



**НОВАЯ
ФОРМАЦИЯ**

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор
ООО «НОВАЯ ФОРМАЦИЯ»

_____/А.Е. Аносов/
«17» Февраля 2026 г.

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА
УСТРОЙСТВО КОНСТРУКЦИОННОГО ВНУТРЕННЕГО
ГЕОКОМПОЗИТНОГО ПОКРЫТИЯ АРМПАЙП
СТАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ ГОРЯЧЕЙ ВОДЫ И ПАРА
ТК 43.22.11.110-004-60321696-2026**

РАЗРАБОТАЛ:

Главный инженер
ООО "НОВАЯ ФОРМАЦИЯ"

_____/А.Е. Аносов/


Дата введения в действие:

01.01.2026

Пушино
2026 г.

- 1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ**
- 2. НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ**
- 3. ТЕРМИНЫ, ОПРЕДЕЛЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ**
- 4. ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ АРМПАЙП**
 - 4.1 Назначение технологии
 - 4.2 Принцип формирования конструкционного геокомпозитного слоя
 - 4.3 Конструкционная роль внутреннего покрытия
 - 4.4 Совместная работа системы «стальная труба – геокомпозитный лайнер»
- 5. УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРУБОПРОВОДОВ**
 - 5.1 Температурные режимы эксплуатации
 - 5.2 Давление рабочей среды
 - 5.3 Характер рабочей среды (горячая вода, пар)
- 6. КОНСТРУКЦИЯ ВНУТРЕННЕГО ПОКРЫТИЯ АРМПАЙП**
 - 6.1 Общая структура конструкционного слоя
 - 6.2 Армирование композитными тюбингами
 - 6.3 Толщина покрытия и предельные значения
 - 6.4 Расположение армирующих слоёв в теле покрытия
 - 6.5 Технологические зоны сопряжения и разъёмные соединения (общие положения)
- 7. МАТЕРИАЛЫ И ТРЕБОВАНИЯ К НИМ**
 - 7.1 Геополимерное вяжущее
 - 7.2 Минеральные заполнители и микрозаполнители
 - 7.3 Композитные армирующие материалы
 - 7.4 Активаторы и технологические добавки
- 8. ОБОРУДОВАНИЕ**
 - 8.1 Общие требования к оборудованию
 - 8.2 Оборудование для подготовки поверхности стальных труб
 - 8.3 Оборудование для приготовления геокомпозитных смесей
 - 8.4 Героторные насосы для подачи шликера и геокомпозитного раствора
 - 8.5 Центробежные установки для нанесения покрытия
 - 8.6 Шланги, трубопроводы и вспомогательное оборудование
- 9. ТРЕБОВАНИЯ К ОСНОВАНИЮ (СТАЛЬНОЙ ТРУБЕ)**
 - 9.1 Подготовка поверхности
 - 9.2 Требования к степени очистки и шероховатости
 - 9.3 Условия выполнения работ
- 10. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ**
 - 10.1 Подготовительные операции
 - 10.2 Приготовление адгезионного шликера
 - 10.3 Нанесение адгезионного слоя
 - 10.4 Монтаж модулей из композитных тюбингов
 - 10.5 Подача материалов героторными насосами
 - 10.6 Центробежный набрызг геокомпозитного раствора
 - 10.7 Формирование многослойного конструкционного покрытия
 - 10.8 Финишная обработка внутренней поверхности
- 11. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ЗОНЫ СОПРЯЖЕНИЯ С РАЗЪЁМНЫМИ СОЕДИНЕНИЯМИ**
 - 11.1 Общие положения
 - 11.2 Принцип устройства покрытия в зонах сопряжения
 - 11.3 Зоны сопряжения фланцевых соединений
 - 11.4 Зоны сопряжения муфт, компенсаторов и разъёмных фитингов
 - 11.5 Ограничения и запреты
 - 11.6 Контроль выполнения технологических зон сопряжения
 - 11.7 Конструкционный статус покрытия в зоне сопряжения

12. ОТВЕРЖДЕНИЕ, СУШКА И ТЕРМИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА

- 12.1 Первичное отверждение
- 12.2 Сушка покрытия
- 12.3 Ступенчатый прогрев перед вводом в эксплуатацию

13. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА И ПРИЁМКА РАБОТ

- 13.1 Операционный контроль
- 13.2 Контроль толщины и геометрии покрытия
- 13.3 Контроль прочностных характеристик
- 13.4 Контроль адгезии покрытия

14. ПРОЧНОСТНЫЕ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОКРЫТИЯ АРМПАЙП

- 14.1 Прочностные характеристики
- 14.2 Трещиностойкость и деформационная способность
- 14.3 Поведение при температурных и гидростатических нагрузках

15. ТРЕБОВАНИЯ К ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРУБОПРОВОДОВ С ПОКРЫТИЕМ АРМПАЙП

- 15.1 Ввод в эксплуатацию
- 15.2 Условия и ограничения эксплуатации
- 15.3 Контроль технического состояния покрытия

16. ТРЕБОВАНИЯ К ПЕРСОНАЛУ И ДОПУСКИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ РАБОТ

- 16.1 Общие положения
- 16.2 Персонал установки композитных модулей
- 16.3 Персонал подготовки геокомпозитного раствора
- 16.4 Персонал насосно-смесительного узла
- 16.5 Операторы нанесения покрытия
- 16.6 Операторы блока телеметрии
- 16.7 Допуски геометрии композитных модулей
- 16.8 Допуски сопряжений
- 16.9 Допуски толщины геокомпозитного слоя
- 16.10 Допуски по поверхности покрытия
- 16.11 Контроль соблюдения требований и допусков

17. ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ А - Схема конструкции внутреннего геокомпозитного покрытия АРМПАЙП

ПРИЛОЖЕНИЕ Б - Рецептуры геокомпозитных смесей АРМПАЙП

ПРИЛОЖЕНИЕ В - Формы журналов контроля и производства работ

ПРИЛОЖЕНИЕ Г - Схемы технологических зон сопряжения с разъёмными соединениями

ПРИЛОЖЕНИЕ Д - Проектные схемы композитных модулей и армирования внутреннего покрытия АРМПАЙП

ПРИЛОЖЕНИЕ Е - Схемы подготовки, установки и сопряжения модулей из композитных трубчатых, включая узлы в зонах поворотов.

Приложения А, Б, В, Г, Д, Е к настоящей технологической карте содержат сведения конфиденциального характера, включая технологические, конструктивные и организационные решения, относящиеся к технологии АРМПАЙП.

Указанные приложения предназначены исключительно для использования в рамках договорных отношений и не подлежат передаче третьим лицам, копированию, тиражированию, публикации или иному распространению без письменного согласия правообладателя технологии.

Правовой статус документа

Настоящая технологическая карта является результатом интеллектуальной деятельности и объектом авторского права.

Исключительные права на технологическую карту, включая текст, структуру, расчётные методики, таблицы и приложения, принадлежат ООО «НОВАЯ ФОРМАЦИЯ».

Несанкционированное копирование, изменение, частичное или полное воспроизведение, публикация и/или иное использование настоящего документа, включая его фрагменты, является нарушением законодательства об интеллектуальной собственности и влечёт ответственность в соответствии с действующим законодательством Российской Федерации.

Использование настоящей технологической карты допускается исключительно в рамках договорных отношений и в объёме, согласованном с правообладателем.



Зарегистрированный товарный знак

На технологию и оборудование АРМПАЙП зарегистрировано исключительное авторское право.

По всем вопросам, связанным с технологией АРМПАЙП, оборудованием, материалами, просим

обращаться в ООО "НОВАЯ ФОРМАЦИЯ"

тел: +7 (916) 264-02-53; +7(909) 691-59-39

http:// www.armpipe.ru; www.армпайп.пф; www.armaros.ru e-mail: a.a@armaros.ru

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящая технологическая карта (ТК) устанавливает требования к устройству **конструкционного внутреннего геокомпозитного покрытия АРМПАЙП** на внутренних поверхностях **стальных трубопроводов**, предназначенных для транспортирования **горячей воды и пара**.

Технология АРМПАЙП применяется при:

- новом строительстве трубопроводов;
- реконструкции и капитальном ремонте действующих трубопроводов;
- восстановлении эксплуатационных характеристик стальных трубопроводов с износом внутренней поверхности.

Внутреннее геокомпозитное покрытие АРМПАЙП формируется методом центробежного набрызга и представляет собой **армированный геокомпозитный конструкционный слой**, обладающий **собственными прочностными, деформационными и эксплуатационными характеристиками**, и работающий **совместно со стальной трубой**.

1.1. Назначение покрытия

Внутреннее геокомпозитное покрытие АРМПАЙП предназначено для:

- повышения долговечности и надёжности стальных трубопроводов;
- снижения воздействия температурных, гидростатических и эксплуатационных нагрузок на стальную стенку трубы;
- восприятия части эксплуатационных воздействий за счёт конструкционной работы армированного геокомпозитного слоя;
- защиты внутренней поверхности трубопровода от коррозионных и эрозионных воздействий рабочей среды.

1.2. Условия применения

Настоящая ТК распространяется на стальные трубопроводы, эксплуатируемые при следующих условиях:

- рабочая среда — горячая вода и (или) пар;
- температура рабочей среды — **до 150 °С**;
- рабочее давление — **до 10 атм**;
- категория трубопроводов — **напорные трубопроводы**;
- номинальный диаметр труб — **800 мм и более**;
- способ нанесения покрытия — **центробежный набрызг** с подачей материалов героторными насосами;
- суммарная толщина конструкционного геокомпозитного покрытия — **не более 30 мм**.

1.3. Ограничения применения

Настоящая технологическая карта **не распространяется** на:

- трубопроводы, эксплуатируемые при температуре рабочей среды выше 150 °С без выполнения дополнительных расчётов и подтверждённых испытаний;
- трубопроводы, предназначенные для транспортирования агрессивных химических сред, не предусмотренных настоящей ТК, без корректировки рецептур и технологических решений;
- трубопроводы номинальным диаметром менее 800 мм без адаптации параметров технологии АРМПАЙП.

1.4. Статус покрытия и расчётные положения

Трубопроводы, на которые распространяется действие настоящей ТК, относятся к категории **напорных трубопроводов**, эксплуатируемых с рабочим давлением до 10 атм.

Устройство конструкционного внутреннего геокомпозитного покрытия АРМПАЙП:

- **не изменяет расчётную схему несущей способности стальной трубы;**
- **не заменяет требований нормативных документов**, устанавливающих расчёт, прочность и безопасность напорных трубопроводов;
- не рассматривается как самостоятельный элемент, воспринимающий полное внутреннее давление трубопровода.

Конструкционный геокомпозитный слой АРМПАЙП работает **совместно со стальной трубой**, снижая уровень эксплуатационных напряжений, температурных и коррозионных воздействий на внутреннюю поверхность трубопровода.

1.5. Требования к сроку эксплуатации

Назначаемые требования к сроку эксплуатации трубопровода с покрытием АРМПАЙП устанавливаются проектной документацией и (или) эксплуатирующей организацией и должны быть **не ниже требований, предъявляемых к новым стальным трубопроводам аналогичного назначения**, при условии соблюдения настоящей ТК, выполнения приёмочного контроля и последующего эксплуатационного контроля технического состояния трубопровода.

1.6. Нормативный статус технологии

В рамках настоящей ТК покрытие АРМПАЙП:

- не относится к тонкослойным защитным или антикоррозионным покрытиям;
- классифицируется как **конструкционный армированный геокомпозитный внутренний лайнер**;
- подлежит выполнению и контролю в соответствии с требованиями настоящей технологической карты и проектной документации.

2. НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

При разработке и применении настоящей технологической карты использованы требования и положения следующих нормативных и нормативно-технических документов:

2.1. Общие нормативные документы

- СП 48.13330 — Организация строительства
- СП 70.13330 — Несущие и ограждающие конструкции
- СП 28.13330 — Защита строительных конструкций от коррозии

2.2. Нормативные документы по трубопроводам

- СП 61.13330 — Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов
- СП 124.13330 — Тепловые сети
- СП 73.13330 — Внутренние санитарно-технические системы зданий

Указанные документы применяются **в части, не противоречащей** настоящей технологической карте и проектной документации.

2.3. Нормативные документы по материалам и покрытиям

- ГОСТ 9.402 — Подготовка металлических поверхностей перед нанесением покрытий
- ГОСТ 9.032 — Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия лакокрасочные
- ГОСТ 9.104 — Покрытия неметаллические неорганические

Геокомпозитное покрытие АРМПАЙП не относится к лакокрасочным покрытиям; требования указанных стандартов применяются **в части подготовки поверхности и контроля качества**.

2.4. Нормативные документы по контролю и испытаниям

- ГОСТ 18105 — Правила контроля и оценки прочности
- ГОСТ 22690 — Контроль прочности неразрушающими методами
- ГОСТ 12730 (серия) — Бетоны. Методы определения плотности, водопоглощения и пористости

Методы контроля применяются **по аналогии**, с учётом специфики геокомпозитных материалов.

2.5. Нормативные документы по охране труда и безопасности

- ГОСТ 12.3.002 — Процессы производственные. Общие требования безопасности
- ГОСТ 12.1.005 — Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны

2.6. Применение нормативных документов

При использовании настоящей технологической карты допускается применение актуализированных редакций нормативных документов, а также иных нормативных и методических документов, **не ухудшающих требований**, установленных настоящей ТК.

В случае расхождений между требованиями нормативных документов и положениями настоящей технологической карты приоритет имеют:

1. проектная документация;
2. требования настоящей ТК;
3. требования нормативных документов — в части, не противоречащей пунктам 1 и 2.

2.7. Особые положения

Настоящая технологическая карта **не заменяет** проектную документацию и не отменяет требования нормативных документов, устанавливающих расчёт, прочность и безопасность напорных трубопроводов.

Геокompозитное покрытие АРМПАЙП рассматривается как **конструкционный внутренний лайнер**, применяемый в рамках требований указанных нормативных документов.

3. ТЕРМИНЫ, ОПРЕДЕЛЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

В настоящей технологической карте применяются следующие термины, определения и сокращения.

3.1. Термины и определения

АРМПАЙП

Технология устройства конструкционного внутреннего геокompозитного покрытия, формируемого на внутренней поверхности стальных трубопроводов методом центробежного набрызга с применением армирования.

Геокompозитное покрытие АРМПАЙП

Армированный неорганический композитный материал на основе геополлимерного вяжущего, минерального заполнителя и композитного армирования, образующий **конструкционный внутренний лайнер**, работающий совместно со стальной трубой.

Конструкционный слой

Слой материала, обладающий собственными прочностными и деформационными характеристиками и участвующий в восприятии эксплуатационных воздействий в составе композитной системы «стальная труба – геокompозитный лайнер».

Геополлимерное вяжущее

Неорганическое вяжущее, получаемое в результате щелочной активации алюмосиликатных компонентов, применяемое для формирования геокompозитного

Внутренний лайнер

Внутренний конструкционный слой, формируемый на поверхности трубы и предназначенный для совместной работы с основной несущей конструкцией трубопровода.

Адгезионный шликер (праймер)

Геополлимерная смесь без крупного заполнителя, наносимая тонким слоем на подготовленную поверхность стальной трубы для обеспечения адгезии основного геокompозитного покрытия.

Основной геокompозитный слой

Армированный геополлимерный слой с минеральным заполнителем, формирующий несущую часть внутреннего конструкционного покрытия АРМПАЙП.

Тюбинг

Элемент для изготовления армирующих модулей, предназначенных для установки на внутреннюю поверхность трубопровода и формирования основного армирующего каркаса конструкционного геокомпозитного покрытия АРМПАЙП.

Тюбинг изготавливается из композитных материалов (базальтовых или щёлочестойких стекловолокон) и предназначен для:

восприятия и перераспределения эксплуатационных нагрузок;

ограничения раскрытия трещин;

обеспечения пространственной жёсткости и конструкционной работы геокомпозитного слоя.

Дисперсное армирование

Армирование геокомпозитного материала волокнами (базальтовыми, полимерными и др.), равномерно распределёнными в объёме смеси.

Центробежный набрызг

Метод нанесения раствора на внутреннюю поверхность трубы с использованием вращающейся набрызг-головки, обеспечивающий равномерное распределение материала по окружности.

Героторный насос

Прогрессивно-камерный насос, обеспечивающий непрерывную малопульсационную подачу геокомпозитных смесей и шликеров без нарушения их структуры.

Технологическая зона сопряжения (ТЗС)

Участок трубопровода в зоне разъёмных соединений (фланцев, муфт, компенсаторов, арматуры), в пределах которого конструкционное геокомпозитное покрытие выполняется с ограничениями по толщине и армированию либо прерывается.

Разъёмное соединение

Соединение элементов трубопровода, допускающее многократную сборку и разборку (фланцы, муфты, компенсаторы, фланцевые вставки, арматура).

Финишный слой

Тонкий верхний слой геокомпозитного покрытия, предназначенный для выравнивания поверхности и обеспечения эксплуатационных характеристик внутреннего лайнера.

3.2. Сокращения

ТК — технологическая карта

ТЗС — технологическая зона сопряжения

ГКП — геокомпозитное покрытие

ГВС — горячее водоснабжение

3.3. Пояснения к применению терминов

Термины и определения, приведённые в настоящем разделе, применяются **исключительно в значениях**, установленных настоящей технологической картой.

Использование терминов «покрытие», «лайнер», «конструкционный слой» в рамках ТК АРМПАЙП **не означает отнесение геокомпозитного слоя к лакокрасочным или тонкослойным защитным покрытиям.**

4. ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ АРМПАЙП

4.1. Назначение технологии

Технология АРМПАЙП предназначена для устройства **конструкционного внутреннего геокомпозитного покрытия** на внутренней поверхности стальных трубопроводов горячей воды и пара.

Технология применяется для формирования **внутреннего армированного геокомпозитного лайнера**, обеспечивающего совместную работу со стальной трубой в условиях воздействия:

- повышенной температуры;
- внутреннего давления;
- термических и гидростатических нагрузок;
- эксплуатационных воздействий рабочей среды.

АРМПАЙП применяется как при новом строительстве, так и при реконструкции и восстановлении трубопроводов.

4.2. Принцип формирования конструкционного геокомпозитного слоя

Конструкционный геокомпозитный слой АРМПАЙП формируется методом **центробежного набрызга** геополимерного раствора на предварительно подготовленную внутреннюю поверхность стальной трубы.

Формирование покрытия включает следующие принципиальные этапы:

- подготовку стальной поверхности с обеспечением требуемой адгезии;
- нанесение адгезионного геополимерного шликера;
- формирование основного геокомпозитного слоя;
- конструктивное армирование с применением тубингов и дисперсных волокон;
- получение многослойной конструкции с заданной толщиной и геометрией.

В результате формируется **монолитный армированный геокомпозитный слой**, обладающий собственной прочностью, трещиностойкостью и деформационной способностью.

4.3. Конструкционная роль внутреннего геокомпозитного покрытия

Внутреннее покрытие АРМПАЙП относится к классу **конструкционных композитных материалов**, формируемых непосредственно в составе трубопровода.

Конструкционный геокомпозитный слой:

- обладает собственными прочностными и деформационными характеристиками;
- участвует в перераспределении эксплуатационных напряжений;
- снижает концентрацию температурных и механических воздействий на стальную стенку трубы;
- повышает устойчивость трубопровода к развитию дефектов внутренней поверхности.

Покрытие АРМПАЙП **не является пассивным защитным слоем** и не рассматривается как тонкослойное антикоррозионное покрытие.

**4.4. Совместная работа системы

«СТАЛЬНАЯ ТРУБА – ГЕОКОМПОЗИТНЫЙ ЛАЙНЕР»**

Стальная труба и геокомпозитный слой АРМПАЙП образуют **композитную систему**, работающую совместно при эксплуатационных нагрузках.

В рамках данной системы:

- стальная труба сохраняет функцию основного несущего элемента напорного трубопровода;
- геокомпозитный лайнер АРМПАЙП воспринимает часть эксплуатационных воздействий и снижает уровень напряжений в стальной стенке;
- обеспечивается повышение долговечности и эксплуатационной надёжности трубопровода.

Совместная работа достигается за счёт:

- адгезионного сцепления геокомпозитного слоя со стальной поверхностью, обеспечивающего совместную работу слоёв без отслоения при эксплуатационных нагрузках, подтвержденного результатами испытаний;
- согласованных деформационных характеристик материалов;
- конструкционного армирования геокомпозитного слоя.

4.5. Особенности технологии АРМПАЙП

К основным особенностям технологии АРМПАЙП относятся:

- формирование покрытия без демонтажа трубопровода из существующих камер и колодцев;
- применение неорганического геополимерного вяжущего, устойчивого к повышенным температурам;
- конструкционное армирование модулями из композитных тубингов и волокнами;
- использование героторных насосов для подачи материалов без нарушения структуры смеси;
- возможность формирования покрытия заданной толщины (до 30 мм) с высокой однородностью по окружности трубы.

4.6. Область технологической ответственности

Технология АРМПАЙП регламентирует:

- требования к материалам и оборудованию;
- порядок и условия выполнения технологических операций;
- контроль качества выполняемых работ.

Технология **не заменяет проектные расчёты напорных трубопроводов**, но применяется в составе проектных решений как конструкционный элемент внутреннего лайнера.

5. УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРУБОПРОВОДОВ

Настоящий раздел устанавливает допустимые условия эксплуатации трубопроводов со встроенным конструкционным внутренним геокомпозитным покрытием АРМПАЙП.

5.1. Температурные режимы эксплуатации

Эксплуатация трубопроводов должна осуществляться в пределах параметров, установленных настоящей технологической картой и проектной документацией.

Трубопроводы с покрытием АРМПАЙП допускаются к эксплуатации при следующих температурных режимах:

- температура рабочей среды (горячая вода и/или пар) — **до 150 °С**;
- кратковременные отклонения температуры допускаются только в пределах, установленных проектной документацией и регламентами эксплуатирующей организации;
- ввод трубопровода в режимы с температурой, близкой к предельной, допускается **только после завершения полного цикла отверждения, сушки и термической подготовки покрытия.**

Резкие тепловые удары, не предусмотренные проектной документацией, **не допускаются.**

5.2. Давление рабочей среды

Трубопроводы с покрытием АРМПАЙП относятся к категории **напорных трубопроводов** и допускаются к эксплуатации при:

- рабочем давлении — **до 10 атм**;
- режимах изменения давления, соответствующих проектной документации.

Гидравлические удары и нерасчётные скачки давления **не допускаются.**

5.3. Характер рабочей среды

Рабочей средой трубопроводов с покрытием АРМПАЙП являются:

- горячая вода;
- насыщенный или перегретый пар в пределах температур, указанных в настоящей ТК.

Эксплуатация трубопроводов с иными рабочими средами допускается только при наличии подтверждённых испытаний и корректировки рецептур и технологических параметров покрытия.

5.4. Режимы работы трубопровода

Эксплуатация трубопроводов с покрытием АРМПАЙП допускается в следующих режимах:

- непрерывный режим;
- периодический режим с регламентированными пусками и остановками;
- режимы плановых остановок и обслуживания.

Частота пусков и остановок, а также допустимые скорости изменения температуры и давления должны устанавливаться проектной документацией или эксплуатационными регламентами.

5.5. Ограничения эксплуатации

При эксплуатации трубопроводов с покрытием АРМПАЙП **не допускается:**

- превышение предельных значений температуры и давления, установленных настоящей ТК;
- эксплуатация трубопровода до завершения полного цикла термической подготовки покрытия;
- воздействие на внутреннюю поверхность трубопровода механических нагрузок, не предусмотренных проектной документацией;
- эксплуатация при наличии выявленных дефектов покрытия, влияющих на его конструкционную целостность.

5.6. Особые условия

В случае эксплуатации трубопроводов в условиях, отличных от указанных в настоящем разделе (повышенная частота термоциклов, нестандартные режимы пуска, комбинированные воздействия), условия эксплуатации и параметры покрытия АРМПАЙП подлежат дополнительному обоснованию и подтверждению испытаниями.

6. КОНСТРУКЦИЯ ВНУТРЕННЕГО ПОКРЫТИЯ АРМПАЙП

6.1. Общие положения

Внутреннее покрытие АРМПАЙП представляет собой **многослойную конструкционную геокompозитную систему**, формируемую на внутренней поверхности стального трубопровода.

Конструкция покрытия предназначена для образования **внутреннего конструкционного лайнера**, работающего совместно со стальной трубой и обеспечивающего требуемые прочностные, деформационные и эксплуатационные характеристики трубопровода.

Все элементы конструкции покрытия образуют **единый монолитный геокompозитный слой** с армирующим каркасом, интегрированным в его тело.

6.2. Состав и структура конструкционного покрытия

Конструкция внутреннего покрытия АРМПАЙП включает следующие функциональные элементы:

- адгезионный геополимерный слой (шликер);
- основной геокompозитный конструкционный слой;
- армирующие модули на основе тубингов;
- при необходимости — дополнительный конструкционный слой;
- финишный геокompозитный слой.

Состав и конфигурация слоёв определяются проектной документацией и требованиями настоящей ТК.

6.3. Адгезионный слой (шликер)

Адгезионный слой выполняется в виде тонкого геополимерного шликера, наносимого непосредственно на подготовленную внутреннюю поверхность стальной трубы.

Назначение адгезионного слоя:

- обеспечение адгезионного сцепления геокompозитного покрытия со стальной поверхностью;
- заполнение микронеровностей поверхности после абразивной очистки;
- формирование переходной зоны между стальной трубой и основным геокompозитным слоем.

Номинальная толщина адгезионного слоя составляет **1,0–1,5 мм**.

Допускаемая толщина — от **0,7 до 2,0 мм**.

Превышение указанных значений **не допускается**.

6.4. Основной геокompозитный конструкционный слой

Основной геокompозитный слой является **несущей частью внутреннего покрытия АРМПАЙП** и формируется из геополимерного раствора с минеральным наполнителем и дисперсным армированием.

Основной геокompозитный слой обеспечивает:

- конструкционную прочность внутреннего лайнера;
- трещиностойкость и деформационную способность;
- устойчивость к температурным и гидростатическим воздействиям;
- совместную работу с армирующим каркасом.

Формирование слоя осуществляется методом центробежного набрызга.

6.5. Армирование тубингами

Для обеспечения конструкционной работы покрытия АРМПАЙП применяется **армирование с использованием тубингов**, формирующих **армирующие модули**, устанавливаемые на внутреннюю поверхность трубопровода.

Тубинг является элементом основного армирующего каркаса конструкционного геокompозитного покрытия АРМПАЙП.

Армирующие модули из тубингов предназначены для:

- восприятия и перераспределения эксплуатационных и температурных напряжений;
- ограничения раскрытия трещин;
- формирования пространственно работающей конструкционной системы внутреннего лайнера.

6.6. Расположение тубингов в теле покрытия

Армирующие модули на основе тубингов должны располагаться **в теле геокompозитного слоя** и **не должны иметь непосредственного контакта со стальной поверхностью трубы**.

Расположение модулей должно обеспечивать:

- наличие защитного слоя геокompозитного материала между модулями и стальной поверхностью толщиной не менее **3–5 мм**;
- полную интеграцию модулей в геокompозитную матрицу;
- равномерное распределение армирования по периметру и длине трубопровода.

При необходимости допускается многоуровневое армирование с установкой нескольких рядов модулей в соответствии с проектной документацией.

6.7. Взаимодействие модулей с геокомпозитным слоем

Модули должны быть полностью охвачены геокомпозитным материалом и работать совместно с ним как **единый армированный композит**.

Наличие пустот, расслоений, локального отделения модулей или нарушения сцепления модулей с геокомпозитной матрицей **не допускается**.

6.8. Дисперсное армирование

Для повышения трещиностойкости и структурной целостности геокомпозитного слоя применяется **дисперсное армирование волокнами**.

Дисперсное армирование:

- дополняет армирование тубингами;
- снижает риск образования усадочных и температурных микротрещин;
- повышает устойчивость покрытия при термоциклических воздействиях.

Тип и содержание волокон определяются рецептурой геокомпозитной смеси.

6.9. Финишный слой

Финишный слой выполняется из мелкодисперсного геокомпозитного состава и предназначен для:

- выравнивания внутренней поверхности покрытия;
- формирования эксплуатационных характеристик внутреннего лайнера;
- защиты армирующих элементов от прямого воздействия рабочей среды.

Толщина финишного слоя, как правило, составляет **1–2 мм** и входит в суммарную толщину покрытия.

6.10. Толщина покрытия и предельные значения

Суммарная толщина внутреннего геокомпозитного покрытия АРМПАЙП, включая все слои, **не должна превышать 30 мм**.

Допуски по толщине и равномерности покрытия устанавливаются технологическими требованиями и контролируются в процессе производства работ.

6.11. Конструкционные ограничения

В конструкции покрытия АРМПАЙП:

- не допускается жёсткое замыкание конструкционного слоя через разъёмные соединения трубопровода;
- особенности устройства покрытия в зонах фланцев, фитингов и арматуры регламентируются **Разделом 11 настоящей ТК**;
- армирующие модули из тубингов в пределах технологических зон сопряжения не устанавливаются.

7. МАТЕРИАЛЫ И ТРЕБОВАНИЯ К НИМ

7.1. Геополимерное вяжущее

В составе геокомпозитного покрытия АРМПАИП применяется неорганическое геополимерное вяжущее на алюмосиликатной основе, получаемое в результате щелочной активации минеральных компонентов.

Геополимерное вяжущее должно обеспечивать:

- формирование плотной неорганической матрицы, устойчивой к воздействию повышенных температур;
- совместимость с щелочно-силикатным активатором;
- устойчивость к воздействию горячей воды и пара в диапазоне температур эксплуатации трубопроводов;
- стабильность физико-механических характеристик при термических и гидростатических нагрузках.

Применение органических полимерных связующих, термореактивных смол и иных материалов, не обеспечивающих требуемую температурную и химическую стойкость, не допускается.

Конкретный состав геополимерного вяжущего, его компонентный состав и соотношения определяются утверждённой рецептурой и приводятся в Приложении Б настоящей ТК.

7.2. Минеральные заполнители и микрозаполнители

В качестве минеральных заполнителей геокомпозитных смесей применяются инертные минеральные материалы, преимущественно на основе кварца.

Минеральные заполнители должны соответствовать следующим требованиям:

- стабильный гранулометрический состав;
- отсутствие органических примесей, глинистых включений и загрязнений;
- химическая инертность по отношению к компонентам геополимерной системы;
- отсутствие растворимых солей и компонентов, способных вызвать дефекты структуры покрытия.

Максимальный размер зерна заполнителя для основного геокомпозитного слоя не должен превышать 1,8 мм.

Для адгезионного и финишного слоёв применяются мелкодисперсные заполнители и микрозаполнители.

Микрозаполнители применяются для:

- снижения пористости и водопроницаемости геокомпозитной матрицы;
- повышения плотности и однородности покрытия;
- уменьшения усадочных деформаций;
- стабилизации реологических свойств смеси.

7.3. Композитные армирующие материалы

Для конструкционного армирования геокомпозитного покрытия АРМПАЙП применяются композитные материалы на основе:

- базальтовых волокон;
- щёлочестойких стекловолокон;
- иных композитных материалов, обеспечивающих требуемую химическую и температурную стойкость.

Армирующие материалы должны:

- быть устойчивыми к воздействию щелочной геополимерной среды;
- сохранять механические характеристики в диапазоне рабочих температур;
- обеспечивать совместную работу с геополимерной матрицей без расслоения и деградации.

Для формирования армирующих модулей (тюбингов) применяются изделия с заданной геометрией и прочностными характеристиками, обеспечивающие восприятие и перераспределение эксплуатационных нагрузок в составе геокомпозитного покрытия.

Для дисперсного армирования допускается применение волокон, равномерно распределяемых в объёме геокомпозитной смеси и направленных на повышение трещиностойкости и структурной целостности покрытия.

Применение армирующих материалов, не предназначенных для работы в щелочных и высокотемпературных условиях, не допускается.

7.4. Активаторы и технологические добавки

Для формирования геополимерной матрицы применяется щелочно-силикатный активатор, включающий водный раствор гидроксида натрия (NaOH) и силикатный компонент (жидкое стекло).

Активатор должен обеспечивать:

- стабильное протекание геополимерной реакции;
- формирование плотной и однородной структуры покрытия;
- воспроизводимость физико-механических характеристик геокомпозитного слоя.

Молярность раствора NaOH контролируется по плотности при температуре 20 ± 2 °C с использованием ареометра и фиксируется в журнале приготовления активатора.

Приготовление и хранение растворов NaOH и активатора в металлических ёмкостях не допускается. Активатор готовится партиями под производственную смену и применяется в пределах установленного технологического срока.

В составе геокомпозитных смесей допускается применение технологических добавок, предназначенных для:

- регулирования реологических свойств смеси;
- управления временем схватывания и твердения;
- снижения вовлечённого воздуха (пеногасители);
- повышения технологической стабильности процесса нанесения.

Все применяемые добавки должны быть совместимы с щелочной геополимерной системой и не оказывать негативного влияния на адгезию, прочность и эксплуатационные характеристики покрытия.

Конкретные виды активаторов, добавок, их дозировки и режимы применения устанавливаются утверждёнными рецептурами и приводятся в Приложении Б настоящей ТК.

8. ОБОРУДОВАНИЕ

8.1. Общие требования к оборудованию

Оборудование, применяемое при устройстве внутреннего геокомпозитного покрытия АРМПАИП, должно обеспечивать:

- стабильное приготовление и подачу геокомпозитных смесей заданного состава;
- сохранение однородности и реологических свойств смеси в процессе транспортирования;
- возможность нанесения покрытия с заданной толщиной и равномерностью;
- воспроизводимость технологических параметров при серийном выполнении работ.

Оборудование должно быть исправным, откалиброванным и допущенным к эксплуатации в соответствии с требованиями охраны труда и промышленной безопасности.

Применение оборудования, не обеспечивающего контролируемые параметры подачи и нанесения геокомпозитных смесей, не допускается.

8.2. Оборудование для подготовки поверхности стальных труб

Для подготовки внутренней поверхности стальных трубопроводов применяются механизированные установки и инструменты, обеспечивающие требуемую степень очистки и шероховатости поверхности.

Допускается применение:

- абразивоструйных установок;
- механических щёточных и шлифовальных машин;
- оборудования для удаления коррозионных отложений и загрязнений;
- установок для продувки и обеспыливания поверхности.

Оборудование должно обеспечивать:

- равномерную очистку поверхности по всей длине и периметру трубопровода;
- удаление продуктов коррозии, загрязнений, отслоений и слабосвязанных частиц;
- подготовку поверхности в соответствии с требованиями раздела 9 настоящей ТК.

8.3. Оборудование для приготовления геокомпозитных смесей

Приготовление геокомпозитных смесей осуществляется в смесительных установках принудительного действия.

Смесители должны обеспечивать:

- равномерное перемешивание сухих компонентов;
- контролируемое введение жидкой фазы (активатора);
- получение однородной смеси без комкования, расслоения и вовлечённого воздуха.

Смесители допускается выполнять со стальным корпусом при условии, что:

- приготовление и хранение растворов NaOH осуществляется вне смесителя;
- в смеситель подаётся готовый активатор;
- контакт щелочно-активированной смеси со стальными поверхностями является кратковременным.

Оставление геокомпозитной смеси в смесителе после завершения замеса не допускается.

При использовании специализированных смесительных установок АРМПАИП параметры приготовления смеси принимаются в соответствии с техническими условиями на оборудование.

8.4. Героторные насосы для подачи шликера и геокомпозитного раствора

Подача адгезионного шликера и геокомпозитных растворов осуществляется с использованием героторных (прогрессивно-камерных) насосов.

Героторные насосы должны обеспечивать:

- непрерывную и малопульсационную подачу смеси;
- сохранение структуры геокомпозитного раствора;
- стабильный расход материала при изменении давления в системе;
- возможность регулирования производительности.

Применение поршневых, мембранных и иных насосов, вызывающих интенсивную пульсацию потока и разрушение структуры смеси, не допускается.

Материалы рабочих органов насосов должны быть устойчивы к щелочной среде и абразивному воздействию минеральных заполнителей.

8.5. Центробежные установки для нанесения покрытия

Нанесение геокомпозитного покрытия АРМПАЙП осуществляется с применением центробежных установок (набрызг-головок), обеспечивающих равномерное распределение материала по внутренней поверхности трубопровода.

Центробежные установки должны обеспечивать:

- равномерное распределение смеси по окружности трубы;
- формирование покрытия заданной толщины;
- стабильную ширину полосы нанесения;
- возможность регулирования скорости вращения и подачи материала.

Конструкция набрызг-головки должна исключать сегрегацию смеси и обеспечивать стабильное качество покрытия при серийном нанесении.

8.6. Шланги, трубопроводы и вспомогательное оборудование

Для транспортирования геокомпозитных смесей применяются гибкие шланги и трубопроводы, устойчивые к:

- щелочной среде;
- абразивному воздействию минеральных заполнителей;
- рабочему давлению, возникающему при подаче смеси.

Длина трасс подачи, диаметр шлангов и конфигурация линии должны обеспечивать:

- минимальные потери давления;
- отсутствие застойных зон;
- предотвращение расслоения и загустевания смеси.

После завершения работ шланги, насосы и оборудование подлежат обязательной промывке водой.

ДОПОЛНЕНИЕ К РАЗДЕЛУ 8

8.1.1. Специализированное оборудование АРМПАЙП

Технология АРМПАЙП разработана и апробирована с применением специализированного оборудования, изготовленного по техническим условиям правообладателя технологии.

Специализированное оборудование АРМПАЙП предназначено для:

- приготовления геокомпозитных смесей с заданными реологическими характеристиками;
- подачи адгезионных и геокомпозитных растворов без нарушения структуры смеси;
- центробежного нанесения конструкционного геокомпозитного покрытия с контролируемой толщиной и равномерностью.

Конструкция, состав и основные технические параметры оборудования определяются техническими условиями изготовителя и обеспечивают соблюдение требований настоящей технологической карты.

Применение оборудования, не соответствующего требованиям настоящей ТК и не обеспечивающего заданные технологические параметры, допускается только при наличии обоснования и подтверждения эквивалентности.

9. ТРЕБОВАНИЯ К ОСНОВАНИЮ (СТАЛЬНОЙ ТРУБЕ)

9.1. Общие положения

Основанием для устройства внутреннего геокомпозитного покрытия АРМПАЙП является внутренняя поверхность стального трубопровода, предназначенного для транспортирования горячей воды и (или) пара.

Состояние стальной трубы должно обеспечивать возможность формирования монолитного геокомпозитного конструкционного слоя с надёжной адгезией к металлическому основанию.

Геокомпозитное покрытие АРМПАЙП предназначено для работы совместно со стальной трубой и не предназначено для компенсации полной утраты несущей способности трубопровода.

9.2. Требования к техническому состоянию стальной трубы

Допускается нанесение геокомпозитного покрытия АРМПАЙП на стальные трубопроводы, находящиеся в эксплуатации, реконструкции или капитальном ремонте, при условии сохранения их конструктивной целостности на период выполнения работ и ввода трубопровода в эксплуатацию.

Стальная труба должна обеспечивать:

- отсутствие сквозных повреждений, сопровождающихся активной утечкой рабочей среды;
- сохранение формы и геометрии, допускающей установку технологического оборудования и равномерное формирование геокомпозитного слоя;
- остаточную несущую способность, достаточную для восприятия эксплуатационных нагрузок до формирования геокомпозитного покрытия.

Допускается наличие равномерной коррозии, локальной коррозионной убыли, точечной коррозии и коррозионных раковин при условии, что указанные дефекты не приводят к потере герметичности трубопровода и не препятствуют формированию монолитного геокомпозитного конструкционного слоя.

Минимальная остаточная толщина стенки стальной трубы настоящей ТК **не нормируется** и определяется проектной и (или) эксплуатационной документацией, а также результатами обследования технического состояния трубопровода.

Решение о возможности применения технологии АРМПАЙП принимается на основании результатов обследования технического состояния трубопровода.

9.3. Недопустимые дефекты основания

Нанесение геокомпозитного покрытия АРМПАЙП не допускается при наличии:

- сквозных коррозионных повреждений с активной утечкой рабочей среды;
- продольных и поперечных трещин металла;
- дефектов сварных швов, влияющих на герметичность трубопровода;
- остаточных деформаций, препятствующих установке технологического оборудования и равномерному формированию покрытия.

Устранение указанных дефектов должно быть выполнено до начала работ по технологии АРМПАЙП.

9.4. Подготовка внутренней поверхности

Перед нанесением геокомпозитного покрытия внутренняя поверхность стальной трубы подлежит обязательной подготовке, включающей:

- удаление коррозионных продуктов, отложений и загрязнений;
- очистку поверхности механическими и (или) абразивно-струйными методами;
- удаление влаги и посторонних включений.

Подготовка поверхности должна обеспечивать условия для надёжного сцепления геокомпозитного покрытия со стальной трубой.

9.5. Требования к шероховатости и чистоте поверхности

Шероховатость внутренней поверхности стальной трубы должна обеспечивать механическую адгезию геокомпозитного покрытия.

Наличие на поверхности масляных загрязнений, жировых плёнок и веществ, несовместимых с геоплимерной средой, не допускается.

9.6. Условия выполнения работ

Работы по нанесению геокомпозитного покрытия АРМПАЙП выполняются при:

- отсутствии подачи рабочей среды;
- обеспечении герметичности трубопровода;
- соблюдении технологических параметров, установленных настоящей ТК.

9.7. Контроль состояния основания

Контроль состояния стальной трубы осуществляется до начала работ методами визуального, инструментального и при необходимости телеинспекционного обследования.

Результаты контроля состояния основания подлежат фиксации в журнале производства работ и являются основанием для допуска к выполнению работ по технологии АРМПАЙП.

10. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ

10.1. Общие положения

Работы по устройству внутреннего геокомпозитного покрытия АРМПАЙП выполняются в соответствии с требованиями настоящей ТК, проектной документацией и результатами обследования технического состояния трубопровода.

Технологический процесс предусматривает формирование армированного геокомпозитного конструкционного слоя методом центробежного набрызга с применением специализированного оборудования.

Все операции выполняются в технологической последовательности, обеспечивающей формирование монолитного покрытия с заданными прочностными и эксплуатационными характеристиками.

10.2. Подготовительные операции

До начала работ выполняются следующие операции:

- обследование внутренней поверхности трубопровода;
- подтверждение пригодности трубопровода для применения технологии АРМПАЙП;
- отключение и опорожнение трубопровода;
- обеспечение доступа технологического оборудования;
- установка временных заглушек и технологических ограничителей (при необходимости).

Подготовительные операции считаются завершёнными после оформления допуска к выполнению работ.

10.3. Подготовка внутренней поверхности стальной трубы

Подготовка поверхности включает:

- удаление коррозионных продуктов, отложений, накипи и загрязнений;
- механическую и (или) абразивно-струйную очистку;
- формирование микрошероховатости, обеспечивающей адгезию геокомпозитного слоя;
- удаление пыли и остаточной влаги.

Качество подготовки поверхности контролируется визуально и инструментально.

10.4. Приготовление геокомпозитной смеси

Геокомпозитная смесь готовится в растворосмесительном насосном узле в соответствии с утверждённой рецептурой и технологической схемой смешивания компонентов.

Приготовление смеси осуществляется:

- с соблюдением заданной последовательности загрузки компонентов;
- при контроле реологических параметров смеси;
- с обеспечением однородности и стабильности состава.

Использование смеси за пределами установленного технологического времени не допускается.

10.5. Устройство адгезионного слоя

Перед нанесением основного геокомпозитного слоя на подготовленную поверхность наносится адгезионный слой.

Адгезионный слой предназначен для:

- повышения сцепления геокомпозитного покрытия со стальной трубой;
- выравнивания микронеровностей поверхности;
- обеспечения совместной работы покрытия и основания.

Нанесение основного слоя допускается после достижения адгезионным слоем требуемого технологического состояния.

10.6. Монтаж композитных армирующих элементов

Монтаж композитных армирующих элементов (модулей, тубингов, сеток) выполняется в соответствии с конструктивной схемой покрытия.

Армирующие элементы должны:

- быть надёжно зафиксированы в проектом положении;
- обеспечивать равномерное распределение в теле покрытия;
- не препятствовать работе оборудования центробежного набрызга.

Смещение, деформация или повреждение армирующих элементов не допускаются.

10.7. Нанесение геокомпозитного раствора методом центробежного набрызга

Нанесение геокомпозитного раствора осуществляется методом центробежного набрызга с применением специализированных установок.

Процесс включает:

- подачу геокомпозитного раствора насосным оборудованием;
- равномерное распределение раствора по внутренней поверхности трубы;
- формирование слоя заданной толщины за один или несколько проходов.

Толщина слоя за один проход, как правило, не превышает **15 мм**.

10.8. Формирование многослойного конструкционного покрытия

Формирование проектной толщины геокомпозитного покрытия осуществляется последовательным нанесением слоёв с технологическими перерывами, обеспечивающими сцепление между слоями.

Суммарная толщина конструкционного геокомпозитного покрытия определяется проектной документацией и требованиями настоящей ТК.

10.9. Финишная обработка внутренней поверхности

После завершения формирования геокомпозитного покрытия выполняется финишная обработка внутренней поверхности, включающая:

- выравнивание локальных неровностей;
- удаление наплывов и дефектов;
- формирование требуемого профиля поверхности.

Финишная обработка не должна нарушать целостность геокомпозитного слоя.

10.10. Технологические ограничения

В процессе производства работ не допускается:

- отклонение от утверждённой рецептуры смеси;
- нарушение технологической последовательности операций;
- применение оборудования, не предусмотренного настоящей ТК;
- выполнение работ при нарушении условий, установленных настоящей ТК.

11. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ЗОНЫ СОПРЯЖЕНИЯ С РАЗЪЁМНЫМИ СОЕДИНЕНИЯМИ

11.1. Общие положения

Технологические зоны сопряжения (ТЗС) включают участки трубопровода в местах расположения:

- фланцевых соединений;
- муфт;
- компенсаторов;
- разъёмных фитингов и иных элементов, требующих периодического обслуживания или разборки.

В указанных зонах геокомпозитное покрытие АРМПАЙП должно обеспечивать сохранение герметичности трубопровода, совместимость с конструктивными элементами системы и возможность дальнейшей эксплуатации трубопровода без ограничения функциональности соединений.

11.2. Принципы устройства покрытия в технологических зонах сопряжения

Устройство геокомпозитного покрытия АРМПАЙП в зонах сопряжения выполняется с соблюдением следующих принципов:

- сохранение возможности демонтажа и обслуживания разъёмных соединений;
- недопущение жёсткой фиксации фланцев, муфт и компенсаторов геокомпозитным слоем;
- обеспечение плавного и технологически корректного окончания геокомпозитного покрытия в зоне сопряжения;
- исключение передачи эксплуатационных и температурных деформаций на разъёмные элементы трубопровода.

Покрытие в зонах сопряжения не должно препятствовать работе подвижных и компенсирующих элементов трубопровода.

11.3. Зоны сопряжения фланцевых соединений

В зоне фланцевых соединений геокомпозитное покрытие АРМПАЙП:

- не наносится на уплотнительные и посадочные поверхности фланцев;
- не перекрывает плоскость разъёма фланцевого соединения;
- формируется с технологическим отступом от торцевой поверхности фланца.

Допускается устройство защитного пояса геокомпозитного покрытия с плавным окончанием слоя на расстоянии, определяемом проектной документацией и условиями монтажа фланцевого соединения.

11.4. Зоны сопряжения муфт и компенсаторов

В зонах расположения муфт и компенсаторов геокомпозитное покрытие АРМПАЙП выполняется с обеспечением:

- свободной работы компенсирующих и подвижных элементов;
- отсутствия жёсткого защемления соединений геокомпозитным слоем;

- сохранения проектной деформационной способности узлов трубопровода.

Формирование геокомпозитного покрытия в указанных зонах допускается только при условии сохранения функционального назначения соединений.

11.5. Ограничения и запреты

В технологических зонах сопряжения **не допускается**:

- сплошное перекрытие разъёмных соединений геокомпозитным слоем;
- жёсткая фиксация фланцев, муфт и компенсаторов;
- нанесение покрытия на уплотнительные, посадочные и контактные поверхности соединений;
- формирование покрытия, препятствующего демонтажу или обслуживанию элементов трубопровода.

11.6. Контроль выполнения работ в зонах сопряжения

Контроль выполнения работ в технологических зонах сопряжения включает:

- визуальный контроль геометрии и целостности покрытия;
- проверку сохранности и подвижности разъёмных и компенсирующих элементов;
- контроль отсутствия перекрытия уплотнительных и посадочных поверхностей.

Результаты контроля подлежат фиксации в журнале производства работ.

11.7. Справочные схемы технологических зон сопряжения

Для наглядного пояснения принципов устройства геокомпозитного покрытия АРМПАЙП в технологических зонах сопряжения в настоящей технологической карте приведено **справочное приложение Д со схемами типовых решений**.

Справочное приложение Д содержит:

- схемы устройства покрытия в зонах фланцевых соединений;
- схемы зон сопряжения муфт и компенсаторов;
- примеры технологических отступов и окончаний геокомпозитного слоя;
- поясняющие графические материалы, иллюстрирующие допустимые и недопустимые решения.

Схемы, приведённые в приложении Д, **носят информационный характер**, предназначены для облегчения понимания технологии и не заменяют проектных решений, принимаемых для конкретного объекта.

При выполнении работ в технологических зонах сопряжения рекомендуется руководствоваться схемами, приведёнными в приложении Д к настоящей ТК.

12. ОТВЕРЖДЕНИЕ, СУШКА И ТЕРМИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА

12.1. Общие положения

Отверждение, сушка и термическая подготовка геокомпозитного покрытия АРМПАЙП являются обязательными технологическими этапами, обеспечивающими формирование проектных прочностных и эксплуатационных характеристик покрытия.

Конкретные режимы отверждения, сушки и ступенчатой термической подготовки геокомпозитного покрытия АРМПАЙП устанавливаются **отдельным технологическим регламентом**, утверждаемым правообладателем технологии, и применяются с учетом состава геокомпозитной смеси, конструктивных особенностей трубопровода и условий конкретного объекта.

Допускается применение актуальной редакции регламента, действующей на дату выполнения работ.

12.2. Первичное отверждение

После нанесения геокомпозитного покрытия обеспечивается первичное отверждение покрытия в условиях, исключающих:

- воздействие рабочей среды;
- механические нагрузки, вибрации и ударные воздействия;
- резкие температурные перепады.

Первичное отверждение направлено на формирование начальной прочности и адгезии покрытия к стальной трубе, достаточных для последующих технологических операций.

12.3. Сушка покрытия

Сушка геокомпозитного покрытия выполняется с целью удаления избыточной влаги и стабилизации структуры геополимерной матрицы.

Сушка может осуществляться:

- естественным способом при контролируемых температурно-влажностных условиях;
- с применением технологического подогрева и вентиляции.

Режимы сушки должны исключать образование усадочных трещин, расслоений и снижение адгезии покрытия.

12.4. Ступенчатая термическая подготовка перед вводом в эксплуатацию

Перед вводом трубопровода в эксплуатацию выполняется ступенчатая термическая подготовка геокомпозитного покрытия АРМПАЙП.

Термическая подготовка предусматривает:

- поэтапное повышение температуры рабочей среды;
- выдержку покрытия на промежуточных температурных уровнях;
- контроль состояния геокомпозитного слоя на каждом этапе нагрева.

Режим ступенчатой термической подготовки должен обеспечивать адаптацию геокомпозитного покрытия к эксплуатационным температурам без образования трещин, расслоений и дефектов.

12.5. Температурные ограничения

Резкий нагрев геокомпозитного покрытия до температур, близких к предельным эксплуатационным значениям, **не допускается**.

Максимальная температура рабочей среды при эксплуатации трубопровода с покрытием АРМПАЙП составляет **до 150 °С**, при условии выполнения требований настоящего раздела и соответствующего технологического регламента.

12.6. Контроль состояния покрытия

В процессе отверждения, сушки и термической подготовки выполняется контроль:

- визуального состояния геокомпозитного покрытия;
- отсутствия трещин, расслоений и отслоений;
- сохранности адгезии покрытия к стальной трубе.

Результаты контроля фиксируются в журнале производства работ.

12.7. Переход к приёмочному контролю

Завершение термической подготовки и подтверждение отсутствия дефектов геокомпозитного покрытия являются основанием для перехода к приёмочному контролю в соответствии с требованиями раздела 13 настоящей ТК.

13. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА И ПРИЁМКА РАБОТ

13.1. Общие положения

Контроль качества и приёмка работ по устройству внутреннего геокомпозитного покрытия АРМПАЙП выполняются с целью подтверждения соответствия выполненных работ требованиям настоящей ТК, проектной документации и технологических регламентов.

Контроль осуществляется на всех этапах производства работ и включает операционный и приёмочный контроль с применением визуальных, инструментальных и при необходимости неразрушающих методов.

13.2. Операционный контроль

Операционный контроль проводится в процессе выполнения работ и включает проверку:

- соответствия применяемых материалов утверждённой рецептуре и сопроводительной документации;
- соблюдения технологической последовательности операций;
- параметров приготовления геокомпозитной смеси;
- качества подготовки внутренней поверхности стальной трубы;
- корректности монтажа композитных армирующих элементов;
- соблюдения режимов отверждения, сушки и термической подготовки.

Контроль осуществляется визуальными и инструментальными методами с применением измерительных приборов и телеинспекционного оборудования.

Результаты операционного контроля фиксируются в журнале производства работ.

13.3. Контроль геометрии и толщины покрытия

Контроль геометрических параметров геокомпозитного покрытия включает:

- измерение толщины конструкционного слоя;
- проверку равномерности распределения покрытия;
- выявление локальных утолщений, наплывов и недопустимых отклонений.

Контроль выполняется инструментальными методами в контрольных сечениях в соответствии с проектной документацией и требованиями настоящей ТК.

13.4. Контроль прочностных характеристик геокомпозитного слоя

Контроль прочностных характеристик геокомпозитного покрытия осуществляется по классу прочности на сжатие **В (не ниже В40)**.

Подтверждение класса прочности выполняется на основании результатов лабораторных испытаний образцов геокомпозитного материала, изготовленных из смеси, применяемой при выполнении работ, в соответствии с установленными методиками и технологическими регламентами.

13.5. Контроль адгезии и целостности покрытия

Контроль адгезии геокомпозитного покрытия к стальной трубе выполняется визуальными, инструментальными и при необходимости неразрушающими методами.

Адгезия считается достаточной при отсутствии признаков отслоения, расслоения и нарушения целостности покрытия.

13.6. Визуальный контроль поверхности и выявление дефектов

Визуальный контроль включает проверку:

- отсутствия трещин, расслоений и отслоений;
- однородности и целостности поверхности покрытия;
- корректности выполнения покрытия в технологических зонах сопряжения;
- отсутствия перекрытия уплотнительных и посадочных поверхностей.

Для визуального контроля допускается применение телеинспекционного оборудования с фото- и видеофиксацией.

Обнаруженные дефекты подлежат устранению до приёмки работ.

13.7. Приёмка выполненных работ

Приёмка работ осуществляется после завершения всех технологических операций, включая отверждение, сушку и термическую подготовку.

Основанием для приёмки являются:

- результаты операционного и приёмочного контроля;
- результаты лабораторных испытаний;
- записи в журнале производства работ;
- подтверждение соответствия выполненных работ требованиям настоящей ТК.

13.8. Оформление результатов контроля

Результаты контроля и приёмки оформляются в установленном порядке и передаются заказчику в составе исполнительной документации.

14. ПРОЧНОСТНЫЕ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОКРЫТИЯ АРМПАЙП

14.1. Собственные прочностные характеристики покрытия

Внутреннее геокомпозитное покрытие АРМПАЙП обладает собственными прочностными характеристиками и относится к конструкционным геокомпозитным материалам.

Класс прочности геокомпозитного слоя на сжатие — **не ниже В40**, что соответствует нормативной прочности **40 МПа**.

Указанный класс прочности обеспечивается составом геополимерной матрицы и системой неметаллического композитного армирования и подтверждается результатами лабораторных испытаний образцов геокомпозитного материала, изготовленных из смеси, применяемой при выполнении работ.

Геокомпозитное покрытие не изменяет расчетную схему несущей способности стальной трубы и не рассматривается как самостоятельный элемент, полностью воспринимающий внутреннее давление трубопровода.

14.2. Трещиностойкость и деформационная способность

Геокомпозитное покрытие АРМПАЙП обладает повышенной трещиностойкостью и деформационной способностью за счет применения неметаллического композитного армирования.

При воздействии эксплуатационных и температурно-деформационных нагрузок в геополимерной матрице допускается образование контролируемых микротрещин, не приводящих к потере целостности покрытия, снижению его прочностных характеристик и адгезии к стальной поверхности трубопровода.

Разрушение геокомпозитного слоя не носит хрупкого характера и сопровождается перераспределением напряжений между геополимерной матрицей и армирующими элементами.

14.3. Поведение при температурных и гидростатических нагрузках

Геокомпозитное покрытие АРМПАЙП сохраняет прочностные и эксплуатационные характеристики при воздействии температуры рабочей среды тепловых сетей до **150 °С** и внутреннего давления до **10 атм**.

Длительное воздействие температурных и гидростатических нагрузок не приводит к:

- снижению класса прочности геокомпозитного слоя ниже **В40**;
- образованию сквозных трещин и расслоений;
- потере адгезии покрытия к стальной трубе.

15. ТРЕБОВАНИЯ К ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРУБОПРОВОДОВ С ВНУТРЕННИМ ГЕОКОМПОЗИТНЫМ ПОКРЫТИЕМ АРМПАЙП

15.1 Общие положения

Настоящий раздел устанавливает требования к вводу в эксплуатацию, условиям эксплуатации и контролю технического состояния трубопроводов с внутренним геокомпозитным покрытием АРМПАЙП.

Эксплуатация трубопроводов с покрытием АРМПАЙП допускается при условии:

- соблюдения требований настоящей ТК;
- выполнения приёмочного контроля;
- соблюдения проектных параметров рабочей среды.

15.2 Ввод трубопровода в эксплуатацию

Ввод трубопровода с покрытием АРМПАЙП в эксплуатацию допускается после выполнения следующих мероприятий:

- завершения технологического цикла нанесения покрытия;
- выполнения операций сушки и термической подготовки (в соответствии с Разделом 12);
- проведения контроля качества покрытия (Раздел 13);
- оформления исполнительной документации.

Перед вводом в эксплуатацию должна быть выполнена визуальная проверка состояния внутренней поверхности покрытия и подтверждена его целостность.

15.3 Допустимые условия эксплуатации

Трубопроводы с внутренним геокомпозитным покрытием АРМПАЙП допускается эксплуатировать при следующих условиях:

- рабочая среда — горячая вода и (или) пар;
- температура рабочей среды — **в пределах, установленных настоящей ТК и проектной документацией;**
- рабочее давление — в пределах проектных значений;
- отсутствие химически агрессивных сред, не предусмотренных настоящей ТК, без дополнительного обоснования.

Превышение установленных параметров эксплуатации **не допускается** без выполнения дополнительных расчётов и подтверждающих испытаний.

15.4 Особенности эксплуатации трубопроводов с покрытием АРМПАЙП

При эксплуатации трубопроводов с покрытием АРМПАЙП:

- геокомпозитное покрытие работает **совместно со стальной трубой;**
- покрытие не рассматривается как самостоятельный несущий элемент;

- локальные утолщения покрытия в зонах сварных швов и сопряжений не влияют на расчётную схему трубопровода.

Эксплуатация трубопроводов осуществляется в штатных режимах без необходимости введения специальных ограничений, кроме предусмотренных настоящей ТК.

15.5 Контроль технического состояния покрытия в процессе эксплуатации

Контроль технического состояния покрытия АРМПАЙП в процессе эксплуатации включает:

- периодический визуальный контроль доступных участков;
- инструментальный контроль при плановых остановках;
- телеинспекционное обследование при необходимости.

Периодичность и объём контроля определяются эксплуатирующей организацией с учётом условий эксплуатации и требований нормативных документов.

15.6 Допустимые эксплуатационные воздействия

В процессе эксплуатации допускаются:

- температурные циклы в пределах проектных значений;
- гидравлические нагрузки в пределах рабочего давления;
- штатные пуски и остановки трубопровода.

Не допускаются:

- резкие температурные и гидравлические удары, превышающие проектные параметры;
- механические воздействия, способные повредить покрытие;
- эксплуатация трубопровода при выявленных дефектах покрытия без принятия корректирующих мер.

15.7 Мероприятия при выявлении дефектов

При выявлении дефектов внутреннего геокомпозитного покрытия:

- проводится оценка характера и протяжённости дефекта;
- принимается решение о возможности дальнейшей эксплуатации;
- при необходимости выполняются ремонтные мероприятия с применением технологии АРМПАЙП либо иных согласованных решений.

Эксплуатация трубопровода при дефектах, влияющих на его работоспособность и надёжность, **не допускается**.

15.8 Документация и сопровождение эксплуатации

В процессе эксплуатации трубопровода должна вестись документация, включающая:

- результаты периодических осмотров;
- данные телеинспекционных обследований;
- сведения о режимах эксплуатации;
- сведения о выполненных ремонтных работах.

Документация хранится эксплуатирующей организацией и используется для оценки технического состояния трубопровода.

16. ТРЕБОВАНИЯ К ПЕРСОНАЛУ И ДОПУСКИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ РАБОТ ПО ТЕХНОЛОГИИ АРМПАЙП

16.1 Общие положения

Настоящий раздел устанавливает требования к квалификации персонала, задействованного на всех этапах выполнения работ по технологии АРМПАЙП, а также допустимые отклонения (допуски) при установке композитных модулей из тюбингов и формировании геокомпозитного покрытия.

Соблюдение требований настоящего раздела является обязательным условием обеспечения качества, воспроизводимости и эксплуатационной надёжности покрытия.

16.2 Требования к персоналу, выполняющему установку композитных модулей

Работы по установке композитных модулей из тюбингов выполняются **специально обученным и аттестованным персоналом** непосредственно **внутри трубопровода**.

Персонал, выполняющий указанные работы, должен:

- пройти обучение по технологии АРМПАЙП;
- быть ознакомлен с требованиями настоящей ТК и проектной документации;
- владеть методами установки и сопряжения композитных модулей;
- уметь выполнять контроль геометрии и качества установки модулей.

16.3 Требования к персоналу, выполняющему подготовку геокомпозитного раствора

Подготовка геокомпозитного раствора АРМПАЙП выполняется **специально обученным персоналом**, прошедшим инструктаж по рецептуре, технологии смешивания и требованиям безопасности.

Персонал должен:

- знать состав и назначение компонентов геокомпозитной смеси;
- владеть технологией дозирования и последовательности смешивания;
- контролировать параметры раствора (консистенция, температура, время жизнеспособности);
- соблюдать требования охраны труда при работе с активаторами и добавками.

16.4 Требования к персоналу насосно-смесительного узла

Эксплуатация насосно-смесительного узла осуществляется **специально обученным персоналом**, допущенным к работе с технологическим оборудованием АРМПАЙП.

Персонал насосно-смесительного узла должен:

- знать конструкцию и режимы работы насосно-смесительного оборудования;
- обеспечивать стабильную подачу геокомпозитного раствора заданных параметров;
- контролировать давление, расход и равномерность подачи раствора;
- выполнять настройку и останов оборудования в штатных и нештатных режимах.

16.5 Требования к персоналу, выполняющему нанесение покрытия (набрызг)

Нанесение геокомпозитного покрытия методом центробежного набрызга выполняется **операторами, прошедшими специальное обучение** по технологии АРМПАЙП.

Операторы набрызга должны:

- владеть методикой формирования слоя заданной толщины;
- контролировать равномерность нанесения покрытия;
- учитывать особенности геометрии трубопровода (повороты, сварные швы);
- взаимодействовать с персоналом насосно-смесительного узла и операторами телеметрии.

16.6 Требования к операторам блока телеметрии и контроля процесса

Контроль параметров процесса нанесения покрытия осуществляется операторами блока телеметрии, прошедшими обучение по эксплуатации систем контроля и регистрации параметров.

Операторы блока телеметрии должны:

- контролировать параметры процесса (давление, расход, скорость вращения головки, толщину наносимого слоя);
- обеспечивать регистрацию и архивирование данных;
- своевременно информировать операторов набрызга и насосно-смесительного узла о выявленных отклонениях;
- участвовать в принятии решений о корректировке режимов нанесения.

16.7 Допуски геометрии композитных модулей

При установке композитных модулей допускаются следующие отклонения:

- отклонение радиуса композитного модуля от проектного — **не более ± 5 мм**;
- зазоры между модулем и внутренней поверхностью трубы — **не допускаются**;
- отклонение шага армирования — **не более ± 10 %**;
- смещение модулей в зоне сопряжения — **не более 5 мм**.

16.8 Допуски сопряжения композитных модулей

В зонах сопряжения композитных модулей должно быть обеспечено:

- сохранение непрерывности армирующего контура;
- отсутствие разрывов и деформаций;
- плавный переход армирования без ступенек.

Допускается:

- нахлест композитных модулей — **не менее одного шага армирования**.

17. ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

17.1 Статус технологической карты

Настоящая технологическая карта устанавливает обязательные требования к выполнению работ по устройству внутреннего геокомпозитного покрытия АРМПАЙП и является основным нормативно-технологическим документом при производстве соответствующих работ.

Требования настоящей ТК подлежат обязательному соблюдению всеми организациями и персоналом, участвующими в выполнении работ по технологии АРМПАЙП.

17.2 Применение технологической карты

Настоящая ТК применяется:

- при новом строительстве трубопроводов;
- при реконструкции и капитальном ремонте действующих трубопроводов;
- при восстановлении эксплуатационных характеристик трубопроводов.

Применение технологии АРМПАЙП допускается исключительно в пределах области применения и условий эксплуатации, установленных настоящей ТК и проектной документацией.

17.3 Отступления от требований ТК

Отступления от требований настоящей технологической карты **не допускаются** без предварительного обоснования и согласования.

В случае необходимости внесения отступлений:

- разрабатываются дополнительные технологические решения;
- выполняется технико-инженерное обоснование;
- решения подлежат согласованию с правообладателем технологии АРМПАЙП и (или) разработчиком ТК.

17.4 Изменения и актуализация ТК

Изменения, дополнения и актуализация настоящей технологической карты выполняются:

- разработчиком ТК либо
- по его согласованию с правообладателем технологии АРМПАЙП.

Применение устаревших редакций ТК допускается только при условии их актуальности на дату выполнения работ.

17.5 Ответственность за соблюдение требований

Ответственность за соблюдение требований настоящей ТК несут:

- подрядные организации;
- должностные лица, осуществляющие руководство и контроль работ;
- персонал, непосредственно выполняющий технологические операции.

Несоблюдение требований ТК может привести к снижению качества покрытия и является основанием для отказа в приёмке выполненных работ.

17.6 Интеллектуальная собственность

Настоящая технологическая карта, включая её структуру, текстовые материалы, схемы, таблицы и приложения, является результатом интеллектуальной деятельности и объектом авторского права.

Исключительные права на технологию АРМПАЙП и настоящую ТК принадлежат правообладателю.

Копирование, тиражирование, передача третьим лицам, изменение или использование настоящей ТК без согласия правообладателя **не допускаются**, за исключением случаев, предусмотренных договорными отношениями.

17.7 Заключительные положения

Настоящая технологическая карта вводится в действие с даты, указанной на титульном листе, и действует до её отмены или замены новой редакцией.

Все вопросы, не урегулированные настоящей ТК, подлежат рассмотрению в установленном порядке с привлечением разработчика ТК и (или) правообладателя технологии АРМПАЙП.