Министерство нефтяной промышленности

ВНИИСПТнефть

РУКОВОДЯЩИЙ ДОКУМЕНТ
ИНСТРУКЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ ВНУТРИПРОМЫСЛОВЫХ ТЕПЛОИЗОЛИРОВАННЫХ НЕФТЕПРОВОДОВ С ПУТЕВЫМ ЭЛЕКТРОПОДОГРЕВОМ В УСЛОВИЯХ ПОЛУОСТРОВА МАНГЫШЛАК

РД 39-0147103-323-86

1986

gost.e-ecolog.ru

Министерство нефтяной промышленности
ВНИИСПТнефть

УТВЕРЖДЕН
генеральным директором
ПО "Мангышлакнефть"
А.А.Дергачевым

РУКОВОДЯЩИЙ ДОКУМЕНТ
ИНСТРУКЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ ВНУТРИПРОМЫСЛОВЫХ ТЕПЛОИЗОЛИРОВАННЫХ НЕФТЕПРОВОДОВ С ПУТЕВЫМ ЭЛЕКТРОПОДОГРЕВОМ В УСЛОВИЯХ ПОЛУОСТРОВА МАНГЫШЛАК

РД 39-0147103-323-86

1986

Инструкция рассматривает общие вопросы эксплуатации внутрипромысловых теплоизолированных нефтепроводов, в том числе с путевым электроподогревом, конструкцию и вопросы монтажа, технического обслуживания и техники безопасности при эксплуатации.

Инструкция предназначена для инженерно-технических работников и рабочих нефтегазодобывающих управлений, занятых добычей высокозастывающих нефтей в условиях полуострова Мангышлак.

Разработчики: М.Э.Рахимов, Ш.Г.Гатауллин, В.В.Каледин, Р.А.Валеев, В.Г.Рябуха.

РУКОВОДЯЩИЙ ДОКУМЕНТ

Инструкция по эксплуатации внутрипромысловых теплоизолированных нефтепроводов с путевым электроподогревом в условиях полуострова Мангышлак

РД 39-0147003-323-86

Вводится впервые

Приказом ПО "Мангышлакнефть" от 10.02.86г. № 47
срок введения установлен с 1 марта 1986 года
Срок действия до 1 марта 1989 года

Данный руководящий документ содержит указания по эксплуатации теплоизолированных внутрипромысловых нефтепроводов диаметром 57-114 мм с системами путевого электроподогрева на основе элементов нагревательных гибких ленточных типа ЭНГЛ-180 и ЭНГЛВ-180.

Инструкция предназначена для инженерно-технических работников и рабочих нефтегазодобывающих управлений, занятых добычей высокозастывающих нефтей в условиях полуострова Мангышлак.

1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Настоящая инструкция распространяется на процесс эксплуатации внутрипромысловых гидротеплоизолированных нефтепроводов диаметром 57-114 мм с системой путевого электроподогрева гибкими нагревательными лентами ЭНГЛ-180 применительно к климатическим условиям полуострова Мангышлак.

1.2. Промысловые гидротеплоизолированные трубопроводы с системой путевого электроподогрева предназначены для обеспечения

внутрипромыслового сбора и транспорта высокозастывающих нефтей на малодебитном фонде скважин. Система путевого электроподогрева предназначена для разогрева трубопровода при первоначальном запуске и запуске в эксплуатацию после длительной остановки, а также для компенсации тепловых потерь при работе скважин в зимне-весенний период.

I.3. Нагревательные элементы монтируются на одиночную трубу в слое гидротеплоизоляционного покрытия, наносимого в стационарных условиях в специально оборудованных цехах.

В полевых условиях выполняются монтаж системы путевого электроподогрева и изоляция монтажных стыков гидротеплоизоляционного покрытия трубопровода после сварки и опрессовки трубопровода до его соединения со скважиной и технологическим оборудованием.

2. КОНСТРУКЦИЯ ТЕПЛОИЗОЛИРОВАННОГО ТРУБОПРОВОДА С СИСТЕМОЙ ПУТЕВОГО ЭЛЕКТРОПОДОГРЕВА

2.I. Теплоизолированные трубопроводы диаметром 57-II4 мм с системой путевого электроподогрева должны состоять из

гидротеплоизоляционного покрытия,

системы путевого электроподогрева.

2.2. Гидротеплоизоляционное покрытие должно состоять из

антикоррозионного слоя,

теплоизоляционного слоя,

гидроизоляционного слоя.

Гидротеплоизоляционное покрытие должно соответствовать требованиям, предъявляемым РД 39-6-II26-84 "Руководство на технологический процесс нанесения гидротеплоизоляционного покрытия на нефтепромысловые трубы диаметром 89-II4 мм, в том числе с нагревательными лентами ЭНГЛ-180". -Уфа, ВНИИСПТнефть, 1984.

2.3. Система путевого электроподогрева должна состоять из

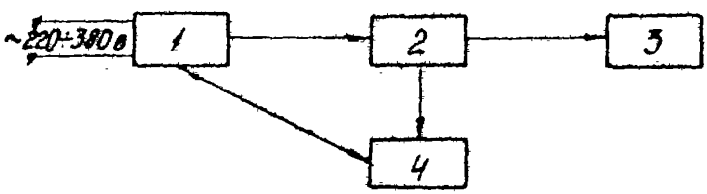
электрических нагревательных лент типа ЭНГЛ-180, расположенных на наружной поверхности трубы между антикоррозионным и теплоизоляционным слоями;

полимерных каналов для питающего и контрольного кабелей, расположенных в теплоизоляционном слое;

питающего и контрольного кабелей;

контролирующей и пускорегулирующей электроаппаратуры.

Структурная схема системы путевого электроподогрева



1-2- - контролирующая и пускорегулирующая аппаратура;

3 - электрические нагревательные ленты; 4 - скважина

Рис.1

2.3.1. Электрические нагревательные ленты типа ЭНГЛ-180 предназначены для подогрева трубопровода с целью компенсации потерь тепла в процессе перекачки и разогрева трубопровода с целью запуска в работу после длительной остановки.

2.3.2. Полимерный канал предназначен для снятия термических нагрузок с питающего кабеля и повышения безопасности работы системы электроподогрева и трубопровода.

2.3.3. Питающий электрический кабель предназначен для подключения нагревательных электрических лент типа ЭНГЛ-180 по длине трубопровода к источнику питания.

2.3.4. Пускорегулирующая и контролирующая электроаппаратура предназначена для управления пуском и остановкой системы путевого электроподогрева как при работающей, так и остановленной скважине и защиты их от перенапряжений и отключения в случае короткого замыкания, а также регулирования температуры нагрева.

2.4. Нагревательная лента должна соответствовать требованиям ТУ 63-РСФСР-3-76.

Техническая характеристика нагревательных лент типа ЭНГЛ-180

Элемент нагревательный гибкий ленточный	
Максимальная температура эксплуатации, °С	180
Удельная мощность, Вт/м	30÷100
Номинальная мощность, кВт	0,17-2,1
Длина греющей части, м	2,55-33,12
Ширина греющей части, мм	30
Толщина греющей части, мм	3
Напряжение питающей сети, В	220 или 380
Исполнение	П

3. ПРОЦЕСС МОНТАЖА ВНУТРИПРОМЫСЛОВЫХ ТЕПЛОИЗОЛИРОВАННЫХ НЕФТЕПРОВОДОВ С ПУТЕВЫМ ЭЛЕКТРОПОДОГРЕВОМ

3.1. Процесс монтажа внутрипромысловых теплоизолированных нефтепроводов с путевым электроподогревом должен включать следующие операции:

укладочные работы,

электромонтажные работы,

изоляция стыков.

3.2. Указанные работы должны производиться секционно, по секциям из трех труб, сваренных на бровке траншеи.

Предварительно должна производиться проверка целостности электрических лент путем замера электрического сопротивления. Укладка в траншею производится двумя трубоукладчиками посредством мягких полотенец во избежание повреждений гидротеплоизоляции труб.

3.3. Электромонтажные работы включают следующие операции:

I) расчет необходимой удельной мощности (приложение I), т.к. электрические нагревательные элементы ЭНГЛ-180 имеют чисто активное сопротивление по законам постоянного тока. Расчет показывает, какое количество нагревательных элементов необходимо соединить последовательно для получения необходимой удельной мощности. В соответствии с длиной обогреваемой части трубопровода распределяют равномерно число гирлянд по фазам для получения равномерной нагрузки;

2) соединение нагревательных элементов в гирлянды согласно расчетам. Соединение осуществляется пайкой оловянным припоем с последующей изоляцией эпоксидным компаундом и электротехнической липкой лентой. После этого гирлянды проверяются универсальным прибором типа Ц 4312 на прохождение электрического тока;

3) протяжка силового электрического кабеля в полимерном канале для подключения гирлянд нагревательных элементов к питающей сети 220/380 В. Кабель протягивается по всей длине обогреваемой части трубопровода до подсоединения последней гирлянды. Соединение строительных длин кабеля производят пайкой с последующей заделкой в муфту из эпоксидной смолы и изолируют электротехнической липкой лентой. Электрический силовой кабель для питания нагревательных элементов выбирается по расчетной токовой нагрузке согласно ПУЭ § I-3-8;

4) подключение гирлянд нагревательных элементов к силовому электротехническому кабелю. В месте подключения разделывается нулевой и один фазовый провод и пайкой производится подсоединение гирлянды. Место соединения изолируют эпоксидным компаундом и электротехнической липкой лентой. После подключения гирлянды проверяют всю цепь на прохождение электрического тока;

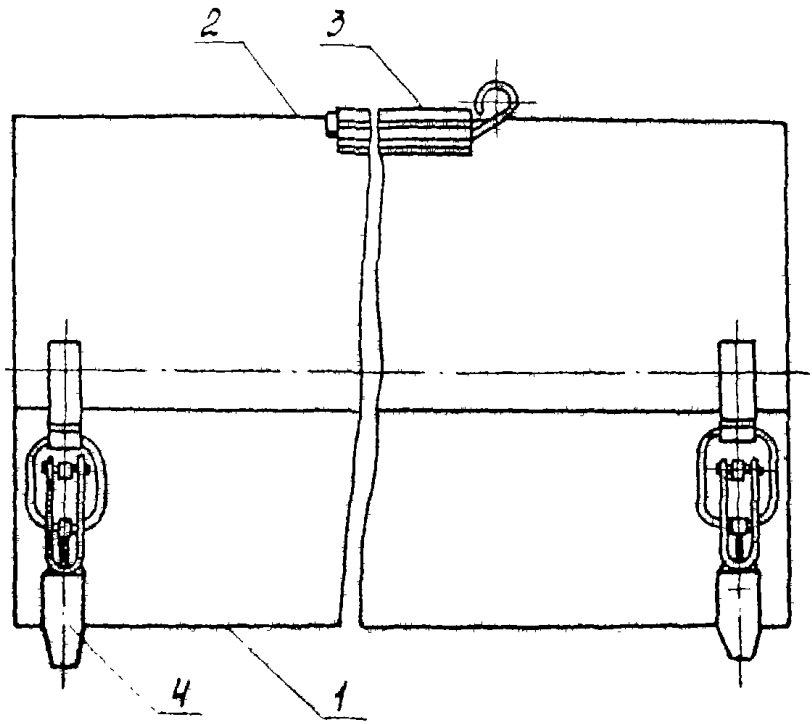
5) пробное включение системы путевого электроподогрева производят отдельно по каждой фазе. При показании приборами расчетных нагрузок систему электроподогрева считают действующей.

3.4. Изоляция стыков

В процессе нанесения теплоизоляционного покрытия в цеховых условиях торцы труб (на длине 150-200 мм) оставляют неизолированными для возможности сварки их на трассе без повреждения покрытия. Изоляция стыков производится после сварки и содержит следующие операции:

1) зачистка стыка после сварки от наплывов битумной мастики, ржавчины, грязи и окалины. Зачистку производят щетками до металлического блеска;

2) нанесение антикоррозионного и теплоизоляционного слоев. Состав слоев соответствует составу, наносимому в стационарных условиях. Нанесение производится вручную с помощью съемной формы. Конструкция формы показана на рис.2. Реакционная смесь заливается в отверстие формы, где вспенивается. После вспенивания и отверждения пенопласта форма снимается и переносится на следующий стык. Состав антикоррозионного покрытия и реакционной смеси указан в РД 36-6-1126-84 "Руководство на технологический процесс нанесения гидротеплоизоляционного покрытия на нефтепромысловые трубы диаметром 89-114 мм, в том числе с нагревательными лентами ЭНГЛ-180";



Съемная форма для нанесения теплоизоляции на стык:

I - нижняя полуформа; 2 - верхняя полуформа;

3 - заслонка; 4 - замки

Рис.2

3) нанесение гидроизоляционного слоя. Гидроизоляционный слой состоит из двух частей - слой битумно-полимерной мастики и слой полимерной пленки с липким слоем. Битумно-полимерная мастика наносится на теплоизоляционный слой с помощью кисти или полотенца, после чего производится намотка полимерной пленки с липким слоем.

4. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ВНУТРИПРОМЫСЛОВЫХ ТЕПЛОИЗОЛИРОВАННЫХ НЕФТЕПРОВОДОВ С ПУТЕВЫМ ЭЛЕКТРОПОДОГРЕВОМ

4.1. Отличительными признаками эксплуатации гидротеплоизолированных внутрипромысловых нефтепроводов, в том числе с путевым электроподогревом, являются:

обеспечение стабильной температуры продукта скважины и малые потери тепла по длине при перекачке;

возможность запуска "замороженного" нефтепровода в любое время года;

снижение гидравлического сопротивления и экономия электроэнергии;

возможность бесперебойной эксплуатации в зимне-весенний период;

возможность очистки от парафинистых отложений без применения паровых передвижных установок;

герметизация системы сбора, т.е. отказ от врезки стояков по длине.

4.2. Эксплуатация гидротеплоизолированного нефтепровода без путевого подогрева.

Гидротеплоизолированный нефтепровод без путевого электроподогрева позволяет добиться устойчивой работы малодебитных скважин, добывающих высоковязкую нефть, в климатических условиях полуострова Мангышлак; отсутствие путевого электрообогрева не обес-

печит запуск гидротеплоизолированного нефтепровода после длительной остановки без применения традиционных способов применения паровых передвижных установок и опрессовочных агрегатов.

Эффективность применения гидротеплоизолированных промысловых нефтепроводов на малодебитном фонде скважин по сравнению с нетеплоизолированными оценивается гидравлическими и тепловыми потерями. Расчеты (приложение I) показывают, что тепловые потери в окружающую среду при эксплуатации гидротеплоизолированных промысловых нефтепроводов в 4-6 раз ниже по сравнению с нетеплоизолированными.

4.3. Запуск гидротеплоизолированного нефтепровода с системой путевого электроподогрева в работу.

4.3.I. Система путевого электроподогрева позволяет запустить вновь построенный незаполненный трубопровод в эксплуатацию даже в зимне-весенний период без обычных сложностей за счет создания температурного поля в изоляции и грунте.

4.3.2. Экспериментальные и расчетные данные показывают, что для различных диаметров при определенной удельной мощности заполнение порожнего трубопровода можно производить после I0-I2 часов непрерывной работы системы путевого электроподогрева (таблица I). Формулы расчета даны в приложении 3.

Таблица I

Диаметр, мм	57	89	II4
Удельная мощность, Вт/м	I0	I5	20

4.3.3. После прогрева трубопровода система электроподогрева должна отключаться.

4.3.4. Отключение системы электроподогрева должно производиться автоматическими потенциометрами типа КСП-4 при дискретном режиме регулирования или тиристорным агрегатом переменного тока РТ-I25 в плавном режиме регулирования, при превышении температуры трубопро-

вода над температурой окружающей среды (грунта) на 30-40°С.

4.3.5. Запуск теплоизолированного нефтепровода с системой путевого электроподогрева после длительной остановки.

Запуск заполненного теплоизолированного нефтепровода после длительной остановки производится в любое время года без применения пароперекачивающих установок.

4.3.6. Запуск осуществляется следующим образом. Включается система путевого электроподогрева и работает в течение 18-20 часов. Далее время по экспериментальным данным и теоретическим расчетам на ЭВМ обеспечивает превышение температуры трубопровода над температурой окружающей среды (грунта) на 30-40°С.

Затем система путевого электроподогрева должна отключаться согласно пункту 4.3.1, а трубопровод запускается в работу.

4.4. Эксплуатация гидротеплоизолированного нефтепровода с системой путевого электроподогрева в зимне-весенний период.

В зимне-весенний период при резком понижении температуры окружающей среды эксплуатация системы путевого электроподогрева должна проводиться в двух режимах:

циклическом,

постоянном режиме компенсации тепловых потерь.

4.4.1. Циклический режим

Через 58-70 часов трубопровод остывает из-за тепловых потерь через тепловую изоляцию в грунте и унос тепла транспортируемой жидкостью. Для предотвращения застывания трубопровода при периодическом режиме работы системы путевого электроподогрева необходимо через 58-70 часов включать систему электроподогрева (приложение 2).

4.4.2. В режиме компенсации тепловых потерь достаточно понизить питающее напряжение до 100 В путем установки на каждой фазе

диодов типа Д 246. В режиме компенсации удельная мощность, выделяемая системой путевого электроподогрева, составит:

диаметр 57 мм - 2 Вт/м;

диаметр 89 мм - 3 Вт/м;

диаметр 114 мм - 4 Вт/м.

4.5. Профилактические работы в процессе эксплуатации теплоизолированных нефтепроводов с путевым электроподогревом.

При перекачке высокозастывающих нефтей по внутрипромысловым теплоизолированным нефтепроводам на стенках нефтепровода происходит отложение парафинов и асфальто-смолистых веществ. Система путевого электроподогрева позволяет провести профилактические работы по удалению парафинов и асфальто-смолистых веществ без применения паровых передвижных установок.

Профилактические работы должны производиться следующим образом. Останавливается скважина. Включается система путевого электроподогрева на 30 часов. Через 25 часов трубопровод включается в работу. За время прогрева горячая нефть растворяет в себе парафины и асфальто-смолистые вещества и при включении насоса скважины они уносятся потоком.

На теплоизолированных трубопроводах с системой путевого электроподогрева профилактические работы должны проводиться не реже одного раза в месяц.

4.6. Техническое обслуживание теплоизолированных нефтепроводов с системой путевого электроподогрева.

4.6.1. Гидротеплоизолированные нефтепроводы диаметром 57-114 мм с системой путевого электроподогрева должны иметь журнал технического обслуживания.

4.6.2. Журнал технического обслуживания должен содержать:

исполнительную схему технологическую,

исполнительную схему электрическую,

заводские инструкции по эксплуатации и паспорта примененного оборудования.

4.6.3. В журнале технического обслуживания должны фиксироваться все профилактические и ремонтные работы, производимые на трубопроводе, должности и фамилии лиц, производимых эти работы.

4.6.4. Техническое обслуживание промысловых теплоизолированных нефтепроводов с системой путевого электроподогрева провоцится электроцехом НГДУ и техническим составом РИТС.

Техническое обслуживание включает:

профилактические осмотры,

планово-предупредительные ремонты.

4.6.5. Профилактические осмотры оборудования и электроснабжения системы путевого электроподогрева должны проводиться операторами промыслов не реже I раза в две недели. При этом должны проверяться целостность шкафов с пусковой и контролирующей электроаппаратурой, а при работающей системе электроподогрева-и показания контрольных приборов. Внеочередные осмотры должны провоциться после дождевых ливней и обильных снегопадов.

4.6.6. Планово-профилактические ремонты должны проводиться персоналом электроцеха НГДУ не реже одного раза в год. При этом должны проводиться пофазный контроль рабочих токов системы путевого электроподогрева, контроль сопротивлений изоляции нагревательных элементов, осмотр и чистка щитков и шкафов от пыли и загрязнения, смазка, замена мелких деталей, крепление контактных соединений, осмотр всех элементов заземления, проверка наличия электрической цепи между контуром заземления и заземленным элементом, осмотр элементов заземления устройств, находящихся в земле, производится выборочно.

4.7. Аварийные режимы, возникающие при эксплуатации промысловых теплоизолированных трубопроводов с системами путевого электроподогрева.

К аварийным режимам относятся следующие:

появление электрического потенциала на трубопроводе;

полный или частичный отказ системы электроподогрева;

повреждение трубопровода.

4.7.I. Появление электрического потенциала на трубопроводе возможно при пробое или повреждении электрической изоляции и замыкании на трубопровод нагревательной ленты. Электрический потенциал на трубопроводе предотвращается путем присоединения трубопровода к контуру заземления, своевременным и полным выполнением контроля за состоянием электрической изоляции в процессе монтажа и эксплуатации трубопровода.

4.7.2. Полный или частичный отказ системы путевого электроподогрева выражается в отсутствии генерации тепла нагревательными элементами по всей длине обогреваемого трубопровода или на части его. Отказ может быть выявлен при профилактическом осмотре проверкой потребляемых токов по каждой фазе системы электроподогрева. При отклонении величин потребляемых токов от номинальных значений более чем на 5% проводится комплексная проверка работоспособности системы электроподогрева.

4.7.3. Комплексная проверка работоспособности системы электроподогрева включает в себя проверку сопротивлений "фаза - нулевой провод", сопротивлений электрической изоляции по фазам, рабочие токи по фазам.

4.7.4. Повреждение теплоизолированного трубопровода определяется визуально по видимым утечкам нефти и снижению перепада давления на трубопроводе.

4.7.5. При обнаружении аварийных режимов производится немедленная остановка перекачки по трубопроводу и уточнение характера неисправности.

4.8. Ремонт промысловых теплоизолированных нефтепроводов с системой путевого электроподогрева.

Ремонт промысловых теплоизолированных нефтепроводов с системами путевого электроподогрева должен производиться персоналом электроцеха НГДУ и аварийной бригадой РИТС.

4.8.I. В работах по ремонту трубопроводов с системой путевого электроподогрева должны принимать участие работники электроцеха, имеющие разряд не ниже Ш и IУ квалификационной группы по технике электробезопасности, рабочие аварийной бригады РИТС, имеющие квалификационную группу по технике электробезопасности не ниже П.

4.8.2. Работы по ликвидации аварийных режимов по п.4.7.I и п.4.7.2 могут производиться без остановки перекачки по обогреваемому трубопроводу.

Все виды работ по ликвидации аварийных режимов на трубопроводе должны производиться только после отключения системы электроподогрева от сети электроснабжения.

КАТЕГОРИЧЕСКИ ЗАПРЕЩАЕТСЯ ПРОИЗВОДИТЬ РЕМОНТНЫЕ РАБОТЫ НА ТРУБОПРОВОДЕ ПРИ ВКЛЮЧЕННОЙ СИСТЕМЕ ЭЛЕКТРОПОДОГРЕВА!

4.8.3. На рубильниках, отключающих систему электроподогрева от сети, обязательно должна быть вывешена табличка "Не включать! Работают люди!".

4.8.4. Перед проведением работ на теплоизолированных трубопроводах с путевым электроподогревом службы, выполняющие работы, должны быть ознакомлены с исполнительной схемой трубопровода.

4.8.5. Поиск мест повреждения в цепи системы электроподогрева должен производиться импульсным методом с помощью приборов ИКЛ-4;

ИКЛ-5; Р5-1А; Р5-5 или аналогичных. Полученные осциллограммы сравниваются с полученными на исправной системе электроподогрева.

4.8.6. Место повреждения трубопровода вскрывается вручную. Допускается вскрытие механическими средствами на глубину не более 0,4 м.

Трубопровод очищается от грунта на всю глубину заложения до нижней образующей тепловой изоляции. Ширина приямка должна обеспечивать возможность работы обслуживающего персонала.

4.8.7. В месте дефекта трубопровода снимается гидроизоляционное покрытие, определяется расположение питающего кабеля, производится осмотр состояния соединений нагревательных элементов к кабелю и между собой.

При нормальном состоянии соединений нагревательных лент и кабеля (надежный электрический контакт, нет проникновения влаги) производится удаление слоя теплоизоляционного покрытия, осмотр выводов нагревательного элемента, определяется возможность ремонта нагревательного элемента, его ремонт. При невозможности ремонта нагревательного элемента он отключается от гирлянды электроподогревателей и этот участок трубопровода в дальнейшем остается без подогрева. Если нагревательные элементы соединены между собой последовательно, то остальные элементы цепи соединяются между собой в обход неисправного элемента.

4.8.8. Все соединения в процессе ремонта производятся только пайкой.

4.8.9. При соединении нагревательных элементов в цепочку в обход участка трубопровода с неисправным элементом раскапывается весь участок трубопровода, соединения производятся с помощью провода сечением не менее 4 мм^2.

4.8.10. Все изменения в схеме системы электроподогрева обяза-

тельно вносятся в исполнительную схему трубопровода и заверяются руководителем работ по устранению дефекта.

4.8.II. Отводной провод должен прокладываться в полимерном канале для обеспечения герметичности.

4.8.I2. После устранения дефекта должна производиться проверка повреждений работоспособности системы электроподогрева, измерение сопротивлений в цепи "фаза - ноль".

При исправной системе электроподогрева должна производиться заделка повреждений теплоизоляционного покрытия и засыпка трубопровода грунтом.

4.8.I3. В журнале технического обслуживания должна делаться отметка о произведенных работах, изменения в технологической и электрической схемах, заменах оборудования. Выполнение работ должно визироваться представителем электроцеха и РИТС.

5. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

5.I. Все работы по эксплуатации и обслуживанию гидротеплоизолированных трубопроводов с путевым электроподогревом выполняются с соблюдением требований "Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей и правил техники безопасности электроустановок потребителей" (ПУЭ-76. М., Энергоиздат, I982).

5.2. На все время проведения работ на трубопроводе с путевым электроподогревом должно быть снято напряжение со всех токоведущих частей системы электроподогрева, вход в шкаф управления системы электроподогрева должен быть заперт, на нем должна быть вывешена табличка "Не включать! Работают люди!", выполненная из диэлектрического материала.

5.3. На шкафах управления, шкафе ввода должна быть укреплена табличка "Высокое напряжение", а сами шкафы должны иметь надежные запоры.

5.4. Проверка сопротивления изоляции системы электроподогрева с помощью мегаомметра должна производиться персоналом с квалификационной группой по технике безопасности не ниже III.

Концы проводов и кабелей, которые могут быть под напряжением в процессе испытания, необходимо изолировать или ограждать.

Все работы по проверке сопротивления изоляции системы электроподогрева необходимо проводить только в диэлектрических галошах.

5.5. С целью предотвращения поражения обслуживающего персонала электрическим током в случае повреждения изоляции нагревательных элементов трубопровод должен быть с обеих сторон надежно заземлен. Сопротивление заземления должно быть не более 4 Ом.

5.6. Для проведения работ по ремонту трубопроводов запрещается применять переносные лампы на напряжение выше 12 В.

5.7. Все работы по техническому обслуживанию и ремонту трубопроводов с путевым электроподогревом, связанные с отключением напряжения, проводятся с оформлением наряда-допуска. Без наряда производятся профилактические осмотры.

5.8. Ответственными за безопасность работ являются лица, выдающие наряд-допуск; ответственные руководители работ; рабочие, входящие в состав бригады.

Приложение I

РАСЧЕТ ОЦЕНКИ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ ТЕПЛОИЗОЛИРОВАННЫХ И НЕТЕПЛОИЗОЛИРОВАННЫХ НЕФТЕПРОВОДОВ ДИАМЕТРОМ 57 И II4 ММ

Для оценки теплопотерь воспользуемся следующими формулами:

$$Q = 2\pi R \alpha \Delta t \quad ;$$

$$\alpha = \frac{\bar{\lambda}_{из}\,\bar{\lambda}_{гр}}{R\left[\bar{\lambda}_{гр} \ln \frac{z_{хх}}{z_x} - \lambda_{из} \ln z_{хх}\right]} \quad ;$$

$$z_x = \frac{R}{H + \sqrt{H^2 - R^2}} \quad ; \quad z_{хх} = \frac{R + \delta_{из}}{H + \sqrt{H^2 - R^2}} \quad ,$$

где Q - удельные теплопотери;

R - радиус трубы;

H - глубина заложения трубопровода;

α - коэффициент теплопередачи;

$\bar{\lambda}_{из}$ - усредненный коэффициент теплопроводности изоляции;

$\bar{\lambda}_{гр}$ - усредненный коэффициент теплопроводности грунтов .

Труба диаметром 57 мм	Труба диаметром II4 мм
R = 0,0285 м	R = 0,057 м
$\lambda_{из}$ = 0,04 Вт/м.град	$\lambda_{из}$ = 0,04 Вт/м.град
$\lambda_{гр}$ = 0,7 Вт/м.град	$\lambda_{гр}$ = 0,7 Вт/м.град
H = I м	H = I м
$\delta_{из}$ = 0,06I м	$\delta_{из}$ = 0,0525 м

Р А С Ч Е Т

для теплоизолированных трубопроводов

Труба диаметром 57 мм	Труба диаметром II4 мм
α = 0,93 Вт/м^2.град	α = 0,86 Вт/м^2.град
Q = I,7 Вт/м	Q = 3,I Вт/м

Р А С Ч Е Т

для нетеплоизолированных трубопроводов

Труба диаметром 57 мм	Труба диаметром II4 мм
α = 5,78 Вт/м^2.град	α = 3,46 Вт/м^2.град
Q = I0,4 Вт/м	Q = I2,4 Вт/м

Приложение 2

РАСЧЕТ ВРЕМЕНИ РАБОТЫ СИСТЕМЫ ПУТЕВОГО ЭЛЕКТРОПОДОГРЕВА ТЕПЛОИЗОЛИРОВАННЫХ НЕФТЕПРОВОДОВ В ЦИКЛИЧЕСКОМ РЕЖИМЕ

Время работы теплоизолированного нефтепровода при неработающей системе путевого электроподогрева после запуска трубопровода в работу до выхода на стационарный режим:

$$T = \frac{R_2^2}{a_{гр}}\left[\frac{\psi \lambda_{гр}}{R_2 \alpha_2 \delta}\right]^{1/\varphi} + \frac{\pi R_2^2 L_1}{Q};$$

$$\alpha = \frac{2\lambda_{гр}\lambda_{из}}{D_2\left[\lambda_{гр} \ln\frac{D_2+2\delta_{из}}{D_2} + \lambda_{из}\ln\frac{4h_0}{D_2+2\delta_{из}}\right]},$$

где T – время работы нефтепровода;

R_2 – наружный радиус нефтепровода;

$a_{гр}$ – коэффициент температуропроводности грунта;

ψ, φ – апроксимационные коэффициенты;

$\lambda_{гр}$ – теплопроводность грунта;

$\lambda_{из}$ – теплопроводность изоляции;

α – коэффициент теплоотдачи;

δ – безразмерный коэффициент, $\delta = 0{,}1$;

h_0 – глубина заложения нефтепровода;

Q – массовый расход.

Рассмотрим на примере нефтепровода диаметром 57 мм.

Данные: $R_2 = 0{,}0285$ м; $a_{гр} = 0{,}002$ м^2/град

$\lambda_{гр} = 1$ Вт/м.град; $\lambda_{из} = 0{,}04$ Вт/м.град

$\psi = 0{,}5$; $\varphi = 0{,}7$;

δ_y = 0,8I м; δ = 0,I;

h_o = I м; Q = 0,I2 кг/сек.

Подставляя значения в формулы, получаем:

α = 0,96 Вт/м^2.град ;

T = 700 час.

Время выхода на стационар - 700 часов.

Рассчитаем, какую температуру будет иметь нефть в конце нефтепровода при температуре грунта 0°С:

$$t = (t_н - t_о)\exp\left(-\frac{K\pi D}{QC}L\right) + t_о ,$$

где $t_н$ - температура нефти в начале трубопровода;

$t_о$ - температура грунта;

K - полный коэффициент теплоотдачи;

D - диаметр нефтепровода;

C - теплоемкость нефти;

L - длина нефтепровода;

$t_н$ = 20°С; $t_о$ = 0°С; K = 0,96 Вт/м^2.град.; D = 0,057 м;

C = 3 кДж/кг.град.

получаем $t \approx t_о$ = 0°С.

Учитывая предыдущий расчет, считаем, что нефть в конце нефтепровода достигает 0°С через 700 часов.

Известно, что падение температуры нефти в процессе перекачки происходит по экспоненциальному закону.

Зная, что нефть достигает температуры грунта за 700 часов, можно определить, за какое время нефть достигнет температуры +I4°С (температура застывания водо-нефтяной эмульсии).

Построим экспоненту e^{-X}, где X - интервал времени. Разобьем 700 часов на 5 интервалов по I40 часов, т.к. практически $e^{-5} \approx 0$ (рис.3).

Падение температуры продукта скважины
после выключения системы электроподогрева

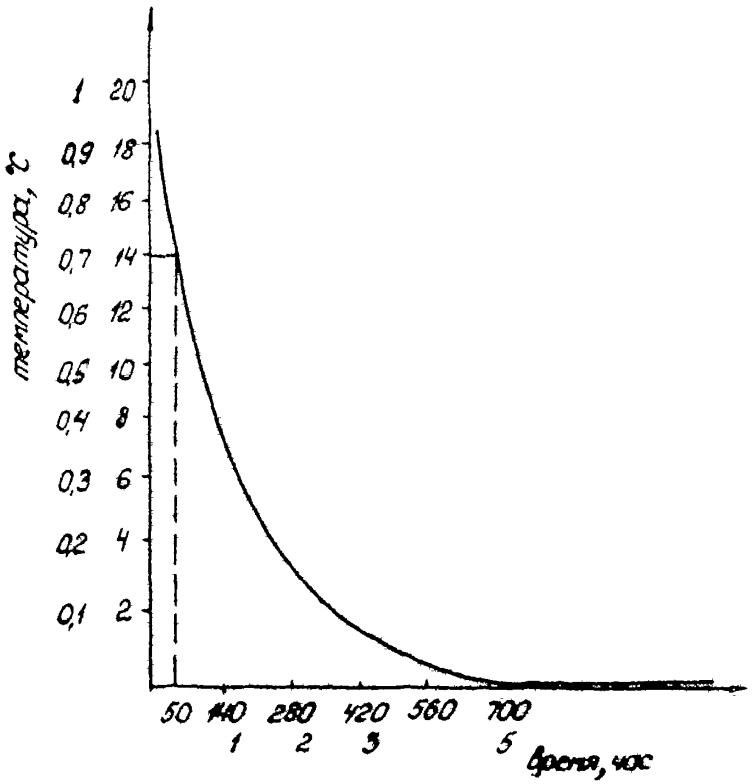


Рис. 3

По графику определяем, что для достижения $+14^{\circ}C$ достаточно 50 часов. Экспериментально установлено, что для достижения $20^{\circ}C$ достаточно 8 часов, т.е. цикл работы системы электроподогрева равен 58 часам.

Приложение 3

РАСЧЕТ
УДЕЛЬНОЙ МОЩНОСТИ ЭЛЕКТРОПОДОГРЕВА

Воспользуемся формулой

$$q = \frac{\Delta t \, 2\pi \lambda_{из} \lambda_{гр}}{\left[\lambda_{гр} \ln \frac{R+\delta_{из}}{R} - \lambda_{из} \ln\left(\frac{R}{H+\sqrt{H^2-R^2}}\right)\right]},$$

где $\Delta t = t_{из} - t_o$;

$t_{из}$ - предельная рабочая температура теплоизоляционного покрытия (для ППУ-309М $t_{из}$ = 80°С);

t_o - максимальная температура окружающей среды (грунта на глубине I м);

$\lambda_{гр}$ = I,0 Вт/м.°С;

$\lambda_{из}$ = 0,04 Вт/м.°С;

Δt = 60°С.

Приложение 4

ПРИМЕР РАСЧЕТА СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОПОДОГРЕВА

Исходные данные:

Длина обогреваемой части трубопровода - 540 м

Длина трубы, L - 10 м

Напряжение питания, U - 220 В

Сопротивление ленты, $R_л$ - 46,0 Ом

Необходимая удельная мощность электроподогрева, предназначенная для компенсации тепловых потерь в процессе перекачки, W - 10 Вт/м

Известно, что имеем 54 трубы с нагревательными элементами. Для равномерности нагрузки по фазам рассмотрим следующие варианты:

а) 6 гирлянд по 3 ленты на фазе;

б) 3 гирлянды по 6 лент на фазе.

Расчет по варианту а:

1) общее сопротивление всех элементов на одной фазе:

$$R_ф = \frac{3R_л}{n_г} = 23\,(Ом)\ ;$$

$n_г$ - число гирлянд;

2) общий ток по фазе:

$$I_ф = \frac{U}{R_ф} = 9{,}56\,(А)\ ;$$

3) общая мощность по фазе:

$$W_ф = I_ф \cdot U = 2104\ (Вт)\ ;$$

4) удельная мощность:

$$W_{уд} = \frac{W_ф}{L \cdot n_л} = 11{,}7\ (Вт/м)\ ;$$

$n_л$ - число лент по фазе;

5) по токовой нагрузке выбираем кабель сечением 3х2,5+1х1,5 кабель марки КРПТ (одна из основных жил используется как нулевой провод).

Расчет по варианту б:

I) общее сопротивление всех элементов по одной фазе:

$$R_0 = \frac{6 R_л}{n_л} = 92 \ (Ом) ;$$

2) общий ток по фазе:

$$I_0 = \frac{U}{R_0} = 4,78 \ (А) ;$$

3) общая мощность по фазе:

$$W_0 = I_0 \cdot U = 1052 \ (Вт);$$

4) удельная мощность:

$$W_{уд} = \frac{W_0}{L \cdot n_л} = 5,84 \ (Вт/м);$$

5) по токовой нагрузке выбираем кабель сечением 3х2,5+1х1,5 марки КРПТ, одна из основных жил используется как нулевой провод.

Из расчета видно, что подходит вариант а с удельной мощностью 11,6 Вт/м и силовым кабелем марки КРПТ 3х4+1х2,5.

Возможен вариант с несимметричным подключением гирлянд по фазам, например, для представленного примера по одной фазе (А) - 3 гирлянды по 4 ленты и 1 гирлянда из 5 лент, на фазах В и С по две гирлянды из 4 лент и по две гирлянды из 5 лент. В этом случае при выборе силового кабеля необходимо учитывать то, что нулевой провод должен быть усиленным, например 3х10+1х6, где один из основных проводов нулевой.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
I. Основные положения	3
2. Конструкция теплоизолированного трубопровода с системой путевого электроподогрева	4
3. Процесс монтажа внутрипромысловых теплоизолированных нефтепроводов с путевым электроподогревом	6
4. Эксплуатация внутрипромысловых теплоизолированных нефтепроводов с путевым электроподогревом	I0
5. Техника безопасности	I8
Приложение I. Расчет оценки тепловых потерь теплоизолированных и нетеплоизолированных нефтепроводов диаметром 57 и II4 мм	20
Приложение 2. Расчет времени работы системы путевого электроподогрева теплоизолированных нефтепроводов в циклическом режиме	22
Приложение 3. Расчет удельной мощности электроподогрева	26
Приложение 4. Пример расчета системы электроподогрева	27

Подписано к печати 30.04.86 г. НІ2217
Формат 90х60/I6. Уч.-изд.л. I,5. Тираж 200 экз.
Заказ 103
Ротапринт ВНИИСПТнефти

gost.e-ecolog.ru