ИНФОРМАЦИЯ О КОМПАНИИ И ИННОВАЦИОННЫЕ РАЗРАБОТКИ

А.Н. Задеев

ООО «Тепловые системы», г. Москва

Группа компаний «Тепловые системы» — это ООО «Тепловые системы» (инжиниринговая компания), ООО ПК «Тепловые системы — Полюс» (производственная компания), ООО «Теплоресурс» (бытовой электрообогрев), ООО «ТСТ» (НИОКР, а также разработка компаундов и полупроводниковых матриц).

ООО «Тепловые системы» (входящая в ГК «Тепловые системы») — российская компания в области кабельных систем промышленного электрообогрева, работает на российском рынке с 2007 г. Основная специализация — предоставление комплексных инжиниринговых услуг, включающих в себя проектирование (СРО № 11477 от 26.07.2016 г.), производство, поставку, монтаж, пусконаладочные работы и сервисное обслуживание в области промышленного электрического обогрева.

Высокий уровень работы специалистов, имеющих колоссальный опыт при работе с проектными институтами, генеральными подрядчи-

Групповое фото ГК «Тепловые системы»

ками, заказчиками сферы добычи и переработки нефти и газа, энергетики и нефтехимии, позволяет компании ООО «Тепловые системы» с максимальной эффективностью и минимальными затратами выполнять амбициозные и масштабные проекты.

Компания ПК «Тепловые системы — Полюс» (входящая в ГК «Тепловые системы») является отечественным производителем, завод по производству комплектующих (греющий кабель, заделки, коробки соединительные, шкафы управления и прочие системы электрообогрева) расположен в г. Мытищи, Московской области, имеет заключение Минпромторга России о подтверждении производства промышленной продукции на территории Российской Федерации.

Системы электрообогрева, реализованные ГК «Тепловые системы» успешно работают на объектах ПАО «Газпром», ПАО «Лукойл», ООО «Иркутская нефтяная компания», ПАО «Новатэк», ПАО ««Роснефть», ПАО «ГМК «Норильский Никель».

Области применения электрообогрева

Промышленный электрообогрев имеет широкое применение, но основную его часть можно разделить на три категории:

— защита трубопроводов и резервуаров от замерзания;

— обогрев технологических объектов;

— обогрев открытых объектов.

Название области применения «защита от замерзания» говорит само за себя: электрообогрев требуется в холодное время года, его основное назначение — не допустить замерзания продукта (как правило, воды) в трубопроводах и резервуарах. Как правило, такой обогрев применяется на протяженных трубопроводах и резервуарах с водой.

Обогрев технологических объектов также может быть различным, но основная и самая сложная задача — обеспечение с помощью системы электрообогрева требуемого температурного режима объекта. Спектр задач может быть максимально широким: применение на разветвленных трубопроводах с разной длиной и диаметрами участков, в том числе обогрев импульсных линий, широкий диапазон температур воздействия (от криогенных до плюс 600 °С), могут требоваться высокие мощности для разогрева. Зачастую для обеспечения технологического режима применяются продвинутые варианты системы управления.

Обогрев открытых объектов включает в себя как близкие к бытовым системы снеготаяния или обогрева кровель, так и поддержание положи-

Пример применения электрообогрева

тельной температуры открытых площадок (например, полов насосных), лотков, приямков, бассейнов в течение холодного времени года, где могут требоваться высокие мощности обогрева.

Матрица продукции для промышленного электрообогрева

Все области применения нагревательного кабеля можно распределить в виде матрицы по длине и требуемым мощностям/температурам (табл. 1).

Короткие и разветвленные трубопроводы обогреваются саморегулирующимися кабелями в зависимости от температур воздействия: TSL (до 90 °C), TSS (до 220 °C), TSU (до 260 °C). При температурах воздействия выше 250 °C применяется так называемый «слоеный пирог»: на трубопровод укладывается предварительный слой теплоизоляции, поверх теплоизоляции укладывается высокотемпературный саморегулирующий-

Таблица 1. **Матрица по длине и требуемым мощностям/температурам**

T, °C	Длина				
	Короткие	Средней длины	Протяженные (до 6 км)	Протяженные (до 17 км)	Протяженные (свыше 17 км)
Низкие	TSL	RTSL / RTS	LTS / LTF 200 / 260	СКИН-система (до 5 кВ)	TS LL / СКИН-система (до 10 кВ)
Средние	TSS	RTSL / RTS	LTS / LTF 200 / 260		
Высокие	TSU	RTS	LTF 200 / 260		
Сверх-высокие	TSU + предвари-тельная изоляция	KC-TSM		–	

Пример применения электрообогрева

ся кабель, сверху укладывается второй слой теплоизоляции. Толщины слоев теплоизоляции рассчитываются таким образом, чтобы температура воздействия была безопасной для кабеля, а расход кабеля рассчитывается таким образом, чтобы обеспечить необходимую температуру даже в таком нестандартном режиме.

Трубопроводы средней длины (порядка нескольких сотен метров) обогреваются одножильным кабелем во фторопластовой оболочке: RTSL (до 200 °С), RTS (до 260 °С). Как правило, одножильный кабель укладывается петлей (т.е. в две нитки) или звездой (т.е. в три нитки).

Трубопроводы длиной в несколько километров обогреваются трехжильными кабелями, в частности, новинкой ПК «Тепловые системы — Полюс», кабелем LTF, у которого каждая жила изолирована фторопластом, а поверх трех жил уложен слой оплетки и фторопластовая оболочка. В зависимости от исполнения кабель LTF может применяться при температурах до 200 °С или до 260 °С.

В случае, если на трубопроводах средней и высокой длины существуют воздействия высоких температур (до 600 °С) или требуются высокие мощности тепловыделения применяется кабель в минеральной изоляции КС-TSM.

Трубопроводы длиной до 17 км обогреваются индукционно-резистивной системой обогрева TSHEAT (СКИН-системой). Основным нагревательным элементом системы является ферромагнитная толстостенная труба, выделяющая тепло за счет того, что по ее внутренней поверхности протекает электрический ток. При этом сама труба, как и вся система, является полностью электробезопасной.

Сверхпротяженные трубопроводы (десятки километров) обогреваются системой TS LL на основе одножильных кабелей высокого сечения.

Также силами ГК «Тепловые системы» ведется разработка СКИН-системы с питающим напряжением до 10 кВ, которое позволит увеличить обогреваемую длину в 2 раза.

Текущая линейка саморегулирующихся и резистивных кабелей полностью перекрывает потребности в электрообогреве трубопроводов во взрывоопасных зонах при поддержании температур от 5 до 400 °С и длинах трубопровода до 10—25 км (с одной точки запитки).

Постоянное расширение линейки позволяет:

— оптимизировать выбор технических решений;

— расширять область применения.

Доработка и крупносерийное производство саморегулирующегося кабеля

С 2019 г. ПК «Тепловые системы — Полюс» производит саморегулирующийся кабель на основе собственной полупроводниковой матрицы:

— компаунд для матрицы изготавливался по рецептуре ПК «Тепловые системы — Полюс» на стороннем предприятии;

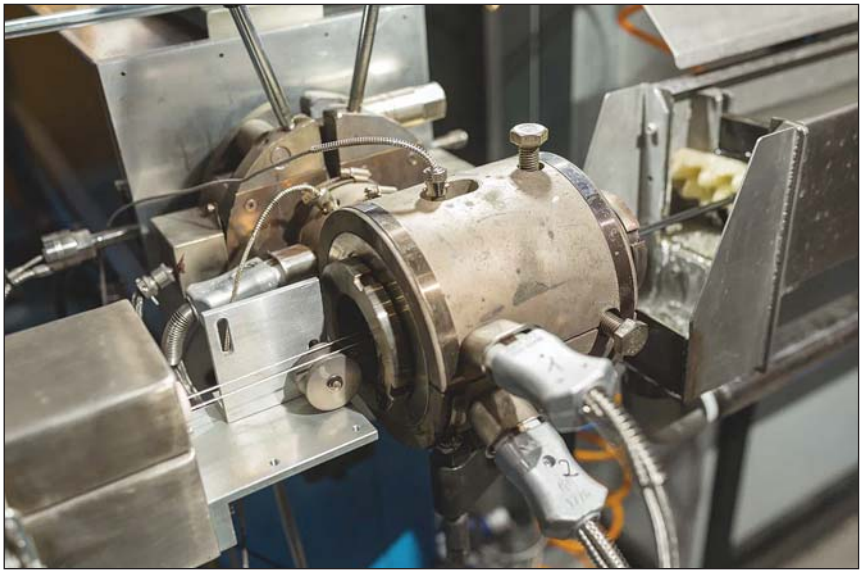
— матрица производилась на том же оборудовании (экструдер), которое предназначено для изготовления изоляции и оболочки нагревательных кабелей, из-за чего было налажено только мелкосерийное производство собственной матрицы;

— основная часть саморегулирующегося кабеля изготавливалась из матрицы производства Bartec (Германия);

— поставки на ПАО «Газпром» осуществляются с 2019 г. исключительно на основе матрицы собственного производства.

В 2023 г. куплены и запущены:

— экструзионная линия исключительно для изготовления собственной низкотемпературной матрицы;



Производственная линия саморегулирующегося кабеля

— компаундер для подготовки собственного компаунда для низкотемпературной матрицы.

В 2024 г. куплены и запущены:

— экструзионная линия исключительно для изготовления собственной средне- и высокотемпературной матрицы;

— компаундер для подготовки собственного компаунда для средне- и высокотемпературной матрицы.

План на 2025 г. — расширение номенклатуры и обновление сертификата соответствия.

Инновационное оборудование для изготовления саморегулирующейся матрицы

Низкотемпературный кабель. Уникальная для России линия с тремя экструдерами 30 мм — 45 мм — 45 мм, работающая в общую голову, разработанная исключительно под изготовления саморегулирующейся матрицы. В один проход происходит изготовление изолированной матрицы без контакта с атмосферой. На данной линии уже производится серийная продукция.

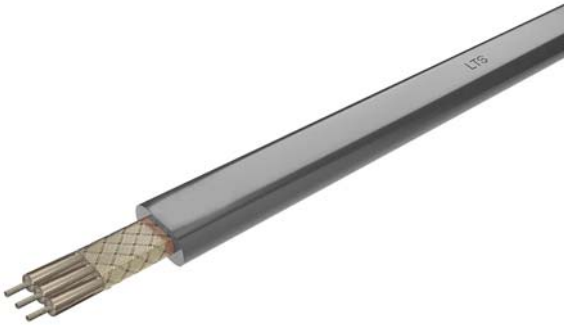
Производственная линия саморегулирующегося кабеля

Средне- и высокотемпературный кабель. Уникальная для мировой индустрии линия с двумя фторопластовыми экструдерами, работающая в общую голову, разработанная исключительно под изготовление саморегулирующейся матрицы. В один проход происходит изготовление изолированной матрицы без контакта с атмосферой. Серийное производство запланировано на конец 2024 г.

Расширение номенклатуры резистивных кабелей

В линейке резистивных кабелей ПК «Тепловые системы — Полюс» — новинка: трехжильный резистивный кабель LTF в двух исполнениях: до 200 °С и до 260 °С (табл. 2). Особенности нового кабеля следующие:

— каждая жила отдельно изолирована фторопластом;
— диапазон сечений жил расширен вплоть до 10 мм^2;
— допустимое питающее напряжение увеличено до 1000 В.



Внешний вид кабеля LTF

Таблица 2. **Сравнение резистивных кабелей LTS и LTF200 / LTF260**

Прошлое поколение	Новинка
Трехжильный резистивный кабель LTS	Трехжильный резистивный кабель LTF200 / LTF260
Сечение до 6 мм^2. Оболочка из кремнийорганической резины. Выдерживает температуру 180 °С. Напряжение до 660 В	Сечение до 10 мм^2. Оболочка из фторопласта FEP / PFA. Выдерживает температуру 200/260 °С. Напряжение до 1000 В

Все это позволяет обогревать кабелем LTF трубопроводы длиной до 6 км. Раньше подобные длины могли обогреваться только СКИН-системой, требующей дорогостоящей КТП. Кабелю LTF потребуется лишь источник повышенного напряжения, а при длинах до 2—3 км кабель может быть подключен на стандартное напряжение 0,4 кВ.

Изоляция каждой жилы фторопластом позволяет значительно облегчить монтаж кабеля и упростить конструкцию соединительных муфт, которые теперь изготовлены на основе муфт холодной усадки.

Термостаты промышленного исполнения

В линейку продукции ПК «Тепловые системы — Полюс» добавлены механический термостат и программируемый терморегулятор промышленного исполнения с коммутируемым током до 40 А.

Внешний вид кабеля терморегулятора TS

Термостаты и терморегуляторы позволяют поддерживать заданную температуру на обогреваемом объекте посредством включения и отключения питания нагревательного кабеля или иной нагрузки по датчику температуры обогреваемой поверхности (табл. 3).

Важной особенностью терморегулятора TS является возможность контролировать напряжение, ток и ток утечки.

Таблица 3. **Термостаты и терморегуляторы**

Параметр	Термостат TS	Терморегулятор TS
Рабочее напряжение питания	AC 220 В ±10 %, 50 Гц	
Количество силовых выходов	1	
Коммутируемый ток	40 А при (cosφ = 1)	
Диапазон регулируемой температуры	От 0 до 200 °С	От –50 до 600 °С
Тип подключаемых датчиков, термосопротивление	Капиллярная трубка, длина 1000±50 мм	Pt100; 50П; 100М; 50М (трехпроводная)
Сухой контакт «авария»	–	6 А, AC 230 В
Передача данных, интерфейс/протокол	–	RS-485/Modbus RTU
Возможность дистанционного управления	–	Да
Степень защиты	IP66	
Климатическое исполнение устройства УХЛ 1	От –60 до 50 °С	
Сечение силовых клемм	0,5–10 мм^2	
Управление	Рукояткой при помощи выставления необходимой температуры	Для конфигурации терморегулятора TS, без его подключения к силовому питанию, возможно воспользоваться программой «Терморегулятор TS», которую необходимо предварительно установить на персональный компьютер. Подключение устройства к компьютеру осуществляется посредствам специального USB-кабеля.

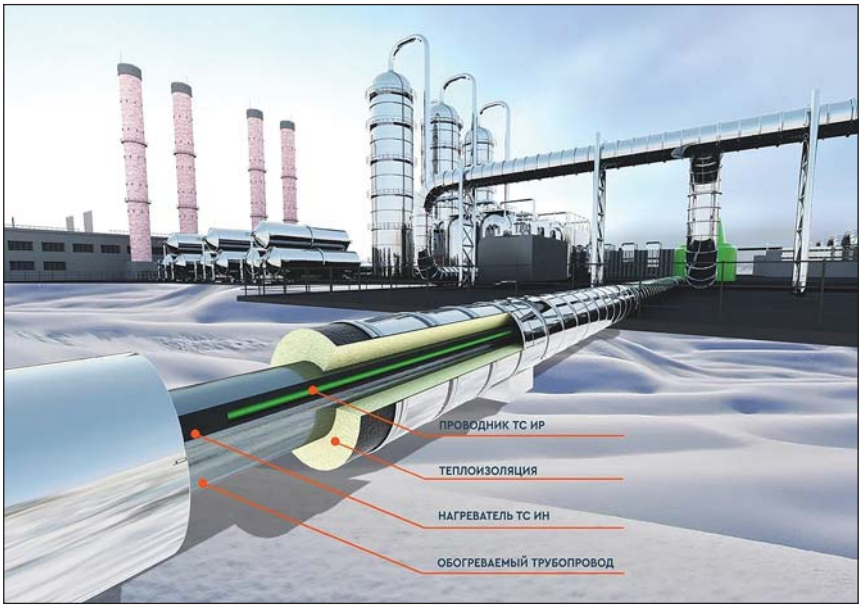
Новые исполнения СКИН-системы

Индукционно-резистивная система электрического обогрева TSHeat предназначена для обогрева протяженных трубопроводов без сопроводительной сети до 12—17 км.

Основным нагревательным элементом системы является ферромагнитная толстостенная труба, выделяющая тепло за счет того, что по ее внутренней поверхности протекает электрический ток.

Помимо стандартных решений (до 100 и до 200 °С) добавлено промежуточное исполнение, оптимальное для поддержания температур порядка 20—30 °С, когда низкотемпературное исполнение не соответствует температурному режиму, а высокотемпературное исполнение приводит к избыточному запасу по температуре и, как следствие, стоимости системы (табл. 4).

Также в разработке находится исполнение проводника на питающее напряжение до 10 кВ (табл. 5).



Внешний вид индукционно-резистивной системы электрического обогрева TSHeat

Таблица 4. **Расширение линейки проводников ИР для системы**

Параметр	Исполнение 1	Исполнение 3	Исполнение 2
T, °C	До 100	До 125	До 200
Характерные температуры поддержания, °C	5–10	20–30	60–80

Таблица 5. **Проводник на питающее напряжение до 10 кВ**

Параметр	Исполнение	
	Текущее	В разработке
Напряжение, кВ	До 5	До 10
Характерные длины обогрева, км:		
в одну нитку	До 12	До 25
в две нитки	До 17	До 35

Обогрев сверхдлинных трубопроводов (система TS LL)

Система электрического обогрева, построенная на основе специальных одножильных резистивных кабелях высокого сечения, рассчитанных на напряжение до 10 кВ.

Также в систему обогрева TS LL входят комплектная трансформаторная подстанция (КТП), питающая, соединительные, транспозиционные и концевая коробки, а также специальные муфты.

Система обогрева TS LL применяется как часть СЭО TSHEAT, от которой применяются системы контроля, защиты и крепления.

Подключение и обогрев осуществляется только в 3 нитки звездой. Для минимизации наведения токов и, как следствие, потерь, применяется транспозиция экранов.

Нагревательный кабель TS LL:

— нагревательная жила:
  — исп. 1. — медная жила сечения 10—40 мм^2, 10 кВ;
  — исп. 2. — алюминиевая жила сечения 35—95 мм^2, 10 кВ;
— изоляция из сшитого полиэтилена (120 °C);
— медная оплетка;
— оболочка из сшитого полиэтилена (120 °C).

Основные характеристики:

Применение ..... общепромышленное (вид 1) / 1Ex e IIC T4...T6 Gb X (вид 2)

Напряжение питания ..... до 10 кВ

Длина обогреваемого участка ..... ~ 50 км (одна точка запитки)

Степень защиты IP66

Температура воздействия ..... 120 °C

Диапазон температур среды ..... от –60 до 55 °C

Температура монтажа ..... от –40 до 45 °C