

**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 изготавливаться 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 изготавливают 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

1.2.2. Диаметры проволоки должны соответствовать ГОСТ 2771 для ряда диаметров R40.

Предельные отклонения должны соответствовать качествам:

|          |   |  |
|----------|---|--|
| $j_s 9$  | — | 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 изготавливают 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 изготавливают 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 X23ЮТ для нагревательных элементов:

*Проволока 1,5-X23Ю5Т-Н ГОСТ 12766.1—90*

То же, диаметром 0,4 мм с окисленной поверхностью из сплава марки X15Н60 для элементов сопротивления:

*Проволока 0,40-X15Н60 ГОСТ 12766.1—90*

То же, диаметром 0,1 мм из сплава марки X20Н80-Н для трубчатых нагревательных элементов:

*Проволока 0,1-X20Н80-Н-ТЭН ГОСТ 12766.1—90*

(Измененная редакция, Изм. № 1).

### 1.3. Характеристики

1.3.1. Проволоку изготавливают из сплавов марок X15Ю5, X23Ю5, X15Н60, X15Н60-Н, X20Н80-Н, X27Ю5Т, X23Ю5Т, ХН70Ю-Н, ХН20ЮС с химическим составом по ГОСТ 10994.

1.3.2. Проволоку изготавливают в мягком термически обработанном состоянии. По согласованию изготовителя с потребителем проволоку изготавливают с травленной 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 $\rho$ , мкОм · м |
|------------------|----------------------|--|
| X15Ю5            | Все размеры          | 1,24—1,34  |
| X23Ю5            |                      | 1,30—1,40  |
| X23Ю5Т           |                      | 1,34—1,45  |
| X27Ю5Т           |                      | 1,37—1,47  |
| X15Н60, X15Н60-Н | От 0,1 до 3,0 включ. | 1,06—1,16  |
| X15Н60-Н         | Св. 3,0              | 1,07—1,18  |
| X20Н80-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  |
| XН70Ю-Н          | Все размеры          | 1,25—1,35  |
| XН20ЮС           |                      | 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  $\pm 5\%$ .

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 |
|--------------|---------------------------|-------------------------|
| X15Ю5        | 1150                      | 120                     |
| X23Ю5        | 1250                      | 80                      |
| X23Ю5Т       | 1300                      | 70                      |
| X27Ю5Т       | 1300                      | 80                      |
| XН20ЮС       | 1150                      | 100                     |
| X15Н60-Н     | 1150                      | 150                     |
| X20Н80-Н     | 1200                      | 160                     |
| XН70Ю-Н      | 1200                      | 100                     |

\* Для сплава марки XН20ЮС 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 X15Н60 изготавливают 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 $\sigma_b$ , Н/мм <sup>2</sup> (кгс/мм <sup>2</sup> ), не более | Относительное удлинение $\delta_{300}$ , %, не менее |
|--------------|---|--|
| X15Ю5        | 740(75)   | 16   |
| X23Ю5        | 740(75)   | 12   |
| X23Ю5Т       | 760(78)   | 10   |
| X27Ю5Т       | 780(80)   | 10   |
| X15Н60       | 880(90)   | 20   |
| X15Н60-Н     | 1000(102)   | 20   |
| X20Н80-Н     |   | 15   |
| XН70Ю-Н      |   | 25   |
| XН20ЮС       | 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 X23Ю5Т и X27Ю5Т, 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 изготавливают 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 перепутанными рядами, обеспечивающими свободное сматывание.

\* Табл. 5. (Исключена, Изм. № 1).

## С. 5 ГОСТ 12766.1—90

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 холстопршивного 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 промышленными 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 ( $\rho$ ), мкОм · м, вычисляют по формуле

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

где  $R$  — электрическое сопротивление образца, Ом;

$S$  — площадь поперечного сечения, м<sup>2</sup>;

$L$  — 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  $(1300 \pm 20)$  °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  $(1150 \pm 10)$  °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 — ЗЖЗ 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 укрупненные 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 $\rho_{\text{ном}}$ , мкОм · м |
|------------------|---|--|
| X15Ю5            | Все диаметры  | 1,29   |
| X23Ю5            | То же   | 1,35   |
| X23Ю5Т           | *   | 1,39   |
| X27Ю5Т           | *   | 1,42   |
| X15Н60, X15Н60-Н | От 0,1 до 3,0 включ.<br>Св. 3,0                     | 1,11<br>1,12   |
| X20Н80-Н         | От 0,1 до 0,5 включ.<br>Св. 0,5 до 3,0 *<br>Св. 3,0 | 1,08<br>1,11<br>1,13   |
| XН70Ю-Н          | Все диаметры  | 1,30   |
| XН20ЮС           | То же   | 1,02   |

## НОМИНАЛЬНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ 1 м ПРОВОЛОКИ, Ом/м

Таблица 8

| Диаметр, мм | Площадь поперечного сечения, мм <sup>2</sup> | Марка сплава |       |        |        |                  |          |        |         |
|-------------|--|--------------|-------|--------|--------|------------------|----------|--------|---------|
|             |  | X15Ю5        | X23Ю5 | X23Ю5Т | X27Ю5Т | X15Н60, X15Н60-Н | X20Н80-Н | XН20ЮС | XН70Ю-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   |

| Диаметр, мм | Площадь поперечного сечения, мм <sup>2</sup> | Марка сплава |        |        |        |                     |          |        |         |
|-------------|--|--------------|--------|--------|--------|---------------------|----------|--------|---------|
|             |  | X15Ю5        | X23Ю5  | X23Ю5Т | X27Ю5Т | X15Н60,<br>X15Н60-Н | X20Н80-Н | XН20ЮС | XН70Ю-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  | 0,110               | 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  |

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  |
| X15H60           | 1,000   | 1,013 | 1,029 | 1,046 | 1,062 | 1,074 | 1,083 | —     | —     | —     | —     | —     | —     | —     | —     |
| X15H60-H         | 1,000   | 1,013 | 1,029 | 1,046 | 1,062 | 1,074 | 1,083 | 1,083 | 1,089 | 1,097 | 1,105 | 1,114 | —     | —     | —     |
| X15Ю5            | 1,000   | 1,004 | 1,013 | 1,025 | 1,041 | 1,062 | 1,090 | 1,112 | 1,126 | 1,135 | 1,14  | —     | —     | —     | —     |
| X23Ю5,<br>X23Ю5T | 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 |
| X27Ю5T           | 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 | —     |
| X20H80-H         | 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 | —     | —     |
| XH70Ю-H          | 1,000   | 1,004 | —     | —     | —     | 1,052 | 1,053 | 1,036 | 1,015 | 1,016 | 1,016 | 1,023 | 1,031 | —     | —     |
| XH20ЮС           | 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, % |
|-----------------------|-----------------------|--|
| X15H60-H              | Св. 3,0               | +2   |
| X15H60-H, X15H60      | От 0,1 до 3,0 включ.  | +3   |
|                       | Св. 3,0               | +3   |
| X20H80-H              | От 0,55 до 3,0 включ. | +5   |
|                       | От 0,1 до 0,5         | +7   |
| XH70Ю-H               | Все размеры           | +5   |
| X15Ю5                 | То же                 | -2   |
| X23Ю5, X23Ю5T, X27Ю5T | *                     | -4   |
| XH20ЮС                | *                     | —  |

МАКСИМАЛЬНЫЕ РЕКОМЕНДУЕМЫЕ РАБОЧИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ  
НАГРЕВАТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ, РАБОТАЮЩИХ НА ВОЗДУХЕ

Таблица 11

| Марка сплава | Рекомендуемая максимальная рабочая температура нагревательного элемента, °С,<br>в зависимости от диаметра или толщины продукции, мм |      |      |      |             |
|--------------|---|------|------|------|-------------|
|              | 0,2   | 0,4  | 1,0  | 3,0  | 6,0 и более |
| X15Ю5        | 750   | 850  | 900  | 950  | 1000        |
| X23Ю5        | 950   | 1025 | 1100 | 1150 | 1200        |
| X23Ю5Т       | 950   | 1075 | 1225 | 1350 | 1400        |
| X27Ю5Т       | 950   | 1075 | 1200 | 1300 | 1350        |
| X15Н60-Н     | 900   | 950  | 1000 | 1075 | 1125        |
| X20Н80-Н     | 950   | 1000 | 1100 | 1150 | 1200        |
| XН70Ю-Н      | 950   | 1000 | 1100 | 1175 | 1200        |
| XН20ЮС       | 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 X27Ю5Т рекомендуется использовать сплав X23Ю5Т.

## ТЕМПЕРАТУРНЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ

| Марка сплава | Режим термической обработки   | Значение температурного коэффициента электрического сопротивления $\alpha$ , $10^{-4}$ 1/°С в интервале температур от 20 до 100 °С |
|--------------|---|--|
| X23Ю5        | Выдержка при 750 °С 30 мин, охлаждение с печью до 150 °С, выдержка 48 ч | 0,2  |
| X15Н60       | Выдержка при 850 °С 30 мин, охлаждение с печью до 150 °С, выдержка 48 ч | 1,3  |
| X15Ю5        | Выдержка при 750 °С 30 мин, охлаждение с печью до 150 °С, выдержка 48 ч | 0,4  |

## ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СПЛАВОВ

Таблица 13

| Наименование показателя  | Марка сплава          |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |
|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|  | X15Ю5                 | X23Ю5                 | X23Ю5Т                | X27Ю5Т                | X15Н60,<br>X15Н60-Н   | X20Н80-Н              | XН70Ю-Н               | XН20ЮС                |
| Плотность, г/см <sup>3</sup>   | 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, К <sup>-1</sup> в интервале 20—1000 °С | 16 · 10 <sup>-6</sup> | 15 · 10 <sup>-6</sup> | 15 · 10 <sup>-6</sup> | 15 · 10 <sup>-6</sup> | 17 · 10 <sup>-6</sup> | 18 · 10 <sup>-6</sup> | 21 · 10 <sup>-6</sup> | 19 · 10 <sup>-6</sup> |
| Температуропроводность, 10 <sup>-3</sup> · м <sup>2</sup> /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.

**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 изготавливают 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<sup>2</sup>.

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.

1.3.7. 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 изготавливают в виде спирали диаметром (6—7)  $d$  с шагом не менее 2  $d$ , где  $d$  — диаметр испытываемой проволоки.

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

**2.2. Аппаратура**

Электронпечь 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.

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 |
|--------------|-------------|-----------------|--------------------------|
| X20H80-H     | 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                      |
| X15H60-H     | 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                      |
| XH70Ю-H      | 6,0 и более | 1200            | 4000                     |
|              | 3,0—6,0     | 1175            | 2000                     |
|              | 3,0—1,5     | 1100            | 2000                     |
|              | 1,5—1,0     | 1100            | 800                      |
| XH20ЮС       | 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                      |
| X23Ю5        | 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                      |
| X15Ю5        | 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 X23Ю5 и X15Ю5 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/мм<sup>2</sup>; 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<br>Российская Федерация<br>Украина | Белстандарт<br>Госстандарт России<br>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)