

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мышкин Н.К. Электрические контакты. – Долгопрудный: Интеллект, 2008. – 560 с.
2. Маттссон, Эйнар. Электрохимическая коррозия. – М.: Металлургия, 1991. – 158 с.
3. Годнев И.Н. Электрохимия. Химическая кинетика и катализ. – М.: Высшая школа, 2001. – 319 с.
4. Ротинян А.Л. Теоретическая электрохимия. – Л.: Химия, 1981. – 419 с.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ КАБЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРООБОГРЕВА

Е.Ю. Солдатенко, А.В. Саушкин***

* – Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Россия, Томск,

** – ООО «Томский кабельный завод», Россия, Томск

Важную роль при добыче, переработке и транспортировке высоковязких и застывающих нефтепродуктов в регионах с суровым и умеренным климатом, а также на шельфовых месторождениях играет поддержание необходимой температуры трубопроводов, различного технологического оборудования и производственных площадок. Для этого требуется постоянный активный и безопасный обогрев труб и оборудования. На сегодняшний день существует несколько способов поддержания технологической температуры трубопроводов небольшой протяженности и оборудования: системы теплоспутников, электрический подогрев резистивными и саморегулирующимися кабелями.

Наиболее ранней технологией обогрева является обогрев при помощи теплоспутников. Он представляет собой подачу под высоким давлением теплоносителя (в основном, пара или перегретой воды) через одну или несколько труб, расположенных непосредственно на поверхности (внешний подогрев) или внутри (внутренний подогрев) трубопровода с нефтепродуктом (рис. 1).

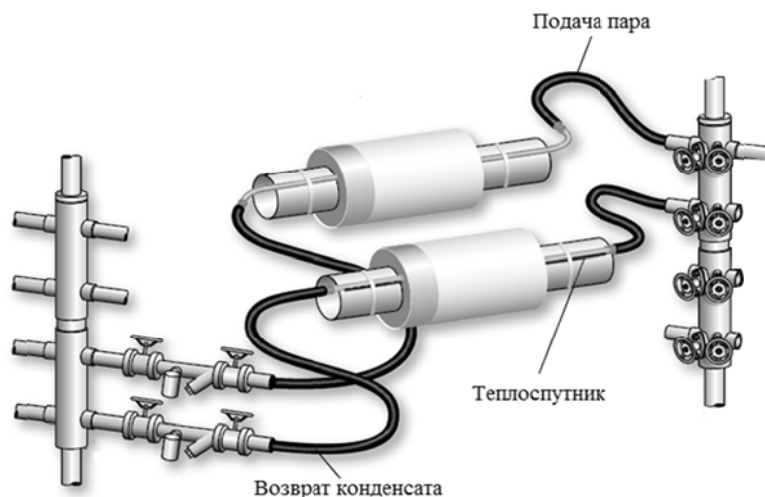


Рис. 1. Система обогрева теплоспутниками

Однако такая система обогрева обладает рядом существенных недостатков. Во-первых, трудоемкая и дорогостоящая технология имеет сравнительно низкий коэффициент теплоотдачи (КПД не более 30%). Во-вторых, сложное регулирование тепловой мощности в зависимости от температуры окружающей среды может привести к перегреву транспортируемого продукта. И наконец, применение теплоспутников сопровождается высокими эксплуатационными затратами, связанными, прежде всего, с замерзанием теплоносителя, появлением коррозии металла и разрушением теплоизоляции.

Перечисленных недостатков лишена технология поддержания требуемой температуры с помощью электрической энергии, которая в настоящее время занимает лидирующее место в области обогрева трубопроводов и сложного по форме технологического оборудования. В качестве тепловыделяющих элементов используются нагревательные кабели, которые делятся на два основных типа: резистивные (последовательного сопротивления) и саморегулирующиеся (параллельного сопротивления) кабели.

Резистивный кабель представляет собой проводник с постоянным сопротивлением, окруженный изоляцией и защитными покровами (рис. 2). Кабель может иметь одну или две (одна греющая, вторая – соединительный повод) нагревательные жилы. При прохождении электрического тока через проводник происходит выделение тепла за счет омических потерь (эффект Джоуля-Ленца).

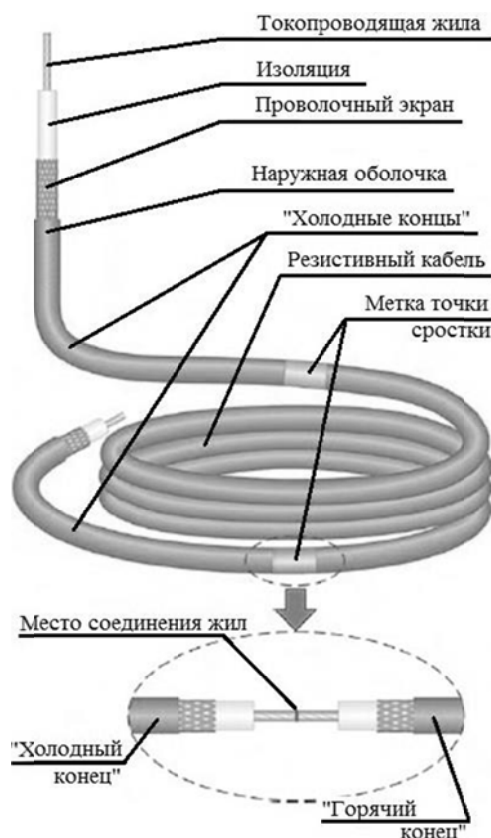


Рис. 2. Резистивный кабель

Такой кабель относительно дешев, имеет высокую технологичность, прост в монтаже. За счет процесса автоматизации системы электрообогрева удалось добиться повышенной производительности, высокой экономической эффективности. Однако используется кабель в виде нагревательных секций фиксированной длины (от нескольких до сотен метров). Повреждение участка кабеля приводит к замене всей секции. Также возможен местный перегрев при самопересечении и использовании одной секции в различных климатических средах. Еще одним недостатком резистивных кабелей является наличие "горячего" и "холодного" концов, т.е. места соединения нагревательного кабеля с электрическим проводом. Циклическое изменение температуры "горячего" конца при постоянной температуре "холодного" приводит к возникновению тепловых напряжений в муфте. Как показывает практика, подавляющее большинство случаев выхода кабеля из строя связано именно с ней.

В современном производстве явно преобладает тенденция по использованию саморегулирующегося греющего кабеля (рис. 3). Кабель представляет собой две параллельные металлические жилы, поверх которых наложена полупроводящая полимерная матрица (содержит мелкодисперсные частицы графита или технического углерода), изоляция, оплетка и наружная оболочка.

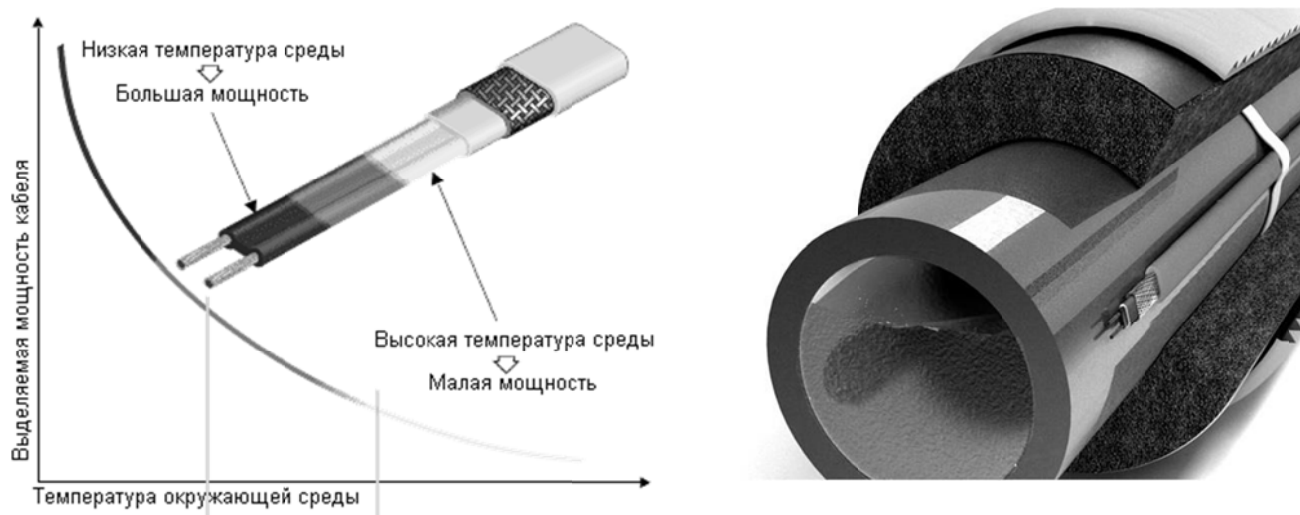


Рис. 3. Саморегулирующийся кабель

Данный вид греющего кабеля лишен всех вышеуказанных недостатков, поэтому значительно надежнее и экономичнее в эксплуатации. Достигается это за счет самоадаптации каждого из участков кабеля к окружающим условиям теплоотдачи за счет саморегулировки электрического сопротивления, а следовательно, генерируемой тепловой мощности в зависимости от местной температуры участка обогреваемого объекта (рис. 4).

Такое регулирование температуры гарантирует отсутствие перегрева и выхода из строя греющего кабеля, промерзания трубопровода или аппарата и позволяет экономить электроэнергию на нагрев. В мире известно несколько компаний производящих качественный греющий кабель Raychem, Bartec (оба – Германия), Thermon (США), HeatTrace (Великобритания).

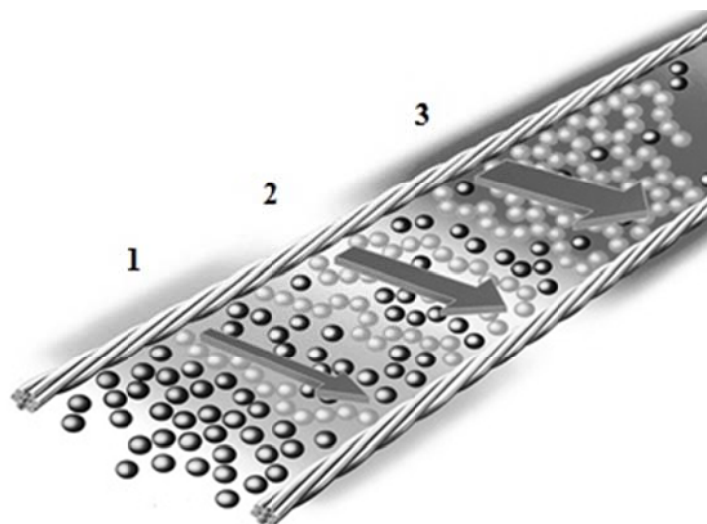


Рис. 4. Распределение температуры по длине кабеля ($T_1 > T_2 > T_3$)

Заводская стоимость греющего высокотемпературного кабеля у них, в зависимости от мощности и исполнения, в среднем составляет 3500 руб. за погонный метр, среднетемпературного – 2700, низкотемпературного – 1600. Также имеются производители в Китае и Корее. Их стоимость несколько меньше, но при этом они имеют небольшой срок службы за счет деградации полупроводящей матрицы вследствие ее низкого качества и несовершенства технологии ее производства. На территории Российской Федерации находится только один производитель саморегулирующихся греющих кабелей, осуществляющий изготовление кабеля путем сборки из импортных компонентов.

Полупроводящая саморегулирующая матрица, изменяющая свое сопротивление в зависимости от температуры окружающей среды, является ключевым элементом греющего кабеля. В настоящее время полупроводящая матрица производится только за рубежом, причем качественная, обладающая длительным сроком службы в США и Германии. Данный компонент поставляется зарубежными производителями, которые являются правообладателями технологии производства. Поэтому разработка конструкции и технологии производства отечественного греющего кабеля, имеющего высокий срок службы и стабильные технические характеристики на протяжении всего времени эксплуатации, являются важными вопросами импортозамещения и снижения стоимости при строительстве, ремонте и эксплуатации обогреваемых объектов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аникеев В.М. Специальные кабельные изделия / В.М. Аникеев, И.В. Флеминг, Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – 127 с.
2. Новиков В.Т. Основы проектирования и оборудование предприятий органического синтеза. Часть 1. Трубопроводная арматура: Учебное пособие /

В.Т. Новиков, Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во ТПУ, 2013. – 292 с.

3. Сальников А.В. Проектирование газонефтехранилищ и нефтебаз. Практические занятия: Метод. указания / А.В. Сальников – Ухта: УГТУ, 2014. – 44 с.

4. Фонарев З.В. Электрообогрев трубопроводов, резервуаров и технологического оборудования в нефтяной промышленности. – Л.: Недра, 1984. – 148 с.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ МОДИФИЦИРУЮЩИХ ДОБАВОК НА СВОЙСТВА НИТРИД АЛЮМИНИЕВОЙ КЕРАМИКИ, ПОЛУЧЕННОЙ ПО ТЕХНОЛОГИИ ИСКРОВОГО ПЛАЗМЕННОГО СПЕКАНИЯ

В.В. Черевко, А.А. Сивков, А.С. Ивашутенко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
Россия, Томск

В настоящее время в электронной технике с увеличением удельной тепловой мощности возникает проблема теплоотвода. Одним из простейших методов отвода тепла – это отвод тепла через подложку, на которой расположены элементы цепи. Одним из примеров материала такой подложки является нитрид алюминия (AlN). Керамика на основе нитрида алюминия обладает высокой теплопроводностью, которая может достигать 319 Вт/м·К[1] и в тоже время является хорошим диэлектриком. Столь высокие значения теплопроводности в первую очередь зависят от чистоты материалы и межзеренных границ.

В настоящее время для синтеза дисперсного нитрида алюминия освоен и широко применяется в промышленности метод самораспространяющегося высокотемпературного синтеза - СВС. Данный метод относительно прост в реализации, однако чувствителен к закладке в реактор исходных материалов.

Ранее в проведенных работах [2-3] показано, что исходный порошок после СВС-синтеза не обеспечивает высоких показателей теплопроводности. Использование даже высоких температур спекания (2200°C) не приводят к существенному улучшению результатов. Одним из вариантов решения данной проблемы является использование модифицирующих добавок, обеспечивающих получение плотной беспоровой структуры при пониженных температурах спекания, что и является целью настоящей работы.

В качестве объекта исследования в данной работе выступал порошок нитрида алюминия марки ТЧ-1 производства Черноголовка. На рис. 1 представлена структура и морфология частиц ТЧ-1.