

Уникальный опыт кабельного завода Сентек позволил создать линейку кабелей Уралтерм, предназначенных для работы в условиях при температурах до 600°C.

Кабели Уралтерм, являющиеся заменой кабелей Энерготерм, отличаются высоким температурным индексом, гибкостью, механической прочностью, компактностью, огнестойкостью, нераспространением горения, малым дымовыделением и отсутствием галогенсодержащих паров при горении.

Они предназначены для подключения оборудования и датчиков в зонах с высокой температурой на промышленных предприятиях, например, для подключения электропитания и телеметрических датчиков.

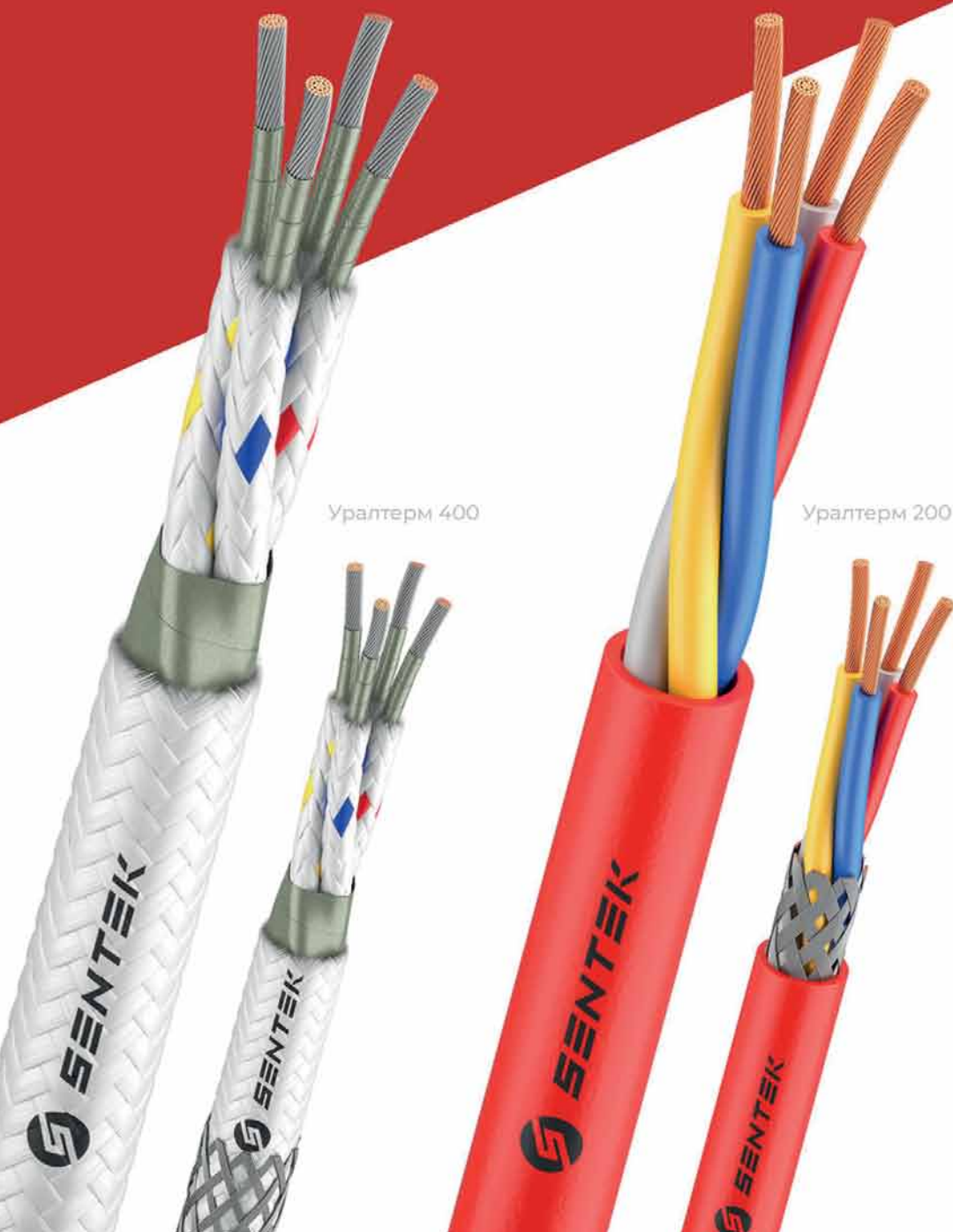
Кабельный завод СЕНТЕК является лидером в области изготовления термоэлектродных и термопарных проводов. Мы не останавливаемся на достигнутом. Постоянно совершенствуем свои разработки и технологии, работаем над созданием новых.



[uralterm.ru](http://uralterm.ru)

[uralterm@senteck.ru](mailto:uralterm@senteck.ru)

+7 (343) 361-15-53



Уралтерм 400

Уралтерм 200

# SENTTEK

Реклама

# Провода и кабели термостойкие



В статье рассмотрены высокотемпературные термостойкие провода разработки и производства кабельного завода СЕНТЕК. Рассказано о создании новой технологии для изготовления изоляции и оболочки методом плетения. Эта технология упрощает и ускоряет процесс изготовления проводов.

Кабельный завод СЕНТЕК, г. Екатеринбург

Провода и кабели термостойкие (далее – провода) нашли широкое применение в области термометрии, так как позволяют решать обширный круг задач при температурах от 250 до 1100 °С. Несмотря на широкий диапазон температур все марки данных проводов имеют схожую конструкцию. Два параллельно уложенных проводника изолированы высокотемпературными нитями и скреплены общей оболочкой, как правило, из того же материала, что и изоляция. Пример внешнего вида провода представлен на рис. 1. Наличие оболочки обеспечивает дополнительную защиту

от механических повреждений и внешних воздействий, что особенно важно в условиях производства, где провода могут подвергаться воздействию многих неблагоприятных факторов. Такая конструкция гарантирует их долговечность и надежность в эксплуатации.

Высокотемпературные термостойкие провода играют ключевую роль в различных промышленных технологических процессах, где требуется высокая точность измерений температурных показателей. Их использование охватывает такие сферы, как металлургия, химическая промышленность, энергетика и многие другие

области, где контроль температуры является критически важным.

Эти провода применяются в качестве основы при изготовлении термостойких. Термоэлектроды сваривают на конце, образуя термостойкий измерительный спай, и помещают в защитный кожух из нержавеющей стальной трубки. Данная конструкция заменяет классическую начинку термостойких в виде керамических изоляторов (бус) и экономит производителям термостойких время, которое уходит на сборку вышеуказанных бус, одеваемых вручную на термостойкую проволоку. Дополнительным преимуществом является снижение габаритных размеров начинки термостойких и, как следствие, снижение затрат на изготовление и уменьшение тепловой инерции термостойких.

Также они могут использоваться для создания непосредственно термостойких из провода без применения дополнительных защитных элементов. Среди металлургических заводов (заказчиков кабельного завода СЕНТЕК) данный способ применяется для контроля температуры в газовых и электрических печах. При этом длина таких термостойких не имеет больших ограничений. Провода за счет гибкости изоляции и оболочки легко прокладываются на десятки метров, обеспечивая беспрепятственный монтаж в труднодоступные места печи. Таким образом, быстро и с минималь-

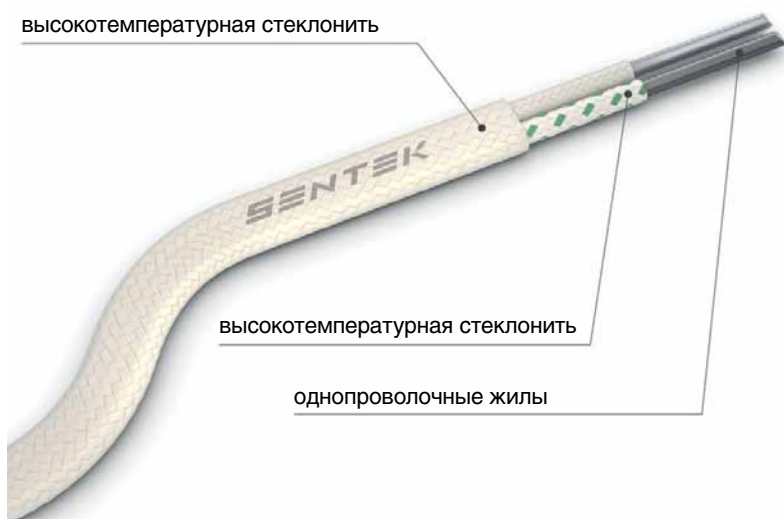


Рис. 1. Внешний вид высокотемпературного термостойкого провода

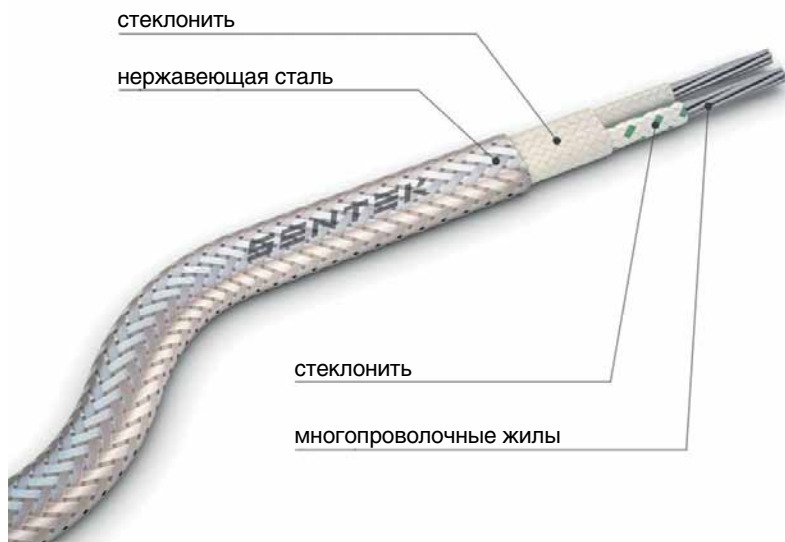


Рис. 2. Кабель термопарный КТМСЭ

ными затратами инженеры металлургических предприятий создают многозонные системы термометрии для повышения производительности и точности технологических процессов термообработки.

Специалисты кабельного завода СЕНТЕК за время существования предприятия освоили многие виды существующих на данный момент на рынке СНГ высокотемпературных термопарных проводов, а также разработали и внедрили собственные новые марки. Провода изготавливаются со следующими материалами жил, соответствующими ГОСТ Р 8.585-2001 [1]: хромель-алюмель – ТХА(К), хромель-копель – ТХК(Л), нихросил-нисил – ТНН(Н), медь-константан – ТМКн(Т), железо-константан – ТЖК(Ж). А также – с компенсационными сплавами медь – сплав ТП для термопар ТПП(С).

Основные марки перечислены ниже.

**Кабели термопарные КТМСЭ с верхним пределом рабочих температур до 400 °С** (рис. 2).

Кабели изготавливаются с многопроволочными жилами не ниже 3-го класса гибкости по ГОСТ 22483-2021 (IEC 60228:2004) [2]. Изоляция и оболочка выполнены из стеклонити методом плетения. Для дополнительной защиты от электромагнитных помех и механических воздействий наносится экран из нержавеющей стальной проволоки. Экран помогает минимизировать влияние внешних факторов на сигналы, передаваемые через провода, что особенно важно в промыш-

ленных условиях, где могут возникать различные помехи. Это позволяет обеспечить более точные и стабильные измерения температуры. Кабели могут применяться в качестве гибких выводов термопар, которые прокладываются в зонах с повышенной температурой.

**Провода термопарные нагревостойкие ПТН, ПТНО, ПТНГ с верхним пределом рабочих температур до 650 °С.**

Изоляция и оболочка выполнены из стеклонити повышенной нагревостойкости. При необходимости поверх оболочки может быть нанесен экран. Также предусмотрена конструкция с гибкими многопроволочными жилами, известная под маркой ПТНГ. Такие провода обладают высокой устойчивостью к многократному изгибанию, что делает их идеальными для

использования в условиях, где требуется частое движение или изгибание проводов. На рис. 3 представлен вид проводов ПТНО, состоящих из одной жилы. Провода этих марок отличаются компактностью габаритов.

Кабельный завод СЕНТЕК изготавливает данные провода по собственному ТУ 3567-006-97927353-2014 [3], а также по ТУ 16-505-663-74 [4].

Технология изолирования проводов по ТУ 16-505-663-74 была разработана и освоена в Советском Союзе по аналогии с технологией изготовления обмоточных проводов повышенной нагревостойкости ПОЖ. Стеклонить наносится методом обмотки несколькими слоями. При этом предварительно на термопарную проволоку наносят подклеивающий состав. Далее наносится первый слой стеклонити. Провод с нанесенной нитью пропитывается, проходя через ванну с органосиликатной композицией. Наносится второй слой нити и также пропитывается. Далее провод поступает на сушку в печь. Органосиликатная композиция спекается в печи и служит связующим межслойным материалом, улучшающим механические и электроизоляционные свойства провода [5]. Отдельная операция – нанесение наружного лакового слоя кремнийорганическим составом. Такой способ изготовления дает возможность производить очень компактные по габаритам провода. Радиальная толщина изоляции может достигать до 0,15 мм.

Сложность данной технологии заключается в том, что операция по изготовлению не может быть разбита



Рис. 3. Провода ПТНО, состоящие из одной жилы

на несколько этапов, а должна выполняться за один проход (за исключением операции лакирования). При этом нужно контролировать наличие и вязкость органосиликатной композиции в трех ваннах. Обрывы нити при обмотке недопустимы, так как влекут за собой неизбежные дефекты изоляции. Остановка процесса нежелательна — она тоже влечет за собой дефекты изоляции, преждевременное высыхание пропиточного состава, образование комочков пропиточного состава, подтеков из ванн и прочие нарушения в работе.

Изготовление проводов по ТУ 16-505-663-74 сильно осложнено тем, что в России на данный момент серийно не выпускается оборудование для производства подобных проводов. Среди производителей кабельного оборудования в мире эта технология тоже остается непопулярной.

Учитывая эти обстоятельства, сотрудники кабельного завода СЕНТЕК разработали и внедрили новые технические условия (ТУ 3567-006-97927353-2014) на провода марок ПТН, ПТНО и другие, изготовленные методом плетения изоляции и оболочки. Данная технология упрощает и ускоряет процесс изготовления проводов. Взаимное переплетение стеклонитей повышенной нагревостойкости создает прочную конструкцию. Изоляция устойчиво держится на проволоке и самопроизвольно не разматывается без применения межслойных пропиток для ее скрепления. При этом, если у заказчиков возникнет потребность,

провода могут быть изготовлены с уменьшенными габаритными размерами, соответствующими ТУ 16-505-663-74.

Таким образом, предприятие внедрило полноценную замену проводам по ТУ 16-505-663-74. И большая часть заказчиков, ранее использовавших продукцию других изготовителей, перешла на продукцию кабельного завода СЕНТЕК, оценив высокий уровень качества и сжатые сроки изготовления. Теперь многим потребителям нет необходимости «вставать в очередь», ожидая изготовления проводов по старой технологии, а просто можно обратиться на кабельный завод СЕНТЕК.

#### **Провода термопарные ПТКС с верхним пределом температур до 1100 °С.**

ПТКС — это марка высокотемпературных проводов, разработанная на предприятии в качестве замены импортным проводам Cefirs производства TE Wire & Cable LLC (США). Изоляция и оболочка выполнены из кремнеземной нити. При необходимости поверх оболочки может быть нанесен экран. За счет внушительной радиальной толщины изоляции (около 0,6 мм) провода имеют высокую надежность, долговечность и, если потребуется, кратковременно могут быть использованы при температурах до 1100 °С. Данная продукция широко используется на предприятиях по изготовлению алюминия и титана, в технологиях термообработки и других областях.

Рассмотренные в статье провода были разработаны и модифицированы в тесном сотрудничестве с конечными

потребителями. Это взаимодействие позволило разработчикам не только учесть их пожелания и потребности, но и внедрить инновационные решения, которые значительно повысили качество продукции. Процесс совершенствования продукции никогда не останавливается. На кабельном заводе СЕНТЕК постоянно анализируют отзывы пользователей, следят за последними тенденциями в отрасли и активно работают над новыми технологиями. Сотрудники завода всегда готовы к созданию индивидуальных решений, отвечающих специфическим требованиям заказчика.

#### *Литература*

1. ГОСТ Р 8.585-2001 «Термопары. Номинальные статические характеристики преобразования». М., «Стандартинформ». 2010.
2. ГОСТ 22483-2021 (IEC 60228:2004) «Жи́лы токопроводящие для кабелей, проводов и шнуров» (IEC 60228:2004, Conductors of insulated cables, MOD). М., «Стандартинформ». 2010.
3. ТУ 3567-006-97927353-2014 «Провода и кабели термопарные, нагревательные и термостойкие».
4. ТУ 16-505-663-74 «Провода термопарные нагревостойкие».
5. Аникиенко В. М., Леонов А. П., Петров А. В. Обмоточные провода: учебное пособие. Томск, издательство ТГУ. 2010.

Д. Ю. Устьянцев, директор,  
Кабельный завод СЕНТЕК, г. Екатеринбург,  
тел.: +7 (343) 361-1553,  
e-mail: info@sentek.ru,  
сайт: www.sentek.ru



24-я Международная специализированная выставка приборов и оборудования для промышленного неразрушающего контроля

Организатор — компания МВК  
Офис в Санкт-Петербурге



+7 (812) 401 69 55  
ndt@mvk.ru

Подробнее о выставке:  
[ndt-defectoscopy.ru](http://ndt-defectoscopy.ru)