

**ТЕХНОЛОГИИ
ЭЛЕКТРООБОГРЕВА
ПОДВОДНЫХ
ТРУБОПРОВОДОВ**





Востребованность подводных трубопроводов

Несмотря на попытки ученых найти адекватные заменители нефти и газа, эффективных альтернатив, дающих человечеству энергию, пока не существует. В течение многих лет газ, нефть и нефтепродукты остаются главным экспортным товарным продуктом для экономики многих стран, а их транспортировка имеет ключевое значение во всем мире. Страны-потребители получают недостающие топливные и энергетические ресурсы. А для государств, поставляющих нефтегазовую продукцию, зачастую данная деятельность является ключевой и обеспечивает существенное пополнение их бюджетов.

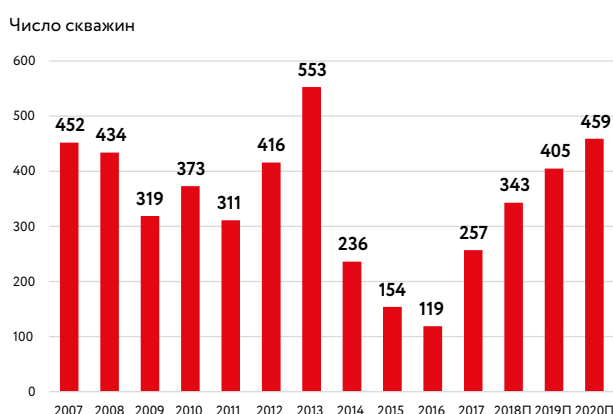
Территория России богата различными водными объектами — озерами, водохранилищами и реками, которые в силу их протяженности практически невозможно обойти. В этом случае стоит задача организации подводного перехода.

Трубопровод может пересекать не только водные преграды на суше, но и уходить в море на значительные расстояния. На морских месторождениях по подводным трубопроводам нефть или газ из скважины поступает на берег на нефтеперерабатывающий завод или в систему газоснабжения.

В любом из случаев при эксплуатации подводных трубопроводов работники газовой и нефтяной отрасли сталкиваются с рядом аналогичных проблем. Температура водной среды может составлять от -1°C до $+1,5^{\circ}\text{C}$ в толще океана. В холодном окружении при перемещении по трубопроводу нефть и газ быстро остывают. В газопроводе происходит образование гидратов, а в нефтепроводе конденсируются асфальтосмолопарафиновые отложения (АСПО), которые могут засорить линию.

Закупорка трубопровода представляет собой настоящее бедствие для бригады нефтяников. Чтобы избежать этого, большую часть подводных трубопроводов покрывают изолирующими материалами, сохраняющими тепло. А для того, чтобы дополнительно поддерживать требуемую температуру жидкостей и газов в трубопроводе применяют системы электрообогрева как одно из наиболее эффективных решений.

Число введенных в строй скважин с подводной устьевой арматурой и прогноз



Источник: Estimates from Quest Offshore Resources, Inc.

Рис. 1

Аналитики прогнозируют дальнейший рост числа скважин с подводной устьевой арматурой (см. рис. 1), а значит, в ближайшей перспективе морские трубопроводы будут востребованы.

Технологии электрообогрева для бесперебойной транспортировки нефти и газа

Обогрев подводных трубопроводов позволяет:

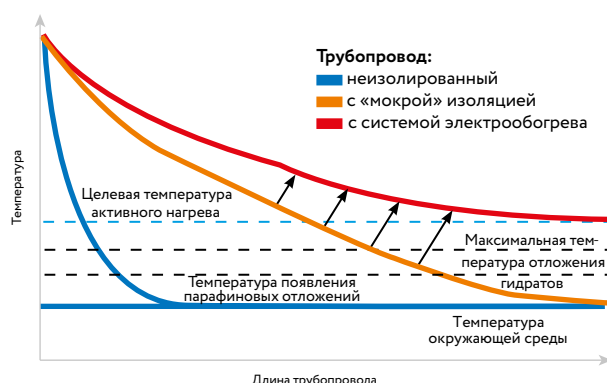
- существенно повысить экономическую привлекательность отдаленных нефтегазоносных залежей;
- усовершенствовать процесс извлечения углеводородов из зрелых месторождений;
- свести к минимуму потери транспортных мощностей вследствие уменьшения эффективного пропускного диаметра трубопроводов из-за гидратных и парафиновых отложений;
- значительно сократить общие производственные расходы;
- повысить эффективность и безопасность управления процессом в звене «скважина — потребитель»;
- снизить техногенные риски для окружающей среды, особенно при разработке глубоководных проектов вблизи природоохранных зон.

Асфальтосмолопарафиновые отложения (АСПО) существенно затрудняют транспортировку нефти, увеличивая гидравлические сопротивления и, следовательно, энергозатраты. Их уровень может достичь критического, что делает невозможными дальнейшую перекачку и транспортировку нефти. Все это приводит к дополнительным затратам, связанным с очисткой труб от парафиновых отложений, увеличивает вероятность аварий, ухудшая экономические показатели работы промысла.

Выпадение и осаждение парафина главным образом зависит от температуры добываемой жидкости. Низкая температура увеличивает риск возникновения АСПО. Из этого следует, что основным методом борьбы с выпадением и осаждением парафина служит поддержание температуры жидкости в системе выше значений температуры начала его кристаллизации.

Электрообогрев позволяет поддерживать температуру в трубопроводе выше кристаллизации парафина, что способствует бесперебойному потоку транспортируемого флюида, нефти или нефтепродуктов по подводным линиям.

Температурные профили подводных трубопроводов по основным типам изоляции



Источник: IntecSea

Рис. 2

Гидратные пробки — другая проблема для большинства подводных систем добычи. Они могут привести к остановке добычи, и их трудно устранить. Обычно условиями для образования гидратов являются свободная вода, легкие газы (метан и сероводород), низкая температура и высокое давление.

При этом такие факторы, как содержание воды и газов, определяется пластовыми условиями и не могут управляться оператором. Можно управлять температурой и давлением с помощью конфигурации системы и технологического процесса. При температуре выше +20 °C образование газогидратов не происходит.

Электрообогрев и теплоизоляция — самый простой и наиболее эффективный способ предотвращения образования гидратов.

Сложности обогрева подводных трубопроводов:

- Особые требования к экологической безопасности
- Особые условия монтажа трубопроводов под водой и в море (в том числе сложности спускоподъемного механизма)
- Высокий коэффициент теплоотдачи от трубопровода в окружающую воду
- Необходимость обеспечения абсолютной герметичности электротехнических устройств, работающих в воде
- Высокое давление в трубопроводе
- Штормовые условия
- Ледяные массы
- Сейсмическая активность

В связи со сложностью обогрева подводных трубопроводов, существует ряд требований к системе электрообогрева:

- все материалы и оборудование, применяемые в проекте, должны быть взрывопожаробезопасными и стойкими к коррозии;
- при эксплуатации систем электрообогрева в море существует опасность негативного воздействия сероводорода на нагревательный кабель, в этой связи необходимы конструкции, устойчивые к воздействию морского климата и химических веществ;
- устойчивость нагревательных элементов к возможной деформации обогреваемого трубопровода в процессе его монтажа и эксплуатации.

Применение систем электрообогрева для подводных трубопроводов

Технологии электрообогрева применяются для подводных систем добычи с протяженными соединительными трубопроводами. Электрообогрев может быть использован для многих компонентов подводных систем, таких как **промысловые трубопроводы, райзеры, обвязочные трубопроводы и соединительные устройства скважин и трубопроводов.**





Лауда-Кёнигсхофен

«БСТ-2»

Москва
Мытищи

Дубай

Месторождение
им. В. Филановского

Месторождение
им. Ю. Корчагина

«Жданов-А»

Уфа

Казань

Нижний Новгород

Воронеж

Тамань

Новороссийск

Туапсе

Тихорецк

Киев

Унеча

Минск

Кириши

Усть-Луга

Харьгинское

Варандей

Медвежье

Усинск

Юбилейное

Екатеринбург

Челябинск

Омск

Астана

Новосибирск

Кумколь

Урга

Самара

Ямбург

Заполярное

Ярудейское

Приобское

Мамонтовское

Нефтепровод
«Заполярье - Пурпе»

Нефтепровод
«Куюмба - Тайшет»

Тайшет

Куюмба

Удачный

Мирный

ВСТО

Сковородино

Комсомольск-на-Амуре

Киринское

Хабаровск

Находка

Йосу

Шанхай

Фуджайра

МЛСП
«Приразломная»

Бованенково

Ямал СПГ

ЧИСТОТА КАСПИЯ - ДЕЛО НАШЕЙ ЧЕСТИ

Технологии электрообогрева подводных трубопроводов от ГК «ССТ»

Группа компаний «Специальные системы и технологии» предлагает два варианта решения задачи обогрева подводных трубопроводов на основе нагревательных электрических кабелей:

- **UW Skin Tracing Solution** — система на основе скин-эффекта для обогрева скважин и подводных трубопроводов длиной до 60 км с подачей питания из одной точки;
- **UW Very Long Line Solution** — система обогрева сверхдлинных трубопроводов длиной до 150 км с подачей питания из одной точки.

Преимущества технологий обогрева подводных трубопроводов от ГК «ССТ»:

- 100% надежность в условиях работы под водой за счет полной герметизации нагревательного элемента.
- Обогрев протяженных и сверхпротяженных подводных трубопроводов с подачей электропитания с одного конца трубопровода.
- Низкие затраты на строительно-монтажные работы.
- Автоматическое поддержание заданной температуры.

Особенностью технологий обогрева подводных трубопроводов является повышенная устойчивость нагревательных элементов к возможной деформации обогреваемого трубопровода в процессе его монтажа, спускоподъемных операций и эксплуатации в условиях высокого давления воды и воздействия агрессивной окружающей среды.

Системы электрообогрева применяются с целью компенсации тепловых потерь продукта, транспортируемого по подводным трубопроводам.





Система электрообогрева на основе скин-эффекта UW Skin Tracing Solution

Скин-эффект возникает в проводниках под воздействием электромагнитных явлений протекающего переменного тока. В основе системы электрообогрева на основе скин-эффекта от ГК «ССТ» — уникальный гибкий индукционно-резистивный нагреватель.

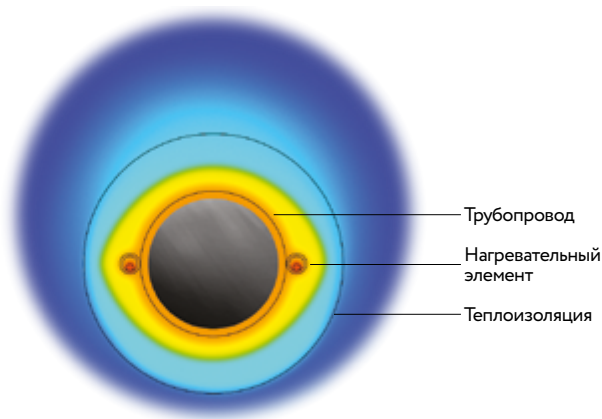
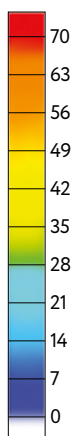
Области применения:

- обогрев скважин для защиты от АСПО и гидратных пробок;
- обогрев подводных трубопроводов для поддержания температуры транспортируемого продукта.

Система электрообогрева на основе гибкого скин-нагревателя энергоэффективна. Доказательством могут служить опытно-промышленные испытания нагревателя в составе системы электрообогрева скважин Stream Tracer™. Фактическое энергопотребление снизилось на **47%** (по сравнению с обогревом флюида в НКТ резистивным кабелем).



Температура
T(K), °C



*ГК «ССТ» — единственный
в России и один из четырех
разработчиков и производителей
систем электрообогрева на основе
скин-эффекта в мире*

до 60 км
с одной точкой запитки

Технические характеристики

Максимальная длина обогреваемого трубопровода	60 км [°]
Максимальная рабочая температура	+200 °C
Максимальная допустимая температура	+260 °C
Максимальная мощность	150 Вт/м

[°] без сопроводительной сети



Система электрообогрева сверхдлинных трубопроводов UW Very Long Line Solution

В основе системы электрообогрева сверхдлинных трубопроводных систем — кабели постоянной мощности VLL-A (алюминиевые жилы) и VLL-C (медные жилы). Сечение выбирается в зависимости от необходимой мощности тепловыделения и длины обогреваемого участка. Для предварительно теплоизолированных трубопроводов кабели помещаются в направляющие элементы, установленные на транспортной трубе под теплоизоляцией. Соединения выполняются герметичными муфтами.

- Возможность обогрева сверхдлинных трубопроводов длиной до 150 км с одной точкой запитки.
- Система подходит для любых климатических зон.
- Экономичность решения благодаря конструкции из трех кабелей.
- Простота монтажа.
- Полный ассортимент комплектующих.

*VeLL — самая длинная
система электрообогрева
в мире*

до 150 км
с одной точкой запитки

Технические характеристики

Максимальная длина обогреваемого трубопровода	150 км*
Минимальная температура монтажа	-40 °C
Максимальная рабочая температура	+100 °C
Максимальная мощность	30 Вт/м

* без сопроводительной сети



+7 495 627-72-55

info@sst-em.ru

www.sst.ru

www.sst-em.ru