



**НОВАЯ  
ФОРМАЦИЯ**

**УТВЕРЖДАЮ**

Генеральный директор  
ООО «НОВАЯ ФОРМАЦИЯ»

\_\_\_\_\_/А.Е. Аносов/  
«17» Февраля 2026 г.

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА НА ВОССТАНОВЛЕНИЕ И  
РЕМОНТ РЕЗЕРАУАРОВ КАМЕР И КЕССОНОВ  
РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ ПО ТЕХНОЛОГИИ  
АРМПАЙП ТК 43.22.11.190-003-60321696-2025**

**РАЗРАБОТАЛ:**

Главный инженер  
ООО "НОВАЯ ФОРМАЦИЯ"

\_\_\_\_\_/А.Е. Аносов/

**Дата введения в действие:**

**12.12.2025**

Пушино  
2025 г.

- **1. Аннотация**
- **2. Область применения нормативного документа**
  - 2.1 Объекты, на которые распространяется действие ТК
  - 2.2 Геометрические и конструктивные параметры
  - 2.3 Условия эксплуатации
  - 2.4 Состояние существующих конструкций
  - 2.5 Ограничения применения
  - 2.6 Назначение ТК
- **3. Нормативные ссылки (раздел ограниченного доступа)**
- **4. Термины, определения и сокращения**
  - 4.1 Термины и определения
  - 4.2 Сокращения
- **5. Описание технологии АРМПАЙП для резервуаров, камер и кессонов**
  - 5.1 Общие положения
  - 5.2 Состав композитной оболочки
  - 5.3 Принцип формирования оболочки
  - 5.4 Принцип работы оболочки
  - 5.5 Обработка конструктивных узлов и примыканий
  - 5.6 Особенности технологии для объемных сооружений
  - 5.7 Результат применения технологии
- **6. Конструктивные схемы и расчётные допущения**
  - 6.1 Общие положения
  - 6.2 Принятые допущения
  - 6.3 Круглые резервуары
  - 6.4 Прямоугольные резервуары
  - 6.5 Камеры и кессоны
  - 6.6 Зоны повышенных напряжений
  - 6.7 Связь конструктивных схем с технологией выполнения работ
- **7. Расчёт несущей способности композитной оболочки**
  - 7.1 Общие положения
  - 7.2 Исходные данные для расчёта
  - 7.3 Нагрузки и воздействия
  - 7.4 Расчёт круглых резервуаров
  - 7.5 Расчёт прямоугольных резервуаров
  - 7.6 Учёт долговечности и агрессивной среды
  - 7.7 Принятие расчётной толщины оболочки
  - 7.8 Документирование расчёта
- **8. Применяемые материалы**
  - 8.1 Общие положения
  - 8.2 Гео-композитная двухкомпонентная нано-смесь АРМПАЙП СТАНДАРТ
    - 8.2.1 Назначение гео-композитной нано-смеси
  - 8.3 Армирующие элементы
    - 8.3.1 Назначение армирования
    - 8.3.2 Требования к армирующим элементам
  - 8.4 Тюбинг АРМПАЙП
    - 8.4.1 Конструкция тюбинга АРМПАЙП
    - 8.4.2 Геометрические требования к тюбингу
  - 8.5 Гео-композитная оболочка как конструктивная система
  - 8.6 Требования к нанесению гео-композитной нано-смеси
  - 8.7 Адгезия и сцепление с основанием
  - 8.8 Стойкость к агрессивным средам
  - 8.9 Контроль и документирование применяемых материалов

- **9. Применяемое оборудование**
  - 9.1 Общие положения
  - 9.2 Растворо-смесительный насосный узел
  - 9.3 Машина центробежного набрызга
  - 9.4 Совместная работа оборудования
  - 9.5 Контроль технического состояния оборудования
  - 9.6 Документирование применяемого оборудования
- **10. Правила планирования и организации работ**
  - 10.1 Подготовка производства работ
  - 10.2 Условия выполнения работ на действующих объектах КОС и КНС
  - 10.3 Этапность и последовательность выполнения работ
  - 10.4 Материально-техническое обеспечение
  - 10.5 Организация контроля и ответственности
  - 10.6 Документирование процесса производства работ
- **11. Подготовительные работы**
  - 11.1 Осушение и очистка сооружений
  - 11.2 Подготовка поверхности существующих конструкций
  - 11.3 Обработка дефектов и локальных повреждений
  - 11.4 Подготовка конструктивных узлов и примыканий
  - 11.5 Контроль готовности поверхности к выполнению работ
- **12. Технология выполнения работ**
  - 12.1 Грунтование поверхности
  - 12.2 Монтаж армирующего тьюбинга
  - 12.3 Нанесение гео-композитной оболочки
  - 12.4 Особенности выполнения работ по стенам, днищам и потолкам
  - 12.5 Формирование непрерывной оболочки
  - 12.6 Выдержка и предварительное твердение
- **13. Требования к режимам нанесения и выдержке**
  - 13.1 Толщина слоёв гео-композитной оболочки
  - 13.2 Технологические паузы между слоями
  - 13.3 Условия твердения гео-композитной оболочки
  - 13.4 Контроль соблюдения режимов нанесения и выдержки
- **14. Контроль качества**
  - 14.1 Входной контроль материалов
  - 14.2 Операционный контроль
  - 14.3 Приёмочный контроль
- **15. Требования по охране труда и технике безопасности**
  - 15.1 Общие требования безопасности
  - 15.2 Работы в замкнутых пространствах
  - 15.3 Газоанализ и вентиляция
  - 15.4 Работы на высоте и потолочных поверхностях
  - 15.5 Средства индивидуальной защиты
  - 15.6 Ответственность и контроль соблюдения требований безопасности
- **16. Приёмка выполненных работ**
  - 16.1 Общие положения
  - 16.2 Условия допуска к приёмке
  - 16.3 Объём и порядок приёмки
  - 16.4 Исполнительная документация
  - 16.5 Оформление результатов приёмки

- **17. Требования к квалификации персонала**
  - 17.1 Общие требования
  - 17.2 Требования к инженерно-техническому персоналу
  - 17.3 Требования к рабочему персоналу
  - 17.4 Подтверждение квалификации
- **18. Экологические требования и обращение с отходами**
  - 18.1 Общие экологические требования
  - 18.2 Предотвращение загрязнения окружающей среды
  - 18.3 Обращение с отходами
  - 18.4 Обращение с остатками гео-композитных материалов
  - 18.5 Экологический контроль и документирование
- **19. Производственный контроль**
  - 19.1 Общие положения
  - 19.2 Организация производственного контроля
  - 19.3 Объекты производственного контроля
  - 19.4 Документирование результатов производственного контроля
  - 19.5 Корректирующие мероприятия
- **20. Приложения**
  - Приложение А — Типовые расчётные примеры
  - Приложение Б — Таблицы подбора толщины гео-композитной оболочки
  - Приложение В — Лист расчёта на объект

### 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](http://www.armpipe.ru); [www.armpayp.pf](http://www.armpayp.pf); [www.armaros.ru](http://www.armaros.ru) e-mail: [a.a@armaros.ru](mailto:a.a@armaros.ru)

## 1. АННОТАЦИЯ

Настоящая технологическая карта (далее — ТК) разработана для регламентации производства работ по восстановлению, ремонту и усилению резервуаров, камер и кессонов различного назначения, эксплуатируемых в составе очистных сооружений канализации (КОС) и канализационных насосных станций (КНС), с применением технологии формирования внутренней армированной композитной оболочки АРМПАЙП.

ТК устанавливает единые технические и организационные требования к выполнению работ в условиях:

- значительных глубин (до 12 м);
- воздействия агрессивных сточных и иловых сред;
- эксплуатации сооружений в режиме повышенной ответственности;
- необходимости обеспечения расчетного срока службы восстановленных конструкций не менее **50 лет**.

В технологической карте изложены основные положения, охватывающие полный цикл производства работ, включая:

- область применения технологии для объемных и пространственных сооружений;
- принципы проектирования и расчета несущей способности композитной оболочки;
- требования к материалам и армирующим элементам;
- технологическую последовательность выполнения работ;
- меры по обеспечению качества, надежности и долговечности восстановленных конструкций;
- требования по охране труда и безопасности работ в замкнутых пространствах.

Технология АРМПАЙП, рассматриваемая в настоящей ТК, основана на создании **самонесущей композитной оболочки**, работающей независимо от существующих железобетонных конструкций. Существующие конструкции рассматриваются исключительно как геометрическое основание для формирования оболочки. Такой подход обеспечивает возможность применения технологии при значительном физическом и коррозионном износе исходных сооружений, включая случаи утраты ими расчетной прочности.

В ТК приведены расчетные модели и методики, позволяющие:

- определять требуемую толщину и конструкцию композитной оболочки;
- учитывать гидростатические нагрузки от столба жидкости;
- принимать во внимание влияние агрессивных сред и длительной эксплуатации;
- обеспечивать необходимый уровень запаса прочности и эксплуатационной надежности.

Настоящая технологическая карта предназначена для:

- подрядных и специализированных организаций, выполняющих строительные-монтажные и ремонтные работы на объектах КОС и КНС;
- инженерно-технического персонала, осуществляющего подготовку производства работ и строительный контроль;
- использования в качестве **внутреннего нормативного документа**, регламентирующего технологию выполнения работ и единый подход к расчетам и контролю качества.

Требования, изложенные в ТК, направлены на обеспечение:

- герметичности восстанавливаемых сооружений;
- устойчивости к гидростатическим и эксплуатационным нагрузкам;
- долговечности и коррозионной стойкости конструкций;
- безопасной и безаварийной эксплуатации объектов на протяжении всего расчетного срока службы.

## 2. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ НОРМАТИВНОГО ДОКУМЕНТА

Настоящая технологическая карта устанавливает требования к организации и технологии производства работ по восстановлению, ремонту и усилению строительных конструкций резервуаров, камер и кессонов, эксплуатируемых в составе очистных сооружений канализации (КОС) и канализационных насосных станций (КНС), с применением технологии формирования внутренней армированной композитной оболочки АРМПАЙП.

Требования настоящего нормативного документа распространяются на выполнение работ в условиях нового строительства, капитального ремонта, реконструкции и технического перевооружения существующих сооружений, независимо от формы собственности и ведомственной принадлежности объекта.

### 2.1 Объекты, на которые распространяется действие ТК

Технологическая карта применяется при восстановлении и ремонте следующих типов сооружений:

- резервуары очистных сооружений канализации (первичные, вторичные, усреднительные, азротенки, иловые и аналогичные емкости);
- камеры и отсеки канализационных насосных станций, включая мокрые камеры и технологические колодцы;
- подземные и надземные кессоны различного назначения;
- камеры распределения и аккумуляции сточных вод;
- вспомогательные емкости и подземные сооружения, работающие под действием гидростатического давления.

### 2.2 Геометрические и конструктивные параметры

Требования настоящей ТК распространяются на сооружения:

- круглой, прямоугольной и сложной пространственной формы;
- с вертикальными, наклонными и криволинейными стенами;
- с наличием днищ, сводов и потолочных поверхностей;
- с внутренними технологическими выступами, вводами трубопроводов, закладными элементами и примыканиями.

Допустимая глубина сооружений — до **12 м** от уровня пола (днища) до расчетного уровня жидкости.

### 2.3 Условия эксплуатации

Настоящая ТК предназначена для применения в условиях:

- воздействия агрессивных сточных, иловых и газообразных сред;
- повышенной влажности и периодического затопления конструкций;
- воздействия сероводорода, аммиака и продуктов биогенной коррозии;
- циклического заполнения и опорожнения резервуаров;
- длительной непрерывной эксплуатации сооружений.

Расчетный срок службы восстановленных конструкций, выполненных по требованиям настоящей ТК, принимается **не менее 50 лет**.

## 2.4 Состояние существующих конструкций

Технологическая карта допускает применение технологии АРМПАЙП при различной степени физического и коррозионного износа существующих конструкций, включая случаи:

- утраты герметичности;
- развития коррозии бетона и арматуры;
- образования трещин, каверн и раковин;
- частичной утраты несущей способности.

При выполнении расчетов несущей способности композитной оболочки существующие конструкции сооружений **не учитываются** и рассматриваются исключительно как основание для размещения новой оболочки.

## 2.5 Ограничения применения

Настоящая ТК не распространяется на случаи:

- аварийных состояний сооружений, сопровождающихся угрозой обрушения до начала работ;
- наличия активных подвижек грунта, не компенсируемых конструктивными мероприятиями;
- воздействия температур, превышающих допустимые значения для применяемых материалов.

Применение технологии в указанных случаях без дополнительного проектного обоснования не допускается.

## 2.6 Назначение ТК

Настоящий нормативный документ предназначен для использования:

- подрядными и специализированными организациями, выполняющими строительно-монтажные и ремонтные работы;
- инженерно-техническим персоналом при подготовке и организации производства работ;
- в качестве внутреннего технологического регламента при разработке ППР и исполнительной документации.

Требования настоящей ТК обязательны для соблюдения при выполнении работ, осуществляемых по технологии АРМПАЙП в рамках указанной области применения.

## 3. НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

Раздел 3 «Нормативные ссылки» настоящей технологической карты содержит сведения ограниченного доступа и предоставляется исключительно в рамках договорных отношений по отдельному запросу.

## 4. ТЕРМИНЫ, ОПРЕДЕЛЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

### 4.1 Термины и определения

#### **Армированная композитная оболочка (АРМПАЙП)**

Внутренняя конструкция, формируемая на поверхности существующего сооружения, состоящая из армирующего композитного каркаса и композитного связующего слоя, предназначенная для восприятия эксплуатационных нагрузок и обеспечения герметичности сооружения.

#### **Композитная оболочка**

Тонкостенная самонесущая конструкция, работающая совместно или независимо от существующего основания и воспринимающая гидростатические и эксплуатационные нагрузки.

#### **Самонесущая конструкция**

Конструкция, несущая способность которой обеспечивается исключительно за счет собственных прочностных характеристик без учета несущей способности существующих конструкций.

#### **Существующая конструкция**

Железобетонное, бетонное или иное сооружение, подлежащее восстановлению, рассматриваемое в рамках настоящей ТК как основание для размещения композитной оболочки.

#### **Гидростатическое давление**

Давление жидкости на конструкцию, определяемое высотой столба жидкости и плотностью среды.

#### **Расчетный уровень жидкости**

Максимальный уровень заполнения резервуара, принимаемый при расчете несущей способности оболочки.

#### **Агрессивная среда**

Сточные воды, иловые массы и газовая среда, оказывающие химическое, биогенное или коррозионное воздействие на строительные конструкции.

#### **Резервуар**

Объемное сооружение, предназначенное для приема, накопления, обработки или хранения сточных вод и продуктов их очистки.

#### **Камера**

Замкнутое сооружение, предназначенное для размещения технологического оборудования или распределения потоков сточных вод.

#### **Кессон**

Подземное или заглубленное сооружение, эксплуатируемое под действием гидростатического давления и внешних воздействий.

#### **Расчетная толщина оболочки**

Минимальная толщина композитной оболочки, определенная расчетом несущей способности с учетом коэффициентов запаса и условий эксплуатации.

### 4.2 Сокращения

**АРМПАЙП** — технология формирования внутренней армированной композитной оболочки.

**КОС** — очистные сооружения канализации.

**КНС** — канализационная насосная станция.

**ТК** — технологическая карта.

**ЖБ** — железобетон.

**СМР** — строительные-монтажные работы.

## **5. ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ АРМПАЙП ДЛЯ РЕЗЕРВУАРОВ, КАМЕР И КЕССОНОВ**

### **5.1 Общие положения**

Технология АРМПАЙП, применяемая для восстановления и ремонта резервуаров, камер и кессонов сооружений КОС и КНС, основана на устройстве внутренней армированной композитной оболочки, формируемой по поверхности существующих конструкций.

Композитная оболочка предназначена для:

- восприятия эксплуатационных и гидростатических нагрузок;
- обеспечения герметичности сооружения;
- защиты конструкций от агрессивных сточных и иловых сред;
- обеспечения расчетного срока службы восстановленного сооружения.

Технология применяется без демонтажа существующих конструкций и без изменения внешних габаритов сооружений.

### **5.2 Состав композитной оболочки**

Композитная оболочка АРМПАЙП включает в себя следующие основные элементы:

- армирующий каркас из композитных элементов (тюбинг);
- гео-композитное связующее на основе наносмеси, формирующее монолитную матрицу;
- защитный финишный слой (при необходимости).

Армирующие элементы и композитные материалы подбираются таким образом, чтобы обеспечить требуемые прочностные, деформационные и эксплуатационные характеристики оболочки в условиях агрессивной среды.

### **5.3 Принцип формирования оболочки**

Формирование композитной оболочки осуществляется путем поэтапного нанесения материалов на подготовленную внутреннюю поверхность сооружения.

Технологический процесс включает:

- подготовку поверхности существующих конструкций;
- установку армирующих элементов в проектное положение;
- нанесение композитного связующего слоя с обеспечением расчетной толщины;
- формирование монолитной оболочки с заданными геометрическими параметрами.

Нанесение материалов выполняется послойно с соблюдением технологических режимов и промежуточных выдержек.

### **5.4 Принцип работы оболочки**

Сформированная композитная оболочка рассматривается как самостоятельная несущая конструкция, работающая в зависимости от геометрии сооружения:

- для круглых резервуаров — преимущественно на кольцевое растяжение;
- для прямоугольных резервуаров — в мембранной или совместной схеме;
- для камер и кессонов — в соответствии с принятой расчетной моделью.

Эксплуатационные нагрузки передаются на оболочку равномерно по ее поверхности.

## 5.5 Обработка конструктивных узлов и примыканий

Особое внимание при выполнении работ уделяется следующим зонам:

- примыкание стен к днищу;
- углы и сопряжения стен;
- участки ввода и вывода трубопроводов;
- зоны закладных элементов и технологических отверстий;
- переходы между различными геометрическими формами.

В указанных зонах предусматриваются конструктивные и технологические мероприятия, обеспечивающие непрерывность и расчетную прочность оболочки.

## 5.6 Особенности технологии для объемных сооружений

При выполнении работ в резервуарах и камерах учитываются следующие особенности:

- наличие вертикальных и потолочных поверхностей;
- ограниченное рабочее пространство;
- необходимость работы по секторам;
- требования к безопасности при работе в замкнутых пространствах.

Технология АРМПАИП допускает поэтапное выполнение работ с разделением сооружения на технологические зоны.

## 5.7 Результат применения технологии

В результате выполнения работ по настоящей ТК обеспечивается:

- восстановление герметичности сооружения;
- повышение надежности и долговечности конструкции;
- защита от агрессивных воздействий;
- возможность дальнейшей безопасной эксплуатации сооружения в расчетных условиях.

## 6. КОНСТРУКТИВНЫЕ СХЕМЫ И РАСЧЁТНЫЕ ДОПУЩЕНИЯ

### 6.1 Общие положения

Конструктивные схемы, принимаемые в настоящей технологической карте, используются для обоснования работы композитной оболочки АРМПАЙП и последующего расчёта её несущей способности. Выбор схемы определяется геометрией сооружения, условиями эксплуатации и характером действующих нагрузок.

Во всех случаях расчётные схемы принимаются **консервативно**, исходя из условия самостоятельной работы композитной оболочки без учёта несущей способности существующих конструкций.

### 6.2 Принятые допущения

При разработке конструктивных и расчётных схем принимаются следующие допущения:

- существующие бетонные и железобетонные конструкции не участвуют в восприятии эксплуатационных нагрузок;
- контакт композитной оболочки с существующей конструкцией обеспечивает передачу давления среды, но не учитывается как несущий элемент;
- геометрические отклонения существующих поверхностей компенсируются технологией нанесения оболочки;
- композитная оболочка работает в пределах упругой стадии при нормативных нагрузках;
- возможные локальные дефекты основания не оказывают определяющего влияния на работу оболочки при соблюдении требований настоящей ТК.

### 6.3 Круглые резервуары

Для круглых резервуаров основной расчётной схемой является **тонкостенная цилиндрическая оболочка**, нагруженная гидростатическим давлением.

При этом принимается, что:

- давление среды распределяется по высоте резервуара по линейному закону;
- оболочка работает преимущественно на **кольцевое растяжение**;
- продольные напряжения учитываются в составе общего напряжённого состояния, но не являются определяющими.

Данная схема является основной и приоритетной для резервуаров КОС, имеющих круглую форму.

### 6.4 Прямоугольные резервуары

Для прямоугольных резервуаров принимается одна из следующих расчётных схем:

- мембранная работа композитной оболочки при наличии конструктивных условий, ограничивающих изгиб (разделение стен на панели, рамная схема, анкеровка);
- совместная работа композитной оболочки с существующей конструкцией в части восприятия изгибающих усилий;
- локальная самонесущая работа оболочки в зонах повышенных напряжений.

Выбор схемы определяется геометрией резервуара, наличием конструктивных элементов и результатами инженерной оценки.

## 6.5 Камеры и кессоны

Для камер КНС и кессонов расчётная схема определяется:

- формой сооружения (круглая, прямоугольная, комбинированная);
- глубиной заложения;
- характером заполнения и режимом эксплуатации.

Как правило, применяется схема самонесущей оболочки с учётом неравномерного распределения давления по высоте и локальных концентраций напряжений в зонах примыканий и вводов.

## 6.6 Зоны повышенных напряжений

Независимо от типа сооружения в расчётах и конструктивных решениях отдельно выделяются зоны повышенных напряжений:

- примыкания стен к днищу;
- углы и сопряжения стен;
- участки ввода трубопроводов;
- зоны изменения геометрии оболочки;
- участки с концентрацией нагрузок.

Для указанных зон предусматриваются дополнительные конструктивные и технологические мероприятия, обеспечивающие непрерывность и расчетную прочность оболочки.

## 6.7 Связь конструктивных схем с технологией выполнения работ

Принятые конструктивные схемы определяют:

- порядок выполнения работ;
- последовательность нанесения слоёв;
- требования к толщине и армированию оболочки;
- необходимость локального усиления отдельных участков.

Технологические решения должны обеспечивать реализацию принятых конструктивных схем без ухудшения расчетных характеристик оболочки.

## 7. РАСЧЁТ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ КОМПОЗИТНОЙ ОБОЛОЧКИ

### 7.1 Общие положения

Расчёт несущей способности композитной оболочки АРМПАЙП выполняется с целью определения минимально допустимой толщины оболочки, обеспечивающей восприятие эксплуатационных нагрузок, герметичность и требуемую долговечность сооружения.

Расчёт выполняется для наихудшего сочетания нагрузок и условий эксплуатации, при следующих основных допущениях:

- композитная оболочка работает как самонесущая конструкция;
- существующая конструкция в расчёте несущей способности не учитывается;
- расчёт выполняется для максимального расчётного уровня жидкости;
- свойства материалов принимаются с учётом коэффициентов запаса и долговечности.

### 7.2 Исходные данные для расчёта

При расчёте несущей способности оболочки должны быть заданы следующие исходные данные:

- тип сооружения (круглый резервуар, прямоугольный резервуар, камера, кессон);
- геометрические параметры сооружения;
- расчётная глубина заполнения;
- плотность рабочей среды;
- расчётные характеристики материалов композитной оболочки;
- принятые коэффициенты условий эксплуатации и долговечности.

Исходные данные фиксируются в «Листе расчёта на объект» и подлежат хранению в составе исполнительной документации.

### 7.3 Нагрузки и воздействия

При расчёте учитываются следующие нагрузки и воздействия:

- гидростатическое давление рабочей среды;
- собственный вес композитной оболочки;
- циклические нагрузки от заполнения и опорожнения резервуара;
- воздействие агрессивной среды.

Основной расчётной нагрузкой является гидростатическое давление, определяемое по формуле:

$$p = \rho \cdot g \cdot h$$

где

$\rho$  — плотность рабочей среды,

$g$  — ускорение свободного падения,

$h$  — высота столба жидкости.

## 7.4 Расчёт круглых резервуаров

Для круглых резервуаров расчёт выполняется по схеме тонкостенной цилиндрической оболочки, работающей на кольцевое растяжение.

Окружное напряжение в оболочке определяется по формуле:

$$\sigma = \frac{p \cdot r}{t}$$

где

$p$  — гидростатическое давление на расчетной глубине,

$r$  — внутренний радиус резервуара,

$t$  — толщина композитной оболочки.

Условие прочности имеет вид:

$$\sigma \leq R_d$$

где

$R_d$  — расчётное сопротивление материала оболочки с учётом коэффициентов условий эксплуатации и долговечности.

Из условия прочности определяется минимально допустимая толщина оболочки:

$$t \geq \frac{p \cdot r}{R_d}$$

## 7.5 Расчёт прямоугольных резервуаров

Для прямоугольных резервуаров расчёт выполняется в зависимости от принятой конструктивной схемы:

- при мембранной работе оболочки — по аналогии с расчётом оболочек, воспринимающих растягивающие усилия;
- при совместной работе с существующей конструкцией — с учётом перераспределения нагрузок;
- при локальной самонесущей работе — для отдельных участков и зон повышенных напряжений.

В рамках настоящей ТК расчёт прямоугольных резервуаров выполняется с применением консервативных допущений и требует инженерного обоснования принятой схемы.

## 7.6 Учёт долговечности и агрессивной среды

При определении расчётного сопротивления материала оболочки учитываются:

- снижение прочностных характеристик в процессе длительной эксплуатации;
- воздействие агрессивных сточных и иловых сред;
- температурно-влажностные условия эксплуатации.

Для этого используются коэффициенты:

- условий эксплуатации;
- длительной прочности;
- общего запаса надёжности.

Значения коэффициентов принимаются едиными для всех объектов в рамках настоящей ТК и указываются в соответствующем разделе.

### **7.7 Принятие расчётной толщины оболочки**

По результатам расчёта определяется минимально допустимая толщина композитной оболочки. При назначении проектной толщины учитываются:

- технологические допуски при нанесении;
- возможная неравномерность основания;
- требования к сплошности и монолитности оболочки.

Проектная толщина принимается не менее расчётной и, как правило, с дополнительным технологическим запасом.

### **7.8 Документирование расчёта**

Результаты расчёта несущей способности оболочки оформляются в виде расчётного листа и включаются в состав исполнительной документации.

## 8. ПРИМЕНЯЕМЫЕ МАТЕРИАЛЫ

### 8.1 Общие положения

Для выполнения работ по восстановлению и ремонту резервуаров, камер и кессонов сооружений КОС и КНС по технологии АРМПАЙП применяется система материалов, обеспечивающая формирование внутренней гео-композитной оболочки, работающей как самонесущая конструкция.

Применяемые материалы должны обеспечивать:

- восприятие эксплуатационных и гидростатических нагрузок;
- герметичность сооружений;
- стойкость к агрессивным сточным, иловым и газовым средам;
- сохранение эксплуатационных характеристик в течение расчетного срока службы.

Расчетный срок службы гео-композитной оболочки принимается **не менее 50 лет**.

### 8.2 Гео-композитная двухкомпонентная нано-смесь АРМПАЙП СТАНДАРТ

В качестве основного формообразующего и несущего материала применяется **гео-композитная двухкомпонентная нано-смесь АРМПАЙП СТАНДАРТ**, предназначенная для устройства монолитной гео-композитной оболочки.

#### 8.2.1 Назначение гео-композитной нано-смеси

Гео-композитная двухкомпонентная нано-смесь АРМПАЙП СТАНДАРТ

**ТУ 23.64.10-001-60321696-2024** предназначена для:

- формирования несущего тела гео-композитной оболочки;
- обеспечения совместной работы оболочки и армирующих элементов;
- передачи эксплуатационных нагрузок;
- обеспечения герметичности конструкции;
- защиты армирующих элементов от воздействия агрессивных сред;
- обеспечения долговечности сооружений КОС и КНС.

Характеристики гео-композитной двухкомпонентной нано-смеси, используемые при расчётах и назначении технологических параметров, принимаются в соответствии с утверждённой рецептурой, действующими техническими условиями и регламентами производства работ.

### 8.3 Армирующие элементы

#### 8.3.1 Назначение армирования

Армирующие элементы предназначены для восприятия растягивающих усилий, возникающих в гео-композитной оболочке под действием гидростатических и эксплуатационных нагрузок.

Армирование обеспечивает:

- повышение несущей способности гео-композитной оболочки;
- перераспределение напряжений;
- устойчивость конструкции к образованию и развитию трещин;
- реализацию принятой расчетной схемы работы оболочки.

### 8.3.2 Требования к армирующим элементам

В качестве армирующих элементов применяются композитные материалы, устойчивые к воздействию агрессивных сред и обеспечивающие стабильность характеристик в течение расчетного срока службы.

Тип, количество и схема расположения армирующих элементов принимаются по результатам расчёта несущей способности гео-композитной оболочки.

## 8.4 Тюбинг АРМПАЙП

В составе гео-композитной оболочки в качестве армирующей системы применяется **тюбинг АРМПАЙП**, предназначенный для формирования пространственного армирующего каркаса гео-композитной оболочки.

Тюбинг АРМПАЙП изготавливается из композитных стержней в соответствии с **ТУ 22.23.19.110-001-60321696-2024**.

Тюбинг выполняет функции:

- восприятия растягивающих усилий в гео-композитной оболочке;
- стабилизации геометрии армирования;
- обеспечения проектного положения армирующих элементов;
- формирования расчетной схемы работы оболочки.

### 8.4.1 Конструкция тюбинга АРМПАЙП

Тюбинг АРМПАЙП представляет собой систему композитных армирующих стержней, объединённых в ячеистую пространственную структуру.

Соединение и фиксация ячеек тюбинга осуществляется:

- с применением полимерного связующего,  
**или**
- методом переплетения композитных стержней.

Система крепления ячеек и замков тюбинга должна обеспечивать:

- неизменность геометрии ячеек при транспортировании, монтаже и центробежном нанесении гео-композитной нано-смеси;
- устойчивость к воздействию агрессивных сред;
- сохранение проектного положения армирования на протяжении всего срока службы.

### 8.4.2 Геометрические требования к тюбингу

Геометрические параметры тюбинга АРМПАЙП принимаются в соответствии с расчётной схемой гео-композитной оболочки и требованиями проекта производства работ.

**Тюбинг АРМПАЙП изготавливается из композитных стержней круглого сечения с периодическим профилем.**

Номинальный диаметр композитных стержней тюбинга принимается **в диапазоне от 4 до 10 мм**, в зависимости от:

- расчётной толщины гео-композитной оболочки;
- величины воспринимаемых растягивающих усилий;
- геометрии и типа восстанавливаемого сооружения;
- принятой схемы армирования.

Конкретное значение диаметра стержней тубинга определяется расчётом несущей способности гео-композитной оболочки и фиксируется в проекте производства работ.

Геометрия элементов крепления ячеек тубинга должна обеспечивать стабилизацию проектного расстояния между армирующими стержнями тубинга и поверхностью восстанавливаемого сооружения.

Минимальное расстояние между армирующими стержнями тубинга и поверхностью трубы, резервуара или иного основания должно составлять **не менее 5 мм, при условии**, что проектом не предусмотрено нанесение грунтового слоя.

В случаях, когда проектом предусмотрено нанесение грунтового слоя, расстояние между армирующими стержнями и поверхностью основания принимается с учётом толщины указанного слоя.

## 8.5 Гео-композитная оболочка как конструктивная система

Гео-композитная оболочка АРМПАЙП представляет собой монолитную конструктивную систему, состоящую из:

- гео-композитной двухкомпонентной нано-смеси АРМПАЙП СТАНДАРТ;
- тубинга АРМПАЙП;
- контактного слоя с существующей конструкцией сооружения.

Гео-композитная оболочка работает как **самонесущая конструкция**, при этом несущая способность существующих конструкций в расчетах не учитывается.

## 8.6 Требования к нанесению гео-композитной нано-смеси

Нанесение гео-композитной двухкомпонентной нано-смеси АРМПАЙП СТАНДАРТ выполняется **исключительно центробежным способом** с применением специализированного оборудования.

Применение ручных, торкретных, набрызговых, шпательных и иных способов нанесения **не допускается**.

**Отклонение от указанного способа нанесения считается нарушением технологии АРМПАЙП**

Центробежный способ нанесения должен обеспечивать формирование равномерной, плотной и монолитной гео-композитной оболочки без пустот и расслоений.

## 8.7 Адгезия и сцепление с основанием

Гео-композитная оболочка АРМПАЙП формируется по внутренней поверхности существующего бетонного, железобетонного или иного основания и рассматривается как самостоятельная самонесущая конструкция.

Сцепление с существующим основанием не является определяющим фактором несущей способности оболочки и не учитывается при расчётах.

Контакт с основанием обеспечивает геометрическую стабилизацию оболочки на этапе формирования и эксплуатации, без передачи расчётных нагрузок.

## 8.8 Стойкость к агрессивным средам

Материалы гео-композитной оболочки должны быть устойчивы к воздействию сточных вод различного состава, иловых масс, газовой среды очистных сооружений и биогенной коррозии.

Эксплуатационные характеристики гео-композитной оболочки должны сохраняться в течение расчетного срока службы.

## 8.9 Контроль и документирование применяемых материалов

По каждому объекту подлежат фиксации:

- тип применяемой гео-композитной двухкомпонентной нано-смеси;
- тип, диаметр и схема тубинга АРМПАЙП;
- проектная толщина гео-композитной оболочки;
- фактические параметры, полученные в процессе выполнения работ.

Данные включаются в состав исполнительной документации и используются при приемке выполненных работ.

## 9. ПРИМЕНЯЕМОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

### 9.1 Общие положения

Для выполнения работ по восстановлению и ремонту резервуаров, камер и кессонов по технологии АРМПАЙП применяется специализированное оборудование, обеспечивающее приготовление гео-композитной двухкомпонентной нано-смеси и её нанесение **исключительно центробежным способом**.

Применяемое оборудование должно обеспечивать:

- соблюдение утверждённой технологии работ;
- стабильность параметров гео-композитной нано-смеси;
- формирование гео-композитной оболочки с проектными параметрами;
- безопасность выполнения работ в условиях замкнутых пространств.

Использование оборудования, не соответствующего требованиям настоящего раздела, **не допускается**.

### 9.2 Растворо-смесительный насосный узел

Для подготовки и подачи гео-композитной двухкомпонентной нано-смеси применяется **растворо-смесительный насосный узел ТУ 28.92.40.131-001-60321696-2024**.

Растворо-смесительный насосный узел предназначен для:

- приготовления гео-композитной двухкомпонентной нано-смеси АРМПАЙП СТАНДАРТ;
- дозированного смешивания компонентов в соответствии с утверждённой рецептурой;
- подачи подготовленного раствора в бункер насоса-метателя самоходной машины.

Подготовка раствора осуществляется **исключительно из гео-композитной двухкомпонентной нано-смеси АРМПАЙП СТАНДАРТ** в соответствии с:

- утверждённой рецептурой;
- установленной схемой смешивания компонентов;
- требованиями технологических регламентов производства работ.

Растворо-смесительный насосный узел должен обеспечивать:

- однородность смеси;
- стабильность реологических свойств;
- непрерывность подачи раствора;
- совместимость с оборудованием для центробежного нанесения.

### 9.3 Машина центробежного набрызга

Для нанесения гео-композитной двухкомпонентной нано-смеси применяется **машина центробежного набрызга ТУ 28.92.30.150-001-60321696-2024.**

Машина центробежного набрызга предназначена для:

- равномерного распределения гео-композитной нано-смеси по внутренней поверхности сооружений;
- формирования гео-композитной оболочки заданной толщины;
- уплотнения материала за счёт центробежных сил;
- обеспечения стабильного качества покрытия по всей поверхности.

Машина должна обеспечивать:

- регулируемые режимы вращения и подачи смеси;
- работу на вертикальных, наклонных и потолочных поверхностях;
- устойчивость технологических параметров в процессе работы.

Применение иных способов нанесения гео-композитной нано-смеси, кроме центробежного, **не допускается.**

### 9.4 Совместная работа оборудования

Растворо-смесительный насосный узел и машина центробежного набрызга должны работать как единый технологический комплекс, обеспечивающий непрерывность процесса приготовления и нанесения гео-композитной двухкомпонентной нано-смеси.

Несогласованная работа оборудования, приводящая к изменению состава смеси, нарушению режимов подачи или снижению качества формируемой гео-композитной оболочки, **не допускается.**

### 9.5 Контроль технического состояния оборудования

Оборудование, применяемое при выполнении работ, должно:

- находиться в исправном техническом состоянии;
- проходить регламентное техническое обслуживание;
- использоваться в соответствии с эксплуатационной документацией.

Применение оборудования с неисправностями, влияющими на качество работ или безопасность персонала, **не допускается.**

### 9.6 Документирование применяемого оборудования

В составе исполнительной документации подлежат фиксации:

- перечень применяемого оборудования;
- обозначения технических условий;
- основные технологические параметры работы;
- сведения о техническом состоянии оборудования.

## **10. ПРАВИЛА ПЛАНИРОВАНИЯ И ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТ**

### **10.1 Подготовка производства работ**

Подготовка производства работ по восстановлению, ремонту и усилению резервуаров, камер и кессонов по технологии АРМПАЙП должна выполняться до начала строительного-монтажных работ и включать комплекс организационных, технических и инженерных мероприятий.

До начала работ должны быть выполнены:

- инженерное обследование сооружения с определением его геометрических параметров, фактической глубины, состояния поверхности и наличия конструктивных узлов;
- сбор и анализ исходных данных, необходимых для расчёта несущей способности гео-композитной оболочки;
- разработка и утверждение проектных решений, включая расчётную толщину оболочки и схему армирования;
- разработка проекта производства работ (ППР) с учётом требований настоящей ТК;
- проверка готовности объекта к выполнению работ, включая доступы, освещение, электроснабжение, вентиляцию и условия безопасной работы в замкнутых пространствах.

Производство работ допускается только после подтверждения соответствия исходных данных требованиям настоящей ТК и утверждения ППР.

### **10.2 Условия выполнения работ на действующих объектах КОС и КНС**

Работы по технологии АРМПАЙП допускается выполнять на действующих объектах очистных сооружений канализации и канализационных насосных станций при соблюдении следующих условий:

- обеспечение устойчивого режима эксплуатации объекта на период выполнения работ;
- организация поэтапного вывода сооружений или их частей из работы при необходимости;
- исключение воздействия действующих потоков сточных вод на зоны выполнения работ;
- обеспечение безопасных условий труда в условиях повышенной влажности, загазованности и ограниченного пространства.

При выполнении работ на действующих объектах должны быть предусмотрены организационные мероприятия, исключающие:

- внезапное заполнение сооружений;
- поступление агрессивных сред в зону работ;
- воздействие технологических выбросов на персонал и оборудование.

### **10.3 Этапность и последовательность выполнения работ**

Работы по восстановлению сооружений по технологии АРМПАЙП должны планироваться и выполняться поэтапно, в строгой технологической последовательности.

Как правило, предусматриваются следующие этапы:

1. Подготовительные работы (осушение, очистка, подготовка поверхности);
2. Установка и фиксация армирующей системы (тюбинга);
3. Формирование гео-композитной оболочки послойным нанесением;
4. Выдержка и твердение материалов;
5. Контроль качества и приёмка выполненных работ.

Деление сооружений на технологические зоны и участки допускается при условии обеспечения непрерывности и расчетной целостности гео-композитной оболочки. Выполнение работ с нарушением принятой этапности не допускается.

## 10.4 Материально-техническое обеспечение

До начала производства работ должно быть обеспечено наличие:

- утверждённых материалов, соответствующих требованиям раздела 8 настоящей ТК;
- специализированного оборудования, соответствующего требованиям раздела 9;
- средств контроля технологических параметров;
- средств индивидуальной и коллективной защиты персонала.

Применение материалов и оборудования, не предусмотренных настоящей ТК и ППР, не допускается.

## 10.5 Организация контроля и ответственности

В процессе планирования и выполнения работ должны быть назначены ответственные лица:

- за организацию производства работ;
- за соблюдение технологии;
- за контроль качества;
- за соблюдение требований охраны труда и техники безопасности.

Все отклонения от требований настоящей ТК подлежат обязательной фиксации и согласованию в установленном порядке. Переход к следующему этапу работ допускается только после подтверждения завершения предыдущего этапа и оформления соответствующей документации.

## 10.6 Документирование процесса производства работ

В процессе выполнения работ должна вестись исполнительная документация, включающая:

- журнал производства работ;
- данные входного и операционного контроля;
- сведения о применяемых материалах и оборудовании;
- результаты промежуточных и приёмочных проверок.

Исполнительная документация является обязательной частью приёмки выполненных работ и должна храниться в установленном порядке.

## **11. ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ**

### **11.1 Осушение и очистка сооружений**

Перед началом работ по восстановлению, ремонту и усилению сооружений по технологии АРМПАЙП должно быть выполнено полное осушение резервуаров, камер и кессонов, подлежащих обработке.

Осушение сооружений должно обеспечивать:

- отсутствие свободной жидкости на поверхности стен, днищ и потолков;
- исключение подтопления в процессе выполнения работ;
- стабильные условия для проведения технологических операций.

После осушения выполняется очистка внутренних поверхностей сооружений от:

- иловых и органических отложений;
- коррозионных продуктов;
- рыхлого и ослабленного бетона;
- биологических наростов;
- посторонних включений и загрязнений.

Очистка выполняется механическим, гидромеханическим или комбинированным способом, обеспечивающим удаление загрязнений без разрушения основания, пригодного для формирования гео-композитной оболочки.

### **11.2 Подготовка поверхности существующих конструкций**

Подготовка поверхности является обязательным этапом, обеспечивающим возможность корректного формирования гео-композитной оболочки АРМПАЙП.

Подготовка поверхности должна включать:

- удаление отслаивающихся и непрочных участков бетона;
- раскрытие и очистку трещин, каверн и раковин;
- выравнивание локальных неровностей, препятствующих формированию оболочки;
- очистку поверхности от пыли и мелких частиц.

Подготовленная поверхность должна:

- иметь достаточную геометрическую стабильность;
- обеспечивать равномерное размещение армирующей системы;
- не содержать элементов, препятствующих непрерывности оболочки.

Несущая способность существующих конструкций при этом не учитывается и не является определяющим фактором.

### **11.3 Обработка дефектов и локальных повреждений**

Выявленные в процессе обследования и подготовки поверхности дефекты подлежат обязательной обработке до начала монтажа армирующей системы.

К дефектам, подлежащим устранению, относятся:

- сквозные и глубокие трещины;
- каверны и пустоты;
- участки оголённой или корродированной арматуры;
- зоны локального разрушения бетона.

Обработка дефектов выполняется с целью:

- восстановления геометрии основания;
- исключения концентраций напряжений в композитной оболочке;
- обеспечения равномерного формирования защитного слоя.

Применяемые материалы и методы устранения дефектов должны быть совместимы с технологией АРМПАЙП и не снижать эксплуатационные характеристики гео-композитной оболочки.

### **11.4 Подготовка конструктивных узлов и примыканий**

Особое внимание при подготовке поверхности должно уделяться следующим зонам:

- примыкания стен к днищу;
- углы и сопряжения стен;
- участки ввода и вывода трубопроводов;
- зоны закладных элементов;
- переходы между различными геометрическими формами.

В указанных зонах должны быть обеспечены:

- плавные геометрические переходы;
- отсутствие резких перепадов толщины;
- условия для непрерывного армирования и формирования оболочки.

Подготовка узлов должна соответствовать принятой конструктивной схеме и расчётным допущениям, изложенным в разделе 6 настоящей ТК.

### **11.5 Контроль готовности поверхности к выполнению работ**

По завершении подготовительных работ выполняется контроль готовности сооружения к последующим технологическим этапам.

Контролю подлежит:

- полнота осушения сооружения;
- качество очистки поверхности;
- устранение дефектов и повреждений;
- подготовка конструктивных узлов и примыканий;
- соответствие подготовленной поверхности требованиям ППР.

Результаты контроля фиксируются в журнале производства работ.

Переход к монтажу армирующей системы допускается только после подтверждения готовности поверхности.

## **12. ТЕХНОЛОГИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ**

### **12.1 Грунтование поверхности**

После завершения подготовительных работ и подтверждения готовности поверхности выполняется грунтование существующих конструкций в случаях, предусмотренных проектом производства работ.

Грунтование применяется с целью:

- связывания остаточной пыли и мелких частиц;
- стабилизации поверхностного слоя основания;
- обеспечения корректного формирования начального слоя гео-композитной оболочки.

Необходимость грунтования, тип грунтового состава и технология его нанесения определяются ППР с учётом:

- состояния существующих конструкций;
- характера поверхности;
- применяемых материалов гео-композитной оболочки.

Грунтующий слой не рассматривается как несущий элемент и не учитывается при расчётах несущей способности оболочки.

### **12.2 Монтаж армирующего тюбинга**

Монтаж армирующей системы (тюбинга АРМПАЙП) выполняется после завершения подготовки поверхности и, при необходимости, грунтования.

Тюбинг устанавливается в проектное положение в соответствии с:

- принятой конструктивной схемой;
- результатами расчёта несущей способности;
- требованиями проекта производства работ.

При монтаже тюбинга должно быть обеспечено:

- сохранение проектной геометрии армирующей системы;
- равномерное расположение армирующих элементов;
- соблюдение минимальных защитных зазоров между тюбингом и поверхностью основания;
- надёжная фиксация элементов тюбинга до начала нанесения гео-композитной нано-смеси.

Допускается выполнение монтажа тюбинга поэтапно, с разбивкой сооружения на технологические зоны, при условии обеспечения непрерывности армирования и отсутствия разрывов в расчётной схеме оболочки.

### **12.3 Нанесение гео-композитной оболочки**

Нанесение гео-композитной двухкомпонентной нано-смеси АРМПАЙП СТАНДАРТ выполняется исключительно центробежным способом с применением специализированного оборудования.

Нанесение оболочки осуществляется:

- послойно;
- с обеспечением равномерного распределения материала по поверхности;
- с формированием проектной толщины оболочки.

Каждый слой должен наноситься с соблюдением технологических параметров, обеспечивающих:

- монолитность оболочки;
- отсутствие пустот и расслоений;
- полное охватывание армирующей системы.

Применение ручных, торкретных, набрызговых, шпательных и иных способов нанесения гео-композитной нано-смеси не допускается.

## **12.4 Особенности выполнения работ по стенам, днищам и потолкам**

При выполнении работ по стенам, днищам и потолочным поверхностям должны учитываться конструктивные и технологические особенности соответствующих элементов сооружения.

При работе:

- по вертикальным поверхностям обеспечивается равномерность нанесения и удержание проектной толщины;
- по днищам — исключается образование локальных наплывов и неравномерностей;
- по потолкам — обеспечивается устойчивость материала до начала твердения и безопасность персонала.

Работы в потолочных зонах и на высоте выполняются с применением специальных технологических и организационных мероприятий, обеспечивающих:

- качество формируемой оболочки;
- соблюдение требований охраны труда;
- устойчивость технологического процесса.

## **12.5 Формирование непрерывной оболочки**

В процессе выполнения работ должно быть обеспечено формирование непрерывной гео-композитной оболочки по всей поверхности сооружения.

Не допускается:

- образование технологических разрывов;
- несогласованное выполнение работ на смежных участках;
- формирование зон с пониженной толщиной оболочки.

Переходы между технологическими зонами выполняются с обеспечением монолитности и сохранения расчётной схемы работы оболочки.

## **12.6 Выдержка и предварительное твердение**

После завершения нанесения гео-композитной оболочки обеспечиваются условия для её выдержки и предварительного твердения.

В период твердения должны соблюдаться:

- температурно-влажностные условия, установленные технологическими регламентами;
- исключение механических воздействий на оболочку;
- защита поверхности от воздействия агрессивных сред.

Переход к последующим этапам допускается только после достижения гео-композитной оболочкой минимально допустимых прочностных характеристик.

### **13. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЖИМАМ НАНЕСЕНИЯ И ВЫДЕРЖКЕ**

#### **13.1 Толщина слоёв гео-композитной оболочки**

Гео-композитная оболочка АРМПАЙП формируется послойно с обеспечением проектной толщины, определённой расчётом несущей способности.

Толщина каждого слоя должна:

- соответствовать технологическим регламентам;
- обеспечивать равномерное распределение материала;
- исключать образование пустот, расслоений и локальных дефектов.

Фактическая толщина гео-композитной оболочки по результатам выполнения работ должна быть не менее проектной. Допускается превышение проектной толщины в пределах технологических допусков, установленных ППР.

#### **13.2 Технологические паузы между слоями**

Между нанесением отдельных слоёв гео-композитной оболочки должны соблюдаться технологические паузы, обеспечивающие:

- начало схватывания ранее нанесённого слоя;
- предотвращение сползания и деформации материала;
- формирование монолитной структуры оболочки.

Продолжительность технологических пауз определяется:

- типом применяемой гео-композитной нано-смеси;
- температурно-влажностными условиями;
- технологическими регламентами производства работ.

Нанесение последующих слоёв без соблюдения установленных технологических пауз не допускается.

#### **13.3 Условия твердения гео-композитной оболочки**

В период твердения гео-композитной оболочки должны быть обеспечены условия, исключающие нарушение структуры и эксплуатационных характеристик материала.

В процессе твердения необходимо:

- поддерживать температурный режим, установленный регламентами;
- исключать воздействие прямых потоков воды и агрессивных сред;
- предотвращать механические воздействия и вибрации;
- обеспечивать при необходимости временную вентиляцию сооружения.

Контроль условий твердения осуществляется ответственными лицами и фиксируется в исполнительной документации.

### **13.4 Контроль соблюдения режимов нанесения и выдержки**

Соблюдение режимов нанесения, технологических пауз и условий твердения подлежит обязательному контролю.

Контролю подлежит:

- фактическая толщина слоёв;
- соблюдение временных интервалов между нанесением;
- температурно-влажностные условия в период твердения;
- отсутствие дефектов, связанных с нарушением технологических режимов.

Результаты контроля фиксируются в журнале производства работ и учитываются при приёмке выполненных работ.

## **14. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА**

### **14.1 Входной контроль материалов**

До начала выполнения работ по технологии АРМПАЙП должен быть выполнен входной контроль применяемых материалов.

Входному контролю подлежат:

- гео-композитная двухкомпонентная нано-смесь АРМПАЙП СТАНДАРТ;
- армирующие элементы и тубинг АРМПАЙП;
- вспомогательные материалы, применяемые в процессе выполнения работ.

В рамках входного контроля проверяется:

- соответствие материалов утверждённым техническим условиям;
- наличие сопроводительной документации;
- целостность упаковки и отсутствие признаков повреждений;
- условия и сроки хранения.

Материалы, не прошедшие входной контроль, к применению не допускаются.

### **14.2 Операционный контроль**

Операционный контроль осуществляется в процессе выполнения работ и направлен на обеспечение соблюдения требований настоящей ТК и ППР.

Операционному контролю подлежат:

- качество подготовки поверхности;
- правильность установки и фиксации армирующей системы;
- соблюдение технологии нанесения гео-композитной оболочки;
- фактическая толщина наносимых слоёв;
- соблюдение технологических пауз и условий твердения.

Операционный контроль проводится ответственными лицами с фиксацией результатов в журнале производства работ.

### **14.3 Приёмочный контроль**

Приёмочный контроль выполняется после завершения всех технологических операций и выдержки гео-композитной оболочки.

При приёмочном контроле проверяется:

- соответствие выполненных работ требованиям настоящей ТК и ППР;
- сплошность и целостность гео-композитной оболочки;
- отсутствие видимых дефектов (раковин, трещин, расслоений);
- соответствие фактической толщины оболочки проектной;
- полнота исполнительной документации.

По результатам приёмочного контроля оформляется акт приёмки выполненных работ. Работы, не соответствующие требованиям настоящей ТК, подлежат устранению до ввода сооружения в эксплуатацию.

## 15. ТРЕБОВАНИЯ ПО ОХРАНЕ ТРУДА И ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ

### 15.1 Общие требования безопасности

Работы по восстановлению и ремонту резервуаров, камер и кессонов по технологии АРМПАЙП относятся к работам повышенной опасности и должны выполняться с соблюдением требований охраны труда, промышленной и пожарной безопасности.

К выполнению работ допускается персонал:

- прошедший обучение и инструктаж по охране труда;
- прошедший медицинский осмотр;
- ознакомленный с ППР и требованиями настоящей ТК.

До начала работ должны быть разработаны и утверждены мероприятия по обеспечению безопасности, включая порядок действий в аварийных ситуациях.

### 15.2 Работы в замкнутых пространствах

Работы внутри резервуаров, камер и кессонов относятся к работам в замкнутых пространствах и выполняются по наряду-допуску.

При выполнении работ должны быть обеспечены:

- постоянный контроль состояния воздушной среды;
- наличие дежурного наблюдающего вне замкнутого пространства;
- исправные средства связи между работающими и наблюдающим;
- возможность экстренной эвакуации персонала.

Запрещается выполнение работ в замкнутых пространствах без предварительной проверки и подтверждения безопасных условий.

### 15.3 Газоанализ и вентиляция

Перед допуском персонала в сооружение и в процессе выполнения работ должен проводиться газоанализ воздушной среды на содержание:

- кислорода;
- сероводорода;
- метана и других взрывоопасных газов;
- вредных веществ, характерных для сточных и иловых сред.

При необходимости должна быть организована принудительная вентиляция, обеспечивающая:

- поддержание безопасного состава воздушной среды;
- удаление вредных и взрывоопасных газов;
- предотвращение накопления паров и аэрозолей.

Результаты газоанализа подлежат фиксации в установленном порядке.

## 15.4 Работы на высоте и потолочных поверхностях

При выполнении работ на высоте и при обработке потолочных поверхностей должны соблюдаться требования безопасности работ на высоте.

Должны применяться:

- инвентарные подмости, леса или подъёмные устройства;
- страховочные системы;
- средства индивидуальной защиты от падения.

Работы выполняются только при устойчивом положении оборудования и обеспечении безопасных условий для персонала.

## 15.5 Средства индивидуальной защиты

Персонал, выполняющий работы по технологии АРМПАИП, должен быть обеспечен средствами индивидуальной защиты в соответствии с характером выполняемых работ.

Обязательными являются:

- защитная спецодежда и обувь;
- средства защиты органов дыхания;
- защитные очки и перчатки;
- средства защиты от химических и биологических воздействий.

Применение СИЗ является обязательным на всех этапах производства работ.

## 15.6 Ответственность и контроль соблюдения требований безопасности

Ответственность за соблюдение требований охраны труда и техники безопасности несут руководители работ и назначенные ответственные лица.

Контроль соблюдения требований безопасности осуществляется:

- в процессе производства работ;
- при проведении инструктажей;
- при выявлении отклонений и нарушений.

Нарушение требований настоящего раздела является основанием для приостановки работ до устранения выявленных нарушений

## **16. ПРИЁМКА ВЫПОЛНЕННЫХ РАБОТ**

### **16.1 Общие положения**

Приёмка работ по восстановлению, ремонту и усилению резервуаров, камер и кессонов, выполненных по технологии АРМПАЙП, осуществляется с целью подтверждения соответствия выполненных работ требованиям настоящей ТК, проекту производства работ и расчётным решениям.

Приёмка выполняется после завершения всех технологических операций и выдержки гео-композитной оболочки до достижения минимально допустимых прочностных характеристик.

### **16.2 Условия допуска к приёмке**

К приёмке допускаются работы при одновременном выполнении следующих условий:

- завершены все этапы работ, предусмотренные настоящей ТК и ППР;
- выполнен операционный и приёмочный контроль;
- устранены выявленные в ходе контроля замечания;
- оформлена и укомплектована исполнительная документация.

Работы, выполненные с отклонениями от требований настоящей ТК без согласования в установленном порядке, приёмке не подлежат.

### **16.3 Объём и порядок приёмки**

При приёмке проверяется:

- соответствие фактически выполненных работ проектным и расчётным решениям;
- целостность и сплошность гео-композитной оболочки;
- отсутствие дефектов, влияющих на несущую способность и герметичность;
- соответствие фактической толщины оболочки проектной;
- соблюдение технологических режимов нанесения и выдержки.

Приёмка может осуществляться поэтапно или по завершении всего комплекса работ — в зависимости от принятой организации производства работ.

### **16.4 Исполнительная документация**

В состав исполнительной документации должны входить:

- проект производства работ;
- журнал производства работ;
- результаты входного, операционного и приёмочного контроля;
- расчётные листы на объект;
- сведения о применяемых материалах и оборудовании;
- акты скрытых работ (при наличии);
- иные документы, предусмотренные ППР.

Отсутствие исполнительной документации является основанием для отказа в приёмке.

## 16.5 Оформление результатов приёмки

По результатам приёмки оформляется акт приёмки выполненных работ, подтверждающий:

- соответствие работ требованиям настоящей ТК;
- готовность сооружения к эксплуатации в расчётных условиях;
- выполнение работ в полном объёме.

После подписания акта приёмки сооружение может быть введено в эксплуатацию в установленном порядке.

## **17. ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПЕРСОНАЛА**

### **17.1 Общие требования**

Работы по восстановлению, ремонту и усилению резервуаров, камер и кессонов по технологии АРМПАЙП должны выполняться квалифицированным персоналом, прошедшим соответствующую подготовку и допуск к работам повышенной опасности.

Персонал, привлекаемый к выполнению работ, должен:

- иметь профессиональную подготовку по соответствующим специальностям;
- пройти обучение и инструктаж по охране труда и технике безопасности;
- быть ознакомлен с требованиями настоящей ТК и ППР;
- иметь опыт выполнения работ в замкнутых пространствах (для соответствующих категорий работ).

### **17.2 Требования к инженерно-техническому персоналу**

Инженерно-технический персонал, осуществляющий организацию и контроль работ, должен:

- иметь профильное техническое образование;
- обладать опытом организации и контроля строительно-монтажных работ;
- знать технологию АРМПАЙП, принципы расчёта и конструктивные решения;
- обеспечивать соблюдение требований настоящей ТК и ППР.

Ответственные лица назначаются приказом и несут персональную ответственность за качество и безопасность выполняемых работ.

### **17.3 Требования к рабочему персоналу**

Рабочий персонал, выполняющий технологические операции, должен:

- пройти обучение работе с применяемыми материалами и оборудованием;
- иметь навыки работы со специализированным оборудованием для центробежного нанесения;
- быть допущен к работам в замкнутых пространствах и на высоте (при необходимости);
- применять средства индивидуальной защиты в соответствии с характером выполняемых работ.

Привлечение персонала, не соответствующего указанным требованиям, не допускается.

### **17.4 Подтверждение квалификации**

Подтверждение квалификации персонала осуществляется путём:

- наличия документов об обучении и аттестации;
- проведения вводного и целевого инструктажа;
- проверки знаний требований настоящей ТК и ППР.

Сведения о допуске персонала к работам фиксируются в установленном порядке и включаются в состав исполнительной документации.

## **18. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ И ОБРАЩЕНИЕ С ОТХОДАМИ**

### **18.1 Общие экологические требования**

При выполнении работ по технологии АРМПАЙП должны соблюдаться требования охраны окружающей среды, направленные на предотвращение негативного воздействия на почву, водные объекты и атмосферный воздух.

Работы должны организовываться таким образом, чтобы исключить:

- попадание загрязняющих веществ за пределы зоны производства работ;
- несанкционированные сбросы сточных и технологических вод;
- загрязнение прилегающих территорий и инженерных коммуникаций.

### **18.2 Предотвращение загрязнения окружающей среды**

В процессе выполнения работ должны быть предусмотрены мероприятия по:

- сбору и удалению загрязнённых вод, иловых и шламовых отложений;
- предотвращению проливов гео-композитных материалов и компонентов смесей;
- защите поверхностей и оборудования от загрязнения.

Все применяемые материалы должны использоваться в соответствии с технологическими регламентами, исключающими образование избыточных отходов и неконтролируемых выбросов.

### **18.3 Обращение с отходами**

Отходы, образующиеся при выполнении работ, подлежат сбору, временному хранению и утилизации в установленном порядке.

К отходам относятся:

- иловые и органические отложения, удаляемые при очистке сооружений;
- демонтированные элементы и загрязнённые материалы;
- остатки упаковки и вспомогательных материалов.

Обращение с отходами должно осуществляться с соблюдением требований действующего законодательства и локальных нормативных документов.

### **18.4 Обращение с остатками гео-композитных материалов**

Остатки гео-композитной двухкомпонентной нано-смеси и вспомогательных материалов подлежат утилизации в соответствии с требованиями технической документации и экологических регламентов.

Запрещается:

- слив остатков материалов в канализационные сети;
- захоронение материалов вне специально отведённых мест;
- неконтролируемое складирование отходов на территории объекта.

### **18.5 Экологический контроль и документирование**

В процессе выполнения работ должен осуществляться экологический контроль, включающий:

- контроль соблюдения установленных экологических требований;
- фиксацию фактов образования и передачи отходов;
- документирование мероприятий по охране окружающей среды.

Документы, подтверждающие соблюдение экологических требований и порядок обращения с отходами, включаются в состав исполнительной документации.

## **19. ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ КОНТРОЛЬ**

### **19.1 Общие положения**

Производственный контроль при выполнении работ по технологии АРМПАЙП осуществляется с целью обеспечения стабильного качества работ, соблюдения требований настоящей ТК, проектных решений и технологических регламентов.

Производственный контроль охватывает все этапы производства работ — от подготовки объекта до приёмки выполненных работ.

### **19.2 Организация производственного контроля**

Производственный контроль организуется подрядной организацией и осуществляется назначенными ответственными лицами.

В рамках производственного контроля должны быть обеспечены:

- контроль соблюдения технологии выполнения работ;
- контроль применения утверждённых материалов и оборудования;
- контроль соблюдения технологических режимов;
- контроль выполнения требований охраны труда и экологической безопасности.

Ответственные за производственный контроль назначаются приказом и несут персональную ответственность за результаты контроля.

### **19.3 Объекты производственного контроля**

Производственному контролю подлежат:

- состояние подготовленных поверхностей перед началом работ;
- монтаж и фиксация армирующей системы;
- процесс нанесения гео-композитной оболочки;
- соблюдение режимов нанесения, выдержки и твердения;
- фактические параметры сформированной оболочки;
- состояние применяемого оборудования.

Контроль осуществляется визуально, инструментально и документально в соответствии с требованиями настоящей ТК и ППР.

### **19.4 Документирование результатов производственного контроля**

Результаты производственного контроля подлежат обязательной фиксации и оформляются в установленном порядке.

В составе документации производственного контроля должны вестись:

- журнал производства работ;
- записи о выявленных отклонениях и принятых корректирующих мерах;
- подтверждения соответствия выполненных работ требованиям ТК;
- сведения о допуске к последующим этапам работ.

Документация производственного контроля является неотъемлемой частью исполнительной документации.

## 19.5 Корректирующие мероприятия

В случае выявления отклонений от требований настоящей ТК должны быть незамедлительно приняты корректирующие меры.

Работы, выполненные с нарушением технологии или требований контроля, подлежат:

- приостановке до устранения выявленных несоответствий;
- повторному контролю после выполнения корректирующих мероприятий.

Переход к последующим этапам работ допускается только после подтверждения устранения выявленных отклонений.

## 20. ПРИЛОЖЕНИЯ

Настоящий раздел содержит приложения справочного и расчётного характера, предназначенные для использования при разработке проектных решений, расчёте гео-композитной оболочки и оформлении исполнительной документации.

Приложения являются **неотъемлемой частью** настоящей технологической карты.

### ПРИЛОЖЕНИЕ А (рекомендуемое)

## Типовые расчётные примеры

### Назначение приложения

Приложение А содержит типовые расчётные примеры определения толщины и параметров гео-композитной оболочки АРМПАЙП для различных типов сооружений.

Примеры предназначены для:

- демонстрации методики расчёта;
- проверки корректности принятых проектных решений;
- использования в качестве ориентира при разработке расчётов на конкретный объект.

### Рекомендуемая структура Приложения А

#### А.1 Общие положения

- область применения примеров
- ограничения применимости

#### А.2 Исходные данные

- тип сооружения
- геометрические параметры
- глубина заполнения
- плотность рабочей среды

#### А.3 Расчётные предпосылки и допущения

- принятая расчётная схема
- коэффициенты условий эксплуатации

#### А.4 Расчёт несущей способности

- определение нагрузок
- расчёт напряжений
- определение минимальной толщины

#### А.5 Принятие проектного решения

- итоговая толщина
- комментарии

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б (рекомендуемое)

# Таблицы подбора толщины гео-композитной оболочки

### Назначение приложения

Приложение Б содержит ориентировочные таблицы подбора толщины гео-композитной оболочки АРМПАИП в зависимости от типа сооружения и расчетной глубины.

Таблицы используются:

- на стадии предварительного проектирования;
- при технико-экономических расчётах;
- для оценки объёмов материалов.

Табличные значения **не заменяют расчёт**, а служат ориентиром.

### Шаблон таблицы (пример)

#### Таблица Б.1 — Круглые резервуары

Расчётная глубина, м Диаметр резервуара, м Рекомендуемая толщина оболочки, мм

#### Таблица Б.2 — Прямоугольные резервуары

Глубина, м Размер панели, м Принятая схема Толщина оболочки, мм

## ПРИЛОЖЕНИЕ В (обязательное)

# Лист расчёта на объект

### Назначение

Лист расчёта на объект предназначен для фиксации всех исходных данных и результатов расчёта несущей способности гео-композитной оболочки для конкретного сооружения.

Лист является:

- обязательной частью исполнительной документации;
- основанием для приёмки работ;
- документом ответственности проектировщика/подрядчика.

## ШАБЛОН: ЛИСТ РАСЧЁТА НА ОБЪЕКТ

### 1. Общие сведения

- Объект: \_\_\_\_\_
- Назначение сооружения: \_\_\_\_\_
- Тип сооружения:  резервуар  камера  кессон
- Геометрия:  круглая  прямоугольная  комбинированная

### 2. Геометрические параметры

- Диаметр / размеры: \_\_\_\_\_
- Высота / глубина: \_\_\_\_\_
- Расчётный уровень жидкости: \_\_\_\_\_ м

### 3. Условия эксплуатации

- Плотность рабочей среды: \_\_\_\_\_ кг/м<sup>3</sup>
- Агрессивность среды:  да  нет
- Температурные условия: \_\_\_\_\_

### 4. Расчётные данные

- Принятая расчётная схема: \_\_\_\_\_
- Расчётное давление: \_\_\_\_\_
- Расчётное сопротивление материала: \_\_\_\_\_

### 5. Результаты расчёта

- Минимальная расчётная толщина оболочки: \_\_\_\_\_ мм
- Принятая проектная толщина: \_\_\_\_\_ мм
- Коэффициенты запаса: \_\_\_\_\_

### 6. Примечания

Расчёт выполнил: \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

Дата: \_\_\_\_\_