

# ОБОГРЕВАЕМЫЙ ТРУБОПРОВОД АЛЬТЕРНАТИВА ИМПОРТНЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ В УСЛОВИЯХ САНКЦИЙ ЗАПАДА

**ЕВГЕНИЙ ЧЕРДЫНЦЕВ**

Заслуженный энергетик Российской Федерации, генеральный директор ОАО «НТЦ «Энергосбережение»

**ВЛАДИМИР БАЛАБАНОВ**

Начальник комплексного отдела разработки и внедрения новых технологий ОАО «НТЦ «Энергосбережение»

Отечественная система электрообогрева вихревыми токами протяженных магистральных трубопроводов в комплекте с предизолированными трубопроводами заводской готовности защищена патентом Российской Федерации и является наиболее яркой разработкой ОАО «НТЦ «Энергосбережение» в области электрообогрева.

В условиях жесткой санкционной политики западных стран система ЛонгСОВТ, обладая техническими характеристиками, не уступающими зарубежным аналогам, и существенно превосходя их по уровню надежности, простоте монтажа и эксплуатации, не может остаться без внимания ведущих российских компаний нефтегазодобывающей отрасли.

Научно-технический центр «Энергосбережение», преодолевая стереотипы, создает и предлагает своим заказчикам наиболее рациональные и энергоэффективные решения в вопросах защиты от замерзания и поддержания температуры на объектах нефтегазопромислов.



**Р**азведка и освоение новых нефтегазовых месторождений напрямую связаны с развитием трубопроводного транспорта, строительством перерабатывающих комплексов и протяженных магистральных трубопроводов, в том числе, в регионах с суровыми климатическими условиями, таких как районы Крайнего Севера Тюменской области, Красноярского края, Якутии, Дальнего Востока.

Магистральные нефтепроводы обеспечивают транспорт более

95% нефти, являясь неотъемлемой частью энергетической системы России, непрерывное надежное функционирование которой является стратегической задачей. Ее выполнение влечет за собой ужесточение требований к безопасности, надежности, долговечности, ремонтпригодности, управляемости проектируемых и сооружаемых трубопроводных систем.

Теплоизолированные трубопроводы заводской готовности с устройством электрообогрева отли-

чаются повышенной эффективностью теплоизоляции и простотой монтажа систем электрообогрева, имеют высокие рабочие характеристики, соответствуя тем самым всем предъявляемым требованиям нефтегазовой отрасли России.

В зависимости от материала трубы предварительно теплоизолированные трубопроводы разделяют на два класса: полимерные и металлические, каждый из которых находит свое применение в зависимости от назначения, предъявляемых к тру-

## ПРЕИМУЩЕСТВА ЛОНГСОВТ ПЕРЕД СКИН-СИСТЕМАМИ

Российская система обогрева вихревыми токами обладает рядом существенных преимуществ по сравнению со Скин-системами:

- Отсутствует необходимость в сварке нагревательных трубок, так как обратный ток контура по трубке не протекает. Повреждение нагревательных трубок при монтаже и эксплуатации системы электрообогрева не сказывается на работе системы электрообогрева, не вызывает локальных перегревов и, как следствие, нарушений изоляционного слоя токоведущего проводника;
- Возможен обогрев разветвленных трубопроводных систем, задвижек и спускников, колодцев, резервуаров, емкостей в составе основного контура;
- Гальваническая развязка между питающей сетью и контуром обогрева исключает возможность возникновения короткого замыкания жилы кабеля нагревательного контура на основную трубу и, как следствие, исключается возможность возгорания;
- Более медленное старение электрической изоляции за счет низких токов утечки (отсутствует потенциал относительно земли) и равномерно распределенного уменьшенного температурного поля, воздействующего на токоведущий проводник. Возможно использование более дешевых низкотемпературных токопроводящих кабелей;
- Допускается эксплуатация системы электрообогрева при снижении электрической изоляции (первом замыкании на землю) на время поиска и устранения неисправности, замены поврежденного участка кабеля;
- Высокая ремонтопригодность за счет легкой замены в трубе старого проводника на новый. Возможна установка дополнительных соединительных (ремонтных) коробок в местах стыков трубных модулей, частичная замена кабеля нагревательного контура;
- Небольшие, в сравнении с импортными аналогами, сроки изготовления и поставки оборудования и материалов;
- При использовании трех трубок-теплоспутников на диаметры 720 мм и более у системы обогрева вихревыми токами появляется еще один плюс: возможность симметрирования нагрузки без использования специальных трансформаторов.

бопроводу технических требований, а также области применения.

Использование стальных трубопроводов с внутренним и наружным антикоррозионным покрытием позволяет сократить гидравлические потери при перекачивании нефтепромысловых жидкостей, снизить скорость отложения продуктов коррозии и солей в полости труб, защитить внутреннюю и наружную поверхности стального трубопровода от коррозии, увеличить надежность трубопроводной системы и ее срок службы.

Помимо основной трубы предизолированные трубопроводы с устройством электрообогрева включают в себя трубки-теплоспутники из ферромагнитной стали сечением 25, 32, 40 мм, крепеж которых к основному трубопроводу осуществляется при помощи бандажей либо сваркой, в зависимости от наличия (отсутствия) внутренне-

го и наружного антикоррозионного покрытия.

Еще одним важным составным элементом трубопроводов заводской готовности является теплоизоляционный слой: пенополиуретан (ППУ) — это разновидность газонаполненных пластмасс (пенопластов), полученных путем вспенивания и последующего отверждения первоначально жидкой композиции.

При вспенивании через 15–20 секунд ППУ заполняет все имеющиеся трещины, пустоты, отверстия и неровности, образуя твердый однородный монолитный теплоизолирующий слой. Структура ППУ представляет собой ячейки, наполненные углекислым газом, воздухом либо другим газом, что значительно снижает теплопроводность.

Одним из главных секретов уникальных теплоизоляционных свойств ППУ является то, что до 98% всего объема материала составляет газо-

вая фаза в виде изолированных ячеек диаметром 0,2–1,0 мм и только оставшиеся 2% ППУ составляет твердый материал.

Пенополиуретановый слой обладает низкой теплопроводностью 0,019–0,03 Вт/м\*С (для сравнения: теплопроводность минеральной ваты 0,04–0,05 Вт/м\*С), малой паропроницаемостью и высокими гидроизолирующими свойствами (водопоглощение у ППУ не превышает 2% от собственного объема), широким диапазоном температур (от -150°С до +150°С).

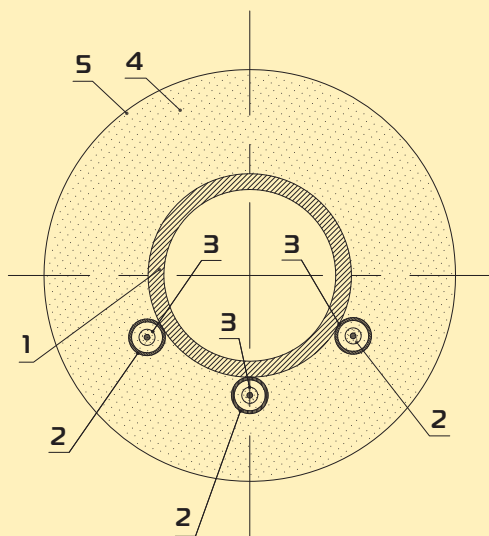
Компоненты ППУ не поддерживают горение и являются труднорючими (класс горючести Г1–Г3). При отсутствии механических повреждений срок службы ППУ не менее 25 лет, в отличие от его основного конкурента — минеральной ваты, эффективный срок службы которой не более пяти лет с постепенной потерей теплоизоляционных свойств.

**Основополагающий принцип деятельности ОАО «НТЦ «Энергосбережение» — это безусловный баланс между успешным бизнесом и соблюдением принципов надежного партнерства на основе качественного выполнения работ в установленные сроки**

В качестве наружного гидрозащитного покрытия (окожушки) предварительно теплоизолированных трубопроводов заводской готовности используются трубы оцинкованные стальные спиральнозамковые

**В сотрудничестве с тюменским заводом трубной изоляции ЗАО «Сибпромкомплект» мы способны поставить «под ключ» трубопроводные системы с электрообогревом по системе ЛонгСОВТ для любых объектов нефтегазовой отрасли**

## КОНСТРУКЦИЯ ЛОНГСОБТ



- 1 – трубопровод;
- 2 – трубка-теплоспутник;
- 3 – токовый проводник;
- 4 – теплоизоляция;
- 5 – кожух

для наземной прокладки или трубы в полиэтиленовой оболочке для подземной прокладки.

Применение систем обогрева в трубопроводах заводской готовности успешно решает такие задачи, как компенсация тепловых потерь с целью обеспечения стабильного протекания технологического процесса; поддержание минимально допустимой температуры жидкости при остановке процесса; разогрев труб до заданной температуры при возобновлении процесса после остановки (холодный пуск объекта). При этом системы электро-

обогрева позволяют обогревать протяженные трубопроводы длиной до 15 км без продольной сети питания вдоль трубопроводов.

### Система ЛонгСОБТ

По способу реализации системы электрообогрева протяженных трубопроводов можно разделить на две группы:

- (1) Скин-системы;
- (2) Система обогрева вихревыми токами ЛонгСОБТ (компании ОАО «НТЦ «Энергосбережение», г. Тюмень. Патент на полезную модель №93130).

Способ нагрева в этих системах предполагает совместную прокладку рабочего трубопровода с плотно примыкающей к ней стальной трубкой-теплоспутником, выполненной из ферромагнитной стали, внутри которой проложен термостойкий электрически изолированный провод. Вся конструкция находится под общей теплоизоляцией (см. «Конструкция ЛонгСОБТ»).

Отличия этих двух групп систем обогрева заключаются в способе доставки обратного тока, количестве нагревательных трубок и различии в физических процессах, вызывающих выделение тепла.

В Скин-системах переменный ток протекает по проводу, проложенному внутри трубки, до дальней точки объекта обогрева и обратно — по внутренней поверхности трубки-теплоспутника. Тепло же выделяется за счет эффекта поверхностных токов, так называемого скин-эффекта и эффекта близости. Взаимодействие этих эффектов приводит к тому, что ток, протекающий в греющей трубке,

концентрируется на ее внутренней поверхности и тепло вырабатывается за счет увеличения омического сопротивления греющей трубки.

Особенностью разработки ОАО «НТЦ «Энергосбережение» системы ЛонгСОБТ является то, что электрообогрев выполнен без подачи электропитания на нагревательные трубки. Ток, прямой и обратный, протекает в проводнике, проложенном в трубке-теплоспутнике. Нагрев стальной трубки — теплоспутника происходит за счет возникновения вихревых токов на внутренней поверхности трубки под влиянием переменного магнитного поля.

В соответствии с РД №47-36253509-001-97Р «Комплексная технология борьбы с осложнениями при добыче нефти и защита от замораживания нефтепромысловых объектов электрообогревом», разработанным сотрудниками ОАО «НТЦ «Энергосбережение» и прошедшим аккредитацию в Ростехнадзоре, питание систем обогрева вихревыми токами ЛонгСОБТ осуществляется от сети с изолированной нейтралью. Скин-системы предлагаются в основном иностранными разработчиками и поставщиками (см. «Преимущества ЛонгСОБТ перед Скин-системами»).

Испытания системы ЛонгСОБТ подтвердили возможность применения систем электрообогрева для поддержания необходимых температур продукта в полиэтиленовом трубопроводе, без разрушающего воздействия тепла на тело основного трубопровода.

Так, ОАО «НТЦ «Энергосбережение» реализован уникальный проект электрообогрева полиэтиленовых водоводов общей протяженностью более 25 км с использованием системы обогрева вихревыми токами на Юрхаровском месторождении газа (первые контуры обогрева успешно эксплуатируются с 2004 года).

### Состав системы ЛонгСОБТ

Конструктивно система электрообогрева вихревыми токами, кроме нагревательных трубок из ферромагнитной стали, включает в себя элементы силовой части, систему электроснабжения, систему управления электрообогрева.

## ТОКОВЫЙ ПРОВОДНИК, ТИП КнМНФ

Кабель КнМНФ для индукционного нагрева, систем нагрева вихревыми токами, «Скин-эффекта»  
Технические характеристики:

Напряжение питающей сети .....	до 6000 В
Частота переменного тока .....	50/60 Гц
Температура эксплуатации .....	до 260 °С
Максимальная мощность на одну трубку .....	до 165 Вт/м
Минимальная температура эксплуатации .....	до -60 °С
Минимальная температура монтажа .....	до -40 °С
Маркировка взрывозащиты .....	2ExeIIТЗ...Т6
Степень защиты оболочки по ГОСТ 14254-96 .....	IP68
Класс защиты от поражения электрическим током по ГОСТ 12.2.007.0-75 .....	I
Срок службы .....	до 30 лет





К элементам силовой части системы обогрева вихревыми токами относятся кабельно-проводниковая продукция, силовые вводные и соединительные коробки (см. «Токовый проводник, тип КнМНФ»).

На рисунке изображен токопроводящий кабель, состоящий из токопроводящей медной многопроволочной жилы, покрытой двумя слоями фторопласта (изоляция и оболочка) марки КнМНФ предназначенный для использования в системах обогрева вихревыми токами (ЛонгСОВТ).

Кабель марки КнМНФ является отечественной разработкой. На данный кабель получены сертификаты соответствия требованиям пожарной безопасности, сертификаты соответствия ГОСТ Р Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии. Кабель также разрешен к применению во взрывоопасных средах.

В системах обогрева вихревыми токами используются силовые вводные и соединительные коробки типа КСРВ/СМ пылевлагозащитного либо взрывобезопасного исполнения различных габаритных размеров.

Источниками питания системы обогрева вихревыми токами являются комплектные блочно-модульные трансформаторные подстанции различной мощности.

При необходимости также используются симметрирующие нагрузки

трансформаторы, схемы соединения обмоток: разомкнутый треугольник, неполная звезда, либо преобразующие число фаз (схема Скотта).


Реализация системы автоматического управления работой контуров электрообогрева возможна на базе как отечественных, так и зарубежных промышленных контроллеров. Управление производится по показаниям накладных датчиков температуры, расположенных на поверхности обогреваемых трубопроводов, что позволяет максимально точно поддерживать температуру на трубе, эффективно потребляя электроэнергию. При этом контролируются такие параметры, как ток каждого контура, предельная температура токового проводника в трубке-теплоспутнике, состояние защиты контура (положение коммутационных аппаратов), величина сопротивления изоляции в контуре.

Для обеспечения дистанционного контроля и управления работой системы электрообогрева предусматривается передача информации в местную систему автоматического управления (АСУ ТП) по интерфейсу RS-485 протокол Modbus RTU.

Предлагая заказчикам авторские системы электрообогрева вихревыми токами ЛонгСОВТ мы контролируем весь жизненный цикл разрабатываемых систем начиная с этапа сбора исходных данных, проектно-

вания, прохождения государственных экспертиз, процесса строительства, пусконаладочных работ, ввода

**Испытания системы ЛонгСОВТ подтвердили возможность применения систем электрообогрева для поддержания необходимых температур продукта и в полиэтиленовом трубопроводе, без разрушающего воздействия тепла на тело основного трубопровода**

в эксплуатацию, заканчивая последующей многолетней успешной эксплуатацией. ОАО «НТЦ «Энергосбережение» выступает гарантом качества выполняемых работ! 



625031, Россия, г.Тюмень,  
ул.Щербакова, д.162  
тел.: +7 (3452) 49-33-69  
ф.: 49-33-68  
[www.ntces.ru](http://www.ntces.ru)  
e-mail: [ntc@ntces.ru](mailto:ntc@ntces.ru)