 3,0	+2
Х15Н60-Н, Х15Н60	От 0,1 до 3,0 включ.	+3
	Св. 3,0	+3
Х20Н80-Н	От 0,55 до 3,0 включ.	+5
	От 0,1 до 0,5	+7
ХН70Ю-Н	Все размеры	+5
Х15Ю5	То же	—2
Х23Ю5, Х23Ю5Т, Х27Ю5Т	»	—4
ХН20ЮС	»	—

ПРИЛОЖЕНИЕ 4
Справочное

МАКСИМАЛЬНЫЕ РЕКОМЕНДУЕМЫЕ РАБОЧИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НАГРЕВАТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ, РАБОТАЮЩИХ НА ВОЗДУХЕ

Таблица 11

Марка сплава	Рекомендуемая максимальная рабочая температура нагревательного элемента, °С, в зависимости от диаметра или толщины продукции, мм				
	0,2	0,4	1,0	3,0	6,0 и более
Х15Ю5	750	850	900	950	1000
Х23Ю5	950	1025	1100	1150	1200
Х23Ю5Т	950	1075	1225	1350	1400
Х27Ю5Т	950	1075	1200	1300	1350
Х15Н60-Н	900	950	1000	1075	1125
Х20Н80-Н	950	1000	1100	1150	1200
ХН70Ю-Н	950	1000	1100	1175	1200
ХН20ЮС	900	950	1000	1050	1100

Примечания:

1. Приведенные значения температур являются ориентировочными и могут быть уточнены расчетом в зависимости от требуемого срока службы нагревательных элементов по методикам, имеющимся в специальной литературе.

2. Во вновь создаваемой и модернизируемой технике вместо сплава Х27Ю5Т рекомендуется использовать сплав Х23Ю5Т.

ПРИЛОЖЕНИЕ 5
Справочное

ТЕМПЕРАТУРНЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ

Марка сплава	Режим термической обработки	Значение температурного коэффициента электрического сопротивления α_ε 10^{-4} 1/°С в интервале температур от 20 до 100 °С
Х23Ю5	Выдержка при 750 °С 30 мин, охлаждение с печью до 150 °С, выдержка 48 ч	0,2
Х15Н60	Выдержка при 850 °С 30 мин, охлаждение с печью до 150 °С, выдержка 48 ч	1,3
Х15Ю5	Выдержка при 750 °С 30 мин, охлаждение с печью до 150 °С, выдержка 48 ч	0,4

ПРИЛОЖЕНИЕ 6
Справочное

ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СПЛАВОВ

Таблица 13

Наименование показателя	Марка сплава							
	Х15Ю5	Х23Ю5	Х23Ю5Т	Х27Ю5Т	Х15Н60, Х15Н60-Н	Х20Н80-Н	ХН70Ю-Н	ХН20ЮС
Плотность, г/см³	7,28	7,25	7,21	7,19	8,2	8,4	7,9	7,7
Температура плавления, °С	1500	1500	1500	1510	1390	1400	1390	1380
Структура	Ферритная				Аустенитная			Аустенитная*
Магнитность	Ферромагнитны				Немагнитны			Немагнитен*
Твердость НВ	150—200	180—250	200—250	200—250	140—150	140—150	—	—
Температурный коэффициент линейного расширения, K^{-1} в интервале 20—1000 °С	$16 \cdot 10^{-6}$	$15 \cdot 10^{-6}$	$15 \cdot 10^{-6}$	$15 \cdot 10^{-6}$	$17 \cdot 10^{-6}$	$18 \cdot 10^{-6}$	$21 \cdot 10^{-6}$	$19 \cdot 10^{-6}$
Температуропроводность, $10^{-5} \cdot м^2/с$:								
при 25 °С	0,39	0,35	0,34	0,34	0,30	0,31	0,31	0,30
» 400 °С	0,41	—	0,37	0,37	—	0,44	—	0,41
» 800 °С	0,46	—	0,46	0,48	—	0,56	—	0,50
Удельная теплоемкость, кДж/кг · К:								
при 25 °С	0,48	0,48	0,48	0,50	0,46	0,44	0,46	0,48
» 800 °С	0,77	—	0,75	0,69	—	—	—	0,64

* С массовой долей до 3 % феррита.
** При наличии феррита слабоферромагнитная.

ПРИЛОЖЕНИЕ 7
Обязательное

МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЯ ПРОВОЛОКИ НА СКЛОННОСТЬ К ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ЯЗВЕННОЙ КОРРОЗИИ

Сущность методов заключается в испытании проволочных спиральных образцов при заданной температуре в течение регламентированного срока.

1. Метод испытания проволоки диаметром 3 мм и более

Нагрев образца осуществляют путем пропускания электрического тока через образец-нагреватель.

1.1. Отбор проволоки и изготовление образцов-нагревателей

1.1.1. Для изготовления спирального образца используют отрезок проволоки диаметром 4,0—6,3 мм длиной 5—7 мм.

1.1.2. Образец изготовляют в виде спирали диаметром 45—50 мм с шагом спирали (2—2,5) d, где d — диаметр испытываемой проволоки. При навивке спирали допускается подогрев проволоки.

1.1.3. Испытанию подвергают не менее четырех образцов от каждого мотка выборки.

1.2. Аппаратура

Футерованный трубчатый муфель внутренним диаметром 80—100 мм.

Керамическая трубка или стержень для размещения спирального образца. Допускается обмазка трубки или стержня огнеупорной массой с целью предотвращения электрохимического взаимодействия их с образцом.

Пирометр по ГОСТ 8335 или ГОСТ 6923, или другой нормативно-технической документации.

Термопара платинородий-платиновая.

Потенциометр постоянного тока по ГОСТ 9245 или другой нормативно-технической документации.

Прибор автоматический по ГОСТ 7164 или другой нормативно-технической документации.

1.3. Проведение испытания

1.3.1. Спиральный образец на трубке или стержне помещают горизонтально в центральную часть муфеля. Минимальное расстояние между спиралью и стенками муфеля в процессе испытания должно быть не менее 10 мм.

1.3.2. Нагрев образца до заданной температуры осуществляют пропусканием переменного тока промышленной частоты. Поверхностная электрическая мощность не должна превышать 1,8 Вт/см^2.

1.3.3. Время нагрева до заданной температуры не должно превышать 10 ч.

1.3.4. Поддержание заданной температуры осуществляется двухпозиционно с помощью платинородий-платиновой термопары, установленной в зоне центральной части образца, и автоматического следящего прибора.

1.3.5. Контрольные измерения температуры проводят пирометром через каждые 12 ч в средней части образца. Допускается проводить контрольные измерения с помощью платинородий-платиновой термопары, спай которой закреплен в средней части образца.

1.3.6. Допускается охлаждение образцов с муфелем с целью визуального осмотра через каждые (250±50) ч.

13.7 Контроль проволоки для нагревателей на склонность к язвенной коррозии проводится головной организацией потребителя — Всесоюзным научно-исследовательским институтом электротермического оборудования.

1.3.8. Оценку склонности к язвенной коррозии проводят путем сравнения состояний поверхности образца-нагревателя после испытания и контрольных образцов нагревателей, согласованных между Всесоюзным научно-исследовательским институтом электротермического оборудования и Центральным научно-исследовательским институтом черной металлургии.

2. Метод испытания проволоки диаметром менее 3 мм

Нагрев образца осуществляется в электрических нагревательных печах.

2.1. Отбор проволоки и изготовление образцов

2.1.1. Для изготовления спирального образца используют отрезок проволоки диаметром 0,3—2,8 мм длиной не менее 3 м.

2.1.2. Образец изготовляют в виде спирали диаметром (6—7) d с шагом не менее 2 d, где d — диаметр испытуемой проволоки.

2.1.3. Испытание подвергают не менее четырех образцов от каждого отобранного мотка (катушки, оправки).

2.2. Аппаратура

Электропечь с максимальной температурой рабочего пространства не менее 1150 °С.

Керамическая подставка для размещения образцов из корунда по ГОСТ 24704 или другого высокоглиноземистого огнеупорного материала, исключающего взаимодействие с испытуемым образцом.

Термопара платинородий-платиновая по ГОСТ 9245.

Прибор автоматический по ГОСТ 7164 или другой нормативно-технической документации.

2.3. Проведение испытания

2.3.1. Спиральные образцы на керамической подставке помещают в центральную часть зоны нагрева.

2.3.2. Нагрев образцов до заданной температуры проводят по режиму: нагрев до 600 °С, скорость нагрева произвольная, нагрев от 600 °С до 800 °С со скоростью нагрева не более 100 °С/ч — выдержка 2 ч, нагрев от 800 °С до заданной температуры со скоростью нагрева не более 100 °С/ч — выдержка 20 ч.

2.3.3. Скорость охлаждения спиральных образцов после окончания испытания не регламентируется.

2.3.4. Оценка склонности к высокотемпературной язвенной коррозии проводится визуально с применением увеличения 7.

На поверхности спиральных образцов не должно наблюдаться язв. В спорных случаях оценка состояния поверхности испытуемых образцов проводится путем сравнения с поверхностью контрольных образцов, согласованных между изготовителем, Всесоюзным научно-исследовательским институтом электротермического оборудования, Центральным научно-исследовательским институтом черной металлургии.

ПРИЛОЖЕНИЕ 8
Справочное

ОРИЕНТИРОВОЧНЫЙ СРОК СЛУЖБЫ ПРОВОЛОКИ ИЗ СПЛАВОВ С ВЫСОКИМ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ СОПРОТИВЛЕНИЕМ ПРИ РАБОТЕ В КАЧЕСТВЕ НАГРЕВАТЕЛЕЙ

Таблица 14

Марка сплава	Диаметр, мм	Температура, °С	Срок службы, ч, не менее
Х20Н80-Н	6,0 и более	1200	4000
	3,0—6,0	1150	2000
	1,5—3,0	1100	2000
	1,0—1,5	1100	800
	0,4—1,0	1000	800
	Менее 0,4	950	800
Х15Н60-Н	6,0 и более	1125	4000
	3,0—6,0	1075	2000
	1,5—3,0	1000	2000
	1,0—1,5	1000	800
	0,4—1,0	950	800
	Менее 0,4	900	800
ХН70Ю-Н	6,0 и более	1200	4000
	3,0—6,0	1175	2000
	3,0—1,5	1100	2000
	1,5—1,0	1100	800
ХН20ЮС	6,0 и более	1100	4000
	6,0—3,0	1050	2000
	3,0—1,5	1000	2000
	1,5—1,0	1000	800
	1,0—0,4	950	800
Х23Ю5	6,0 и более	1200	4000
	6,0—3,0	1150	2000
	3,0—1,5	1100	2000
	1,5—1,0	1100	800
	1,0—0,4	1025	800
	Менее 0,4	950	800
Х15Ю5	6,0 и более	1000	4000
	6,0—3,0	950	2000
	3,0—1,5	900	2000
	1,5—1,0	900	800
	1,0—0,4	850	800
	Менее 0,4	750	800

Примечания:

1. Значения срока службы приведены по данным Всесоюзным научно-исследовательского института электротермического оборудования.

2. Сплавы марок Х23Ю5 и Х15Ю5 не рекомендуется использовать в качестве нагревателей.

3. Срок службы определяется на спиральных образцах с внутренним диаметром, равным 4—6 диаметрам проволоки с шагом намотки, равным 1—3 диаметрам проволоки, нагрев образца — проходящим током в камере с тепловой изоляцией в атмосфере воздуха; удельная поверхностная нагрузка 1,5—2,0 Вт/мм²; при температуре более 1100 °С образцы из железо-хром-алюминиевых сплавов размещались внутри камеры на алундовых или муллитовых трубках.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ДАННЫЕ

1. РАЗРАБОТАН И ВНЕСЕН Министерством металлургии СССР

2. УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Постановлением Государственного комитета СССР по управлению качеством продукции и стандартам от 07.02.90 № 172

Изменение № 1 принято Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол № 7 от 26.04.95)

За принятие проголосовали:

Наименование государства	Наименование национального органа стандартизации
Республика Беларусь	Белстандарт
Российская Федерация	Госстандарт России
Украина	Госстандарт Украины

3. ВЗАМЕН ГОСТ 12766.1—77

4. ССЫЛОЧНЫЕ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

Обозначение НТД, на который дана ссылка	Номер пункта, подпункта приложения	Обозначение НТД, на который дана ссылка	Номер пункта, подпункта приложения
ГОСТ 2419—78	3.7	ГОСТ 12346—78	3.1
ГОСТ 2771—81	1.2.2	ГОСТ 12347—77	3.1
ГОСТ 2991—85	1.5.1.3	ГОСТ 12348—78	3.1
ГОСТ 3282—74	1.5.1.3	ГОСТ 12350—78	3.1
ГОСТ 6247—79	1.5.1.3	ГОСТ 12352—81	3.1
ГОСТ 6507—90	3.2	ГОСТ 12356—81	3.1
ГОСТ 7164—78	Приложение 7	ГОСТ 12357—84	3.1
ГОСТ 7229—76	3.4	ГОСТ 12364—84	3.1
ГОСТ 7376—89	1.5.1.3	ГОСТ 12365—84	3.1
ГОСТ 7565—81	3.1	ГОСТ 14192—96	1.4.1.3
ГОСТ 7566—94	1.4.1, 1.5.1, 2.8, 4.1	ГОСТ 14253—83	1.5.1.3
ГОСТ 8335—96	Приложение 7	ГОСТ 15102—75	1.5.1.4
ГОСТ 8828—89	1.5.1.3	ГОСТ 15150—69	4.1.1
ГОСТ 9245—79	Приложение 7	ГОСТ 15846—2002	4.1.2
ГОСТ 9569—79	1.5.1.3	ГОСТ 16272—79	1.5.1.3
ГОСТ 10354—82	1.5.1.3	ГОСТ 20799—88	1.5.1.4
ГОСТ 10396—84	1.5.1.3	ГОСТ 21650—76	4.1.3
ГОСТ 10446—80	3.9	ГОСТ 24597—81	4.1.3
ГОСТ 10447—93	3.8	ГОСТ 26155—84	1.5.1.4
ГОСТ 10994—74	1.3.1	ГОСТ 28243—96	Приложение 7
ГОСТ 12344—2003	3.1	ГОСТ 28473—90	3.1
ГОСТ 12345—2001	3.1		

5. Ограничение срока действия снято по протоколу № 5—94 Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации (ИУС 11-12—94)

6. ИЗДАНИЕ с Изменением № 1, принятым в феврале 1996 г. (ИУС 5—96)

gost.e-ecolog.ru