



## **ТЕХНОЛОГИЯ ГЕОТУБИРОВАНИЯ ПРИ СКЛАДИРОВАНИИ И ОБЕЗВОЖИВАНИИ ХВОСТОВ ОБОГАЩЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ И СТРОИТЕЛЬСТВО ОГРАЖДАЮЩИХ ДАМБ НА СЛАБЫХ ГРУНТАХ ОСНОВАНИЙ**

Докладчик:  
Семенова Ирина Владимировна,  
руководитель проектов  
ЗАО «ТЕХПОЛИМЕР»  
2024 г.



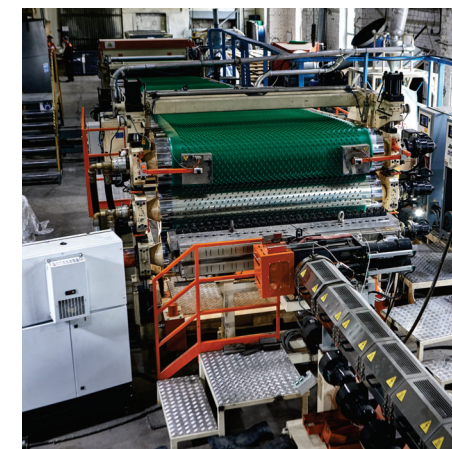
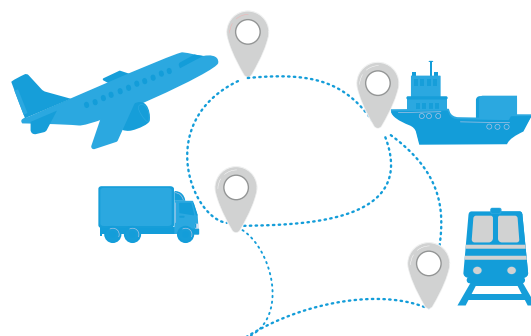


# ГРУППА КОМПАНИЙ «ТЕХПОЛИМЕР»

РАЗРАБАТЫВАЕМ И ПРОИЗВОДИМ ГЕОСИНТЕТИЧЕСКИЕ И КОМПОЗИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ МИРОВОГО УРОВНЯ

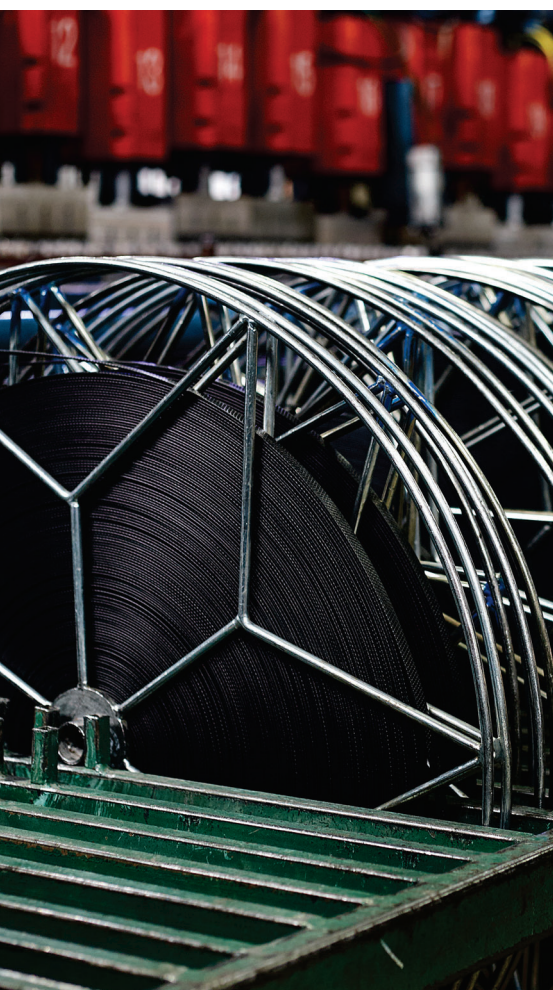
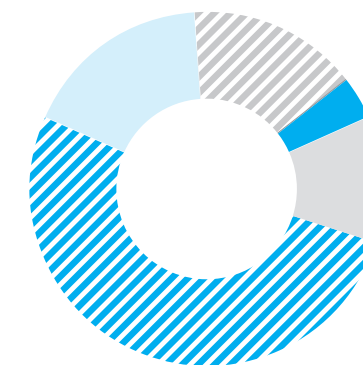
## ЛОГИСТИЧЕСКАЯ ДОСТУПНОСТЬ

Производственные площадки по всей России – гибкие сроки и оптимальная стоимость доставки продукции



## ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ

- Природоохранные сооружения
- Гидротехническое строительство
- Горнодобывающая промышленность
- Автодорожное строительство
- Нефтегазовый комплекс



### БОЛЕЕ 25 ЛЕТ НА РЫНКЕ

Высокая репутация нашей компании – гарантия надёжного сотрудничества

### КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД

Весь объём работ на объектах: от проектирования до строительства

### СЕРТИФИЦИРОВАННАЯ ПРОДУКЦИЯ

Ответственность за соответствие техническим стандартам и подлинность материалов

### 100% ПЕРВИЧНОЕ СЫРЬЁ

Высшее качество и долгий срок службы материалов в сложных условиях эксплуатации

### 39 ПАТЕНТОВ

Уникальность технических решений, успешная инновационная деятельность

### 250+ НАИМЕНОВАНИЙ ПРОДУКЦИИ

Постоянное развитие производства, широкий спектр областей применения материалов

### СОБСТВЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО

Геосинтетика отечественного производства по мировым стандартам на замену дорогостоящим импортным материалам

### СМК

Обеспечиваем стабильное качество продукции и услуг, соответствующее мировому уровню

Допуск СРО на объекты стоимостью до 10 млрд рублей, включая особо опасные и сложные объекты

ЕРС-контрактор – весь объём работ от проектного сопровождения объекта до успешной сдачи в эксплуатацию

#### ПРОЕКТИРОВАНИЕ

3 проектных института

#### ПРОИЗВОДСТВО

7 производственных площадок

#### КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА

Собственная лаборатория физико-механических испытаний с современным оборудованием

#### СТРОИТЕЛЬСТВО

Строительно-монтажная организация с собственным парком спецтехники и оборудования

ПОВЫШЕНИЕ УРОВНЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ – ОДИН ИЗ ПРИОРИТЕТОВ НАШЕЙ КОМПАНИИ

7



ЗАВОДОВ

85



ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЛИНИЙ

+1000  
СОТРУДНИКОВ



310000 М<sup>2</sup>  
ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПЛОЩАДЕЙ





# 1 ТЕМА: ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ГЕОТУБИРОВА- НИЯ ПРИ СКЛАДИРОВАНИИ И ОБЕЗВОЖИВАНИИ ХВОСТОВ ОБОГАЩЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Основным элементом технологии являются крупногабаритные геотекстильные контейнеры ГЕОТУБЫ – это высокоэффективные фильтрующие тканые системы из геосинтетического полотна, которые задерживают пульпу внутри себя, в то время как вода проходит через их стенки. Геотубы, заполненные хвостами, устойчивы к биологическому и химическому воздействию щелочей и кислот.

Метод складирования хвостов в сухом виде по технологии геотубирования

- не требует капитальных затрат
- используется на отведенных землях хвостохранилищ
- не требует экспертизы
- исключает деградацию, эрозию и загрязнение окружающей среды
- позволяет легко рекультивировать отвал покрытием растительного грунта





## ТЕХНОЛОГИЯ ГЕОТУБИРОВАНИЯ ЦЕЛЕСООБРАЗНА

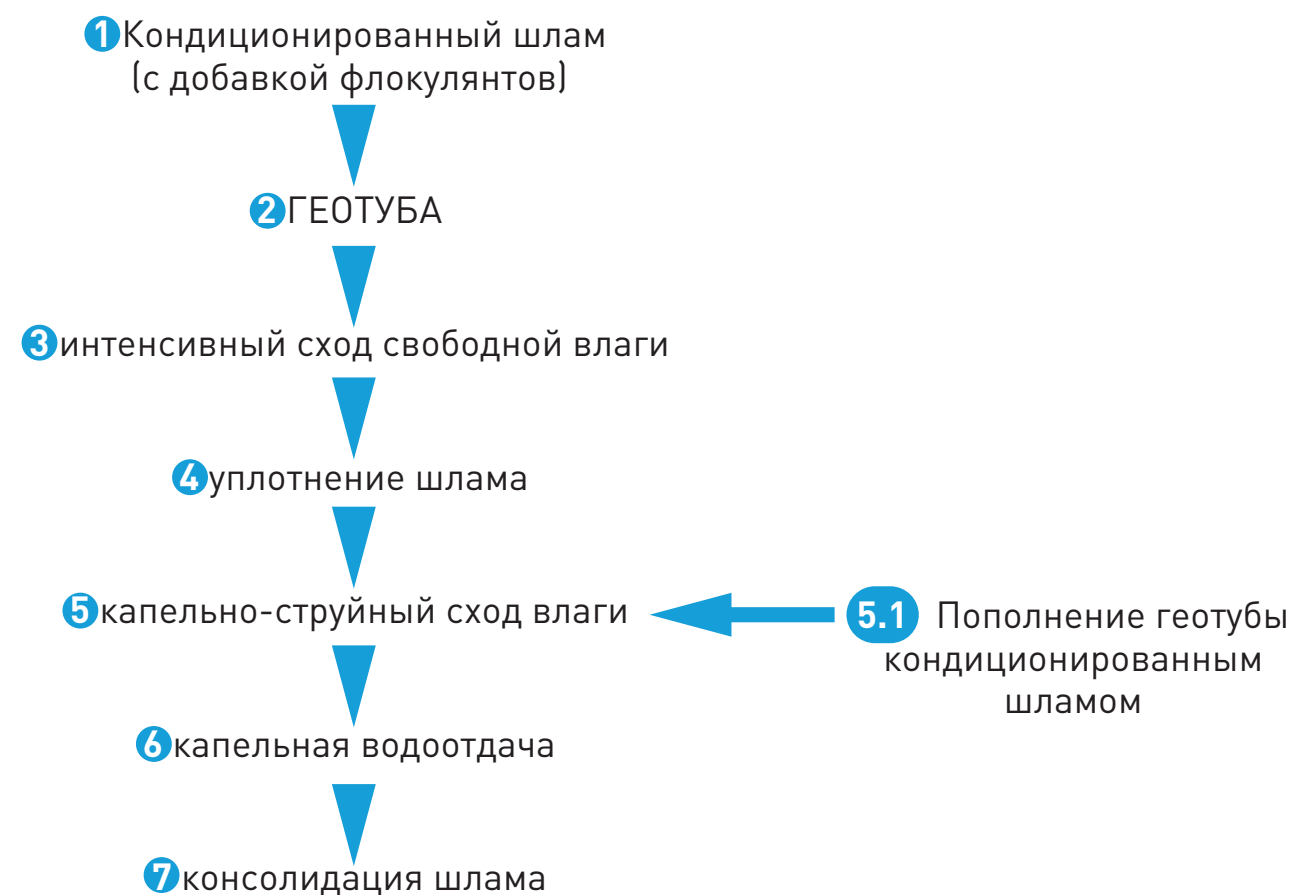
- при работе комплекса обработки полезных ископаемых сезонного типа – в период положительных температур
- для оперативного запуска фабрики в теплый период
- для обеспечения безопасного складирования хвостов в условиях дефицита свободного места в ёмкости хвостохранилища

Для сухого складирования требуется минимальная площадь и самая высокая степень извлечения воды. За счет высоты складирования, технология геотубирования позволяет сократить до 1/8-й площади размещения, необходимой для обычных способов складирования.

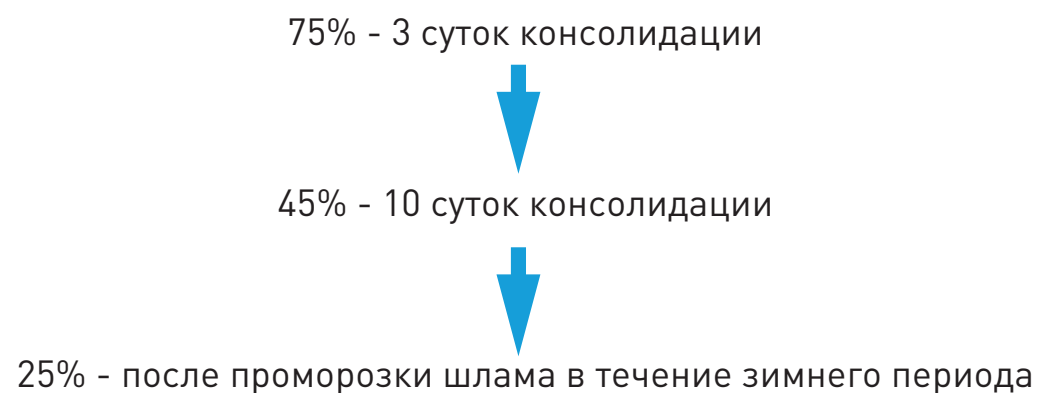




## СТАДИИ ОБЕЗВОЖИВАНИЯ



### ОСТАТОЧНАЯ ВЛАЖНОСТЬ ШЛАМА



Для оптимального обезвоживания необходимо соблюдать важные условия:

- применение флокулянта с подбором оптимальной концентрации раствора,
- соблюдать гидравлическую нагрузку (на один геоконтейнер – 200 м³/ч),
- при расходе пульпы в объеме до 900 м³/ч, одновременно производить наполнение не менее 4-х геоконтейнеров



## СКЛАДИРОВАНИЕ ХВОСТОВ В ГЕОТУБЫ

Укладка отвальных хвостовых продуктов обогащения в непрерывном режиме в течении летнего периода на комплексе обработки сезонного типа на промышленной площадке Мирнинско-Нюрбинского ГОКа





## ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

### ХВОСТОВОЙ ПРОДУКТ:

- плотность 1,05 – 1,12;
- объемное содержание твердого в составе 8-10%;
- в составе твердого 80% - тонкодисперсные шламы глинистого происхождения;
- объем перекачиваемых хвостов 900 – 1100 м<sup>3</sup>/час;
- обратная вода минерализацией 12-15 г/л сульфатно-хлоридно-натриевого состава.

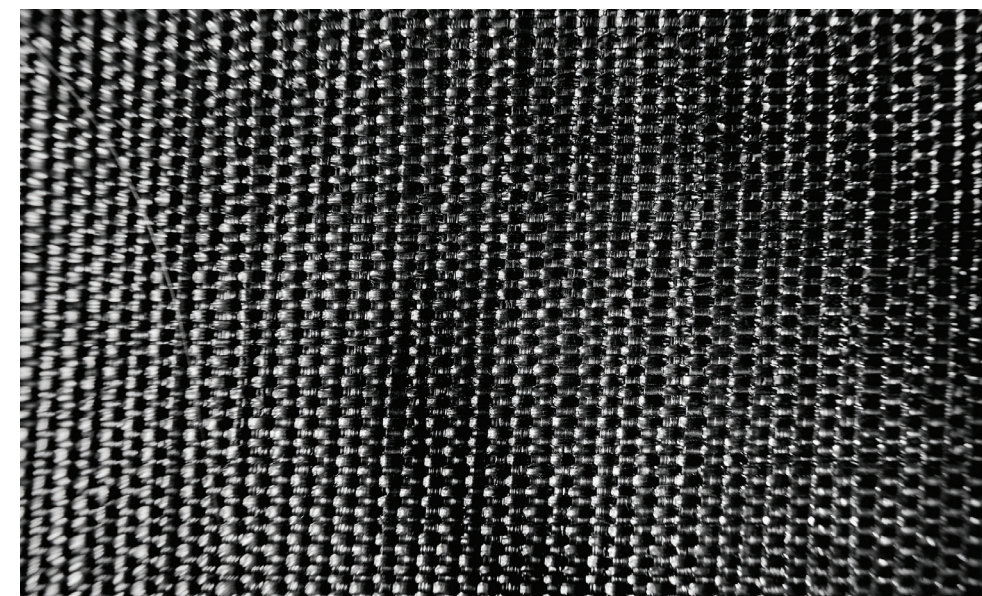
### ПРИМЕНЯЕМЫЙ ФЛОКУЛЯНТ: NALCO OPTIMER 827LQ.04R (АНИОННЫЙ)

- Расход сухого флокулянта в пересчете на исходное питание составил 150 г/т.с.в

### ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРИМЕНЯЕМЫХ ГЕОТЕКСТИЛЬНЫХ КОНТЕЙНЕРОВ (ГЕОТУБ)

200 геотуб объемом 1000 м<sup>3</sup> и 20 геотуб объемом 500 м<sup>3</sup>;

- прочность геоткани, из которой сшиты геоконтейнеры, на разрыв  $\leq 120$  кН/м;
- размерность пор – 350-500 мкн





## ПОДКЛЮЧЕНИЕ ГЕОТУБ НА ПРОМПОЩАДКЕ МИРНИНСКО-НЮРБИНСКОГО ГОКА

- Подключение геотуб к основному пульпопроводу и их заполнение производилось с помощью плоско сворачиваемых пожарных гибких рукавов диаметр 150 мм, длина 20 м.
- Пожарные рукава крепятся к запорной арматуре с помощью усиленного хомута.
- На другом конце пожарного рукава также с помощью хомутов закреплялся коленчатый патрубок, который вставлялся в питающий порт геотубы.





## КОНТРОЛЬ ПОДКЛЮЧЕНИЯ ГЕОТУБ

- Для контроля наполнения одного или нескольких геотуб на распределительных рукавах разводной системы между X-образным соединением и входным клапаном в геотубу производится установка запорной арматуры (дисковый затвор).
- По мере наполнения геотубы затвор на входной напорной трубе перекрывают и открывают затвор на входной трубе в следующую геотубу. При помощи затвора производят регулирование скорости подачи пульпы, приводя ее в соответствие со скоростью обезвоживания.



Магистральный пульпопровод

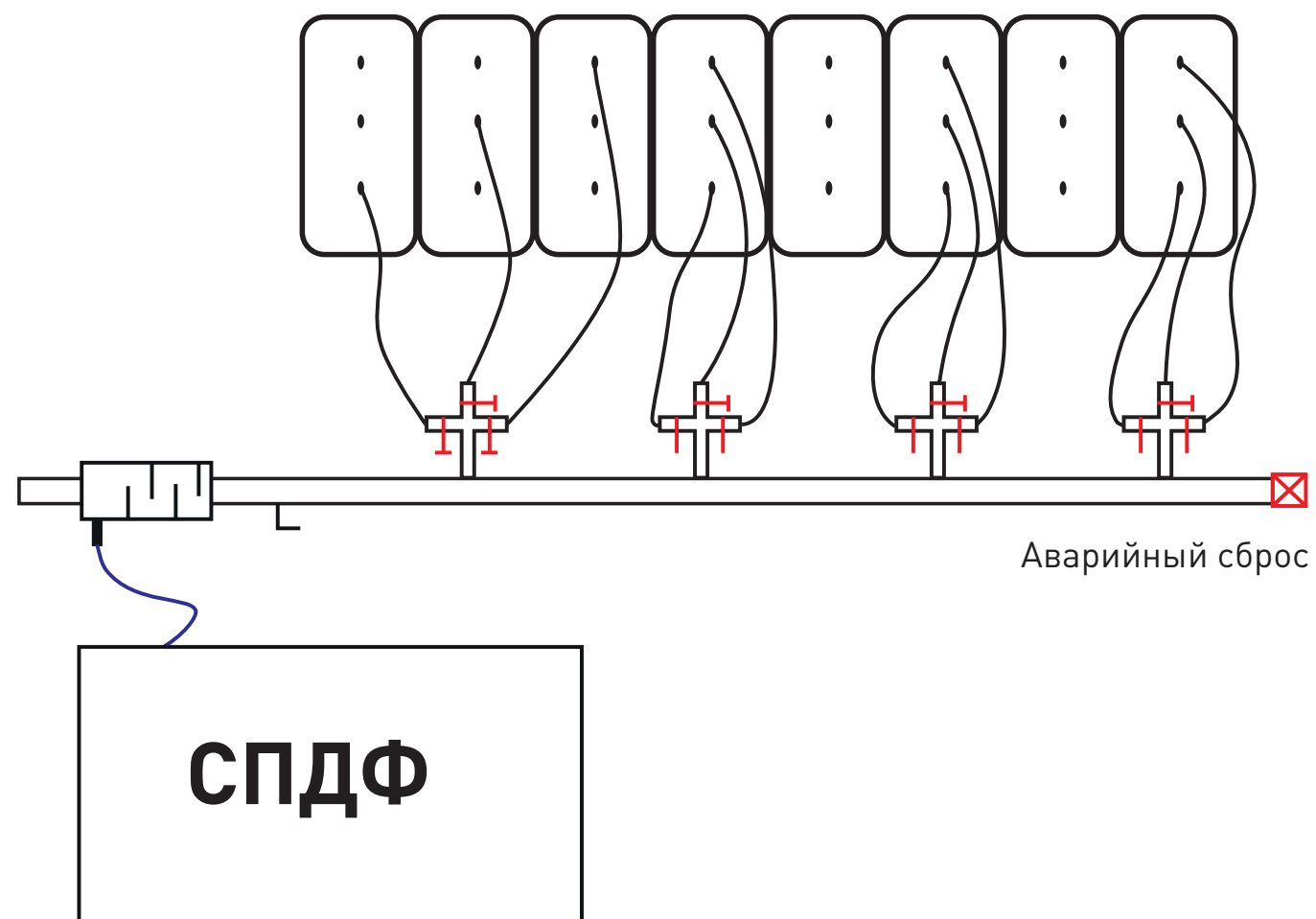


Врезка и монтаж запорной арматуры



## СТАНЦИЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ И ДОЗИРОВАНИЯ РАСТВОРА ФЛОКУЛЯНТА (СПДФ)

Перед подачей на обезвоживание в геотубы, хвостовые продукты кондиционировались раствором флокулянта, который готовился в станции приготовления и дозирования раствора флокулянта (СПДФ). Время приготовления раствора флокулянта 30 мин.



Станция СПДФ представляет собой стандартный транспортный 40 футовый контейнер, в котором установлено оборудование для приготовления и дозирования раствора флокулянта





## СПЕЦИФИКАЦИЯ И РАБОТА СТАНЦИИ СПДФ:

- насос-дозатор производительностью 20 м<sup>3</sup>/ч;
- противодавление 20 бар – 1 шт;
- емкости с перемешивающим устройством по 4,5 м<sup>3</sup> каждая – 4 шт;
- узел смешения флокулянта;
- запорная разделительная арматура;

Потребление электроэнергии СПДФ составило 40 кВт\*ч.

СПДФ производила работы в автоматическом режиме после ввода необходимых параметров. Четыре ёмкости позволяют производить закачку пульпы непрерывно.

После проведения первичного цикла наполнения геотекстильного контейнера до максимальной высоты наполнения, производился перерыв.

Обезвоживание хвостовых продуктов происходило в течении 8 – 12 часов, после цикл наполнения повторялся, с доведением до максимальной высоты.

Время заполнения – 24 ч.

Суммарное время с подкачками 63 ч.

Допустимая высота закачки 2,2 м.





## ПЛАНИРОВКА ТЕРРИТОРИИ И ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ

! Планировка территории для размещения крупногабаритных геотекстильных контейнеров является обязательной процедурой

- Планировка предотвратит сползание (скручивания, скатывания) контейнеров на стадии первичного заполнения.
- Оптимальным для размещения геотекстильных контейнеров является спланированное основание с поперечным и продольным уклонами не более 0,15%.



! В процессах обезвоживания шламов снижение температуры наружного воздуха приводит к снижению скорости приготовления рабочего раствора флокулянта, снижается скорость фильтрации воды и снижается скорость реакции молекул флокулянта с частицами шлама

- При проведении работ температура воздуха в дневные часы не опускалась ниже 15° С, что позволило производить работы в нормальном режиме. Понижение температуры наблюдалось только в начале сентября в ночные и предутренние часы до -3° С.
- Расход раствора флокулянта в период понижения температур увеличивался на 20-30%.





## ВЫВОДЫ

1. Обезвоживание хвостовой пульпы при положительных температурах окружающей среды с применением геотуб является высокоэффективным в плане получения сухого остатка и экономии места складирования.
2. Обезвоживание хвостовой пульпы до влажности не выше 75% происходит в течение первых суток (стадия первичной консолидации) после прекращения закачки; на 10 сутки консолидации полученное шламовое тело имеет остаточную влажность порядка 45-58%.

Влажность обезвоженного шлама после зимнего промораживания – 25%.





## 2 ТЕМА: СТРОИТЕЛЬСТВО ОГРАЖДАЮЩИХ ДАМБ НА СЛАБЫХ ГРУНТАХ ОСНОВАНИЙ

### ПРОБЛЕМА:

При сжатых сроках строительства низкая водопроницаемость слабых грунтов приводит к избыточному давлению воды в порах под действием веса земляного полотна, что замедляет осадку насыпи и грозит потерей устойчивости основания.

### РЕШЕНИЕ:

Повышения несущей способности основания по технологии вертикального дренирования

**ЦЕЛЬ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ВЕРТИКАЛЬНОГО ДРЕНИРОВАНИЯ** - снижение времени консолидации грунтов основания насыпи.





## ТЕХНОЛОГИЯ ВЕРТИКАЛЬНОГО ДРЕНИРОВАНИЯ

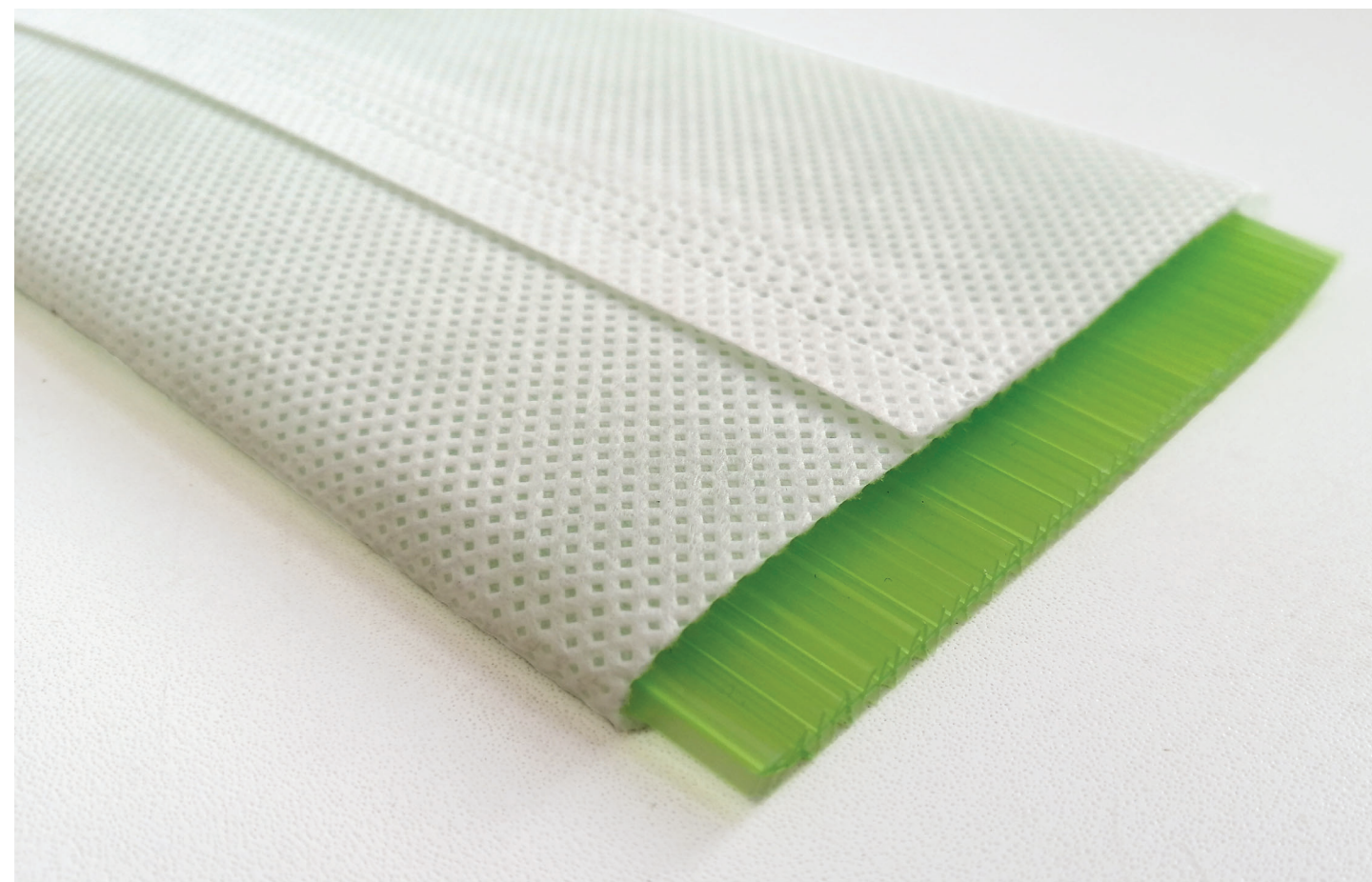
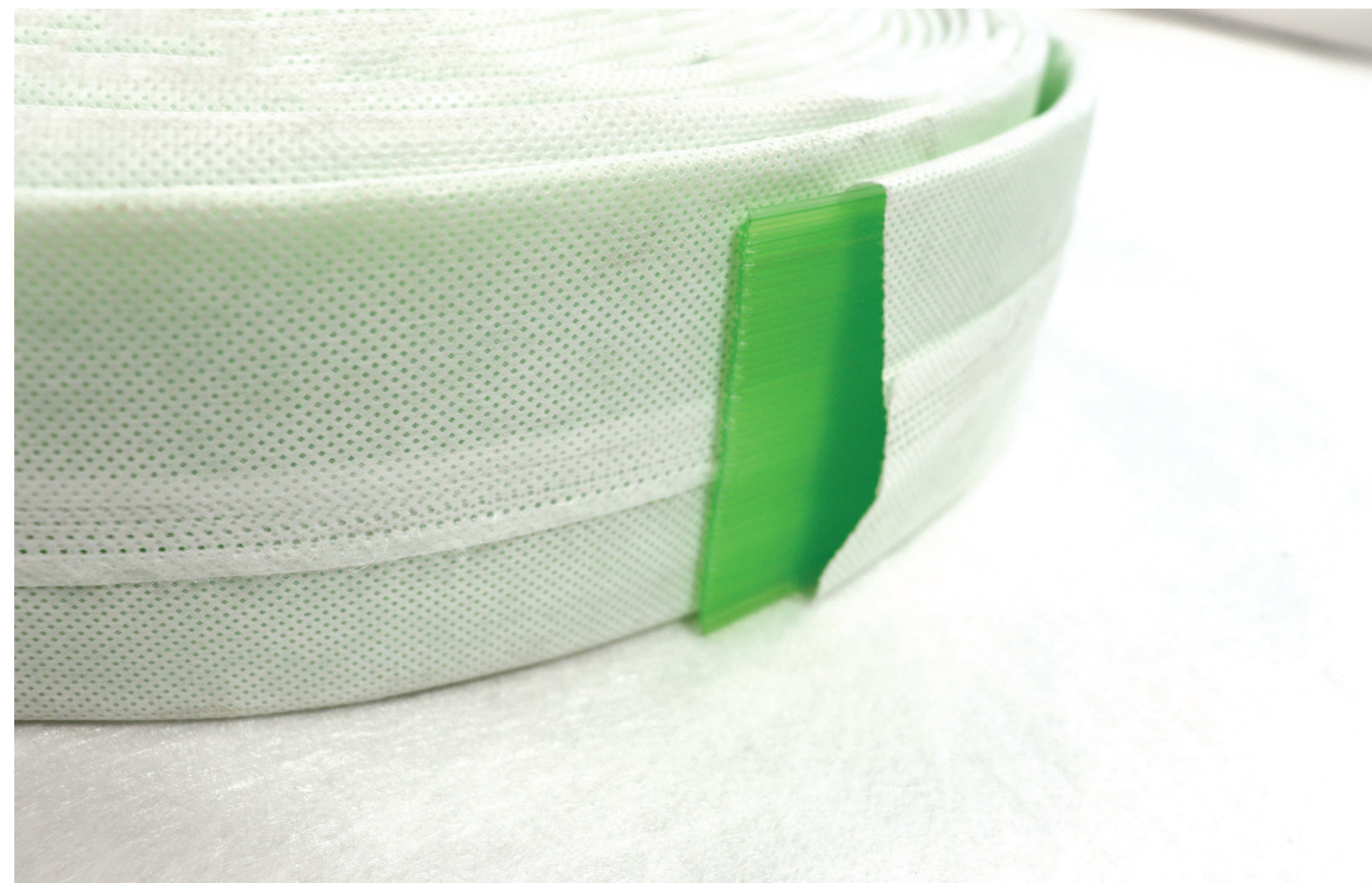
Основным элементом технологии является вертикальная геодрена.

**ВЕРТИКАЛЬНАЯ ГЕОДРЕНА** представляет собой ленточный материал, имеющий гибкий полимерный сердечник, окружённый износостойким фильтром из нетканого геотекстиля, который защищает сердечник от проникающих частиц грунта.

**ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ ГЕОДРЕНА** заключается в снижении избыточного порового давления в процессе отсыпки.

Технология позволяет сократить время осадки с нескольких лет или даже десятилетий до полугода и менее.

- вертикальные ленточные геодрены устанавливаются по всей площади основания насыпи через рабочую платформу из дренирующего грунта
- рабочая платформа отсыпается из песка с  $K$  фильтрации не менее 3 м/сутки, толщиной слоя 800 мм
- рабочая платформа может быть усилена высокопрочным тканым геополотном, в этом случае ее толщина может быть снижена до 500 мм





## МОНТАЖ ОБОРУДОВАНИЯ

**УСТАНОВКА ДАТЧИКОВ КОНТРОЛЯ** для определения достижения расчетного значения порового давления.





## ТЕХНОЛОГИЯ ПОГРУЖЕНИЯ ЛЕНТОЧНЫХ ДРЕН

**! Шаг установки геодрен зависит от К фильтрации грунтов, а глубина от мощности влагонасыщенных грунтов. Чем меньше расстояние между вертикальными геодренами, тем меньше время консолидации.**

- Катушка геодрены устанавливается на навесное оборудование Stitchee на базе гусеничного экскаватора, конец ленты геодрены пропускается в обсадную трубу – мандрель.
- Мандрель погружается в грунт методом статического вдавливания, пока не достигнет проектного положения.
- Дрена, выступающая из нижнего конца стальной мандрели, соединяется с анкерным устройством, которое позволяет закрепить дренаю в слабом грунте на нужной глубине, после чего мандрель извлекается из грунта, а геодрена остается в грунте.
- Выступающая над поверхностью геодрена обрезается с небольшим запасом (30 см).

Ход работ по погружению дрен фиксируется в журнале производства работ.

В случае замораживания рабочей платформы на глубину более 10 см требуется лидерное бурение. Других дополнительных зимних мероприятий в процессе погружения дрен и консолидации не требуется.





# ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВЕРТИКАЛЬНОГО ДРЕНИРОВАНИЯ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ОГРАЖДАЮЩЕЙ ДАМБЫ ШЛАМОХРАНИЛИЩА УСОЛЬСКОГО КАЛИЙНОГО КОМБИНАТА

## ПРОБЛЕМА:

- основание дамбы представлено водонасыщенными грунтами
- неизбежны деформации грунтовых масс при их нагружении

## РЕШЕНИЕ:

Произведены расчёты и анализ постепенной стабилизации грунта во времени при давлении от сооружения и времени рассеивания избыточного порового давления, которое так же образуется при нагружении.

Расчёты и анализ показал, что технология вертикального дренирования позволит сократить срок строительства ограждающей дамбы на несколько месяцев нежели при её строительстве без проведения геотехнических мероприятий.

## ТЕХНОЛОГИЯ АКТУАЛЬНА

- для регионов с коротким строительным сезоном
- при сжатых сроках строительства





# ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ ИЛИ РЕКУЛЬТИВАЦИИ НАЛИВНОГО ХВОСТОХРАНИЛИЩА

Ликвидация и рекультивация наливного хвостохранилища имеет несколько способов реализации.

**ВАРИАНТ 1:** отсыпка скальником.

## РИСКИ:

В старом хвостохранилище можно довольно быстро достигнуть предельной нагрузки на ограждающую дамбу, а это может привести к разрушению сооружения с выпором грунта основания.

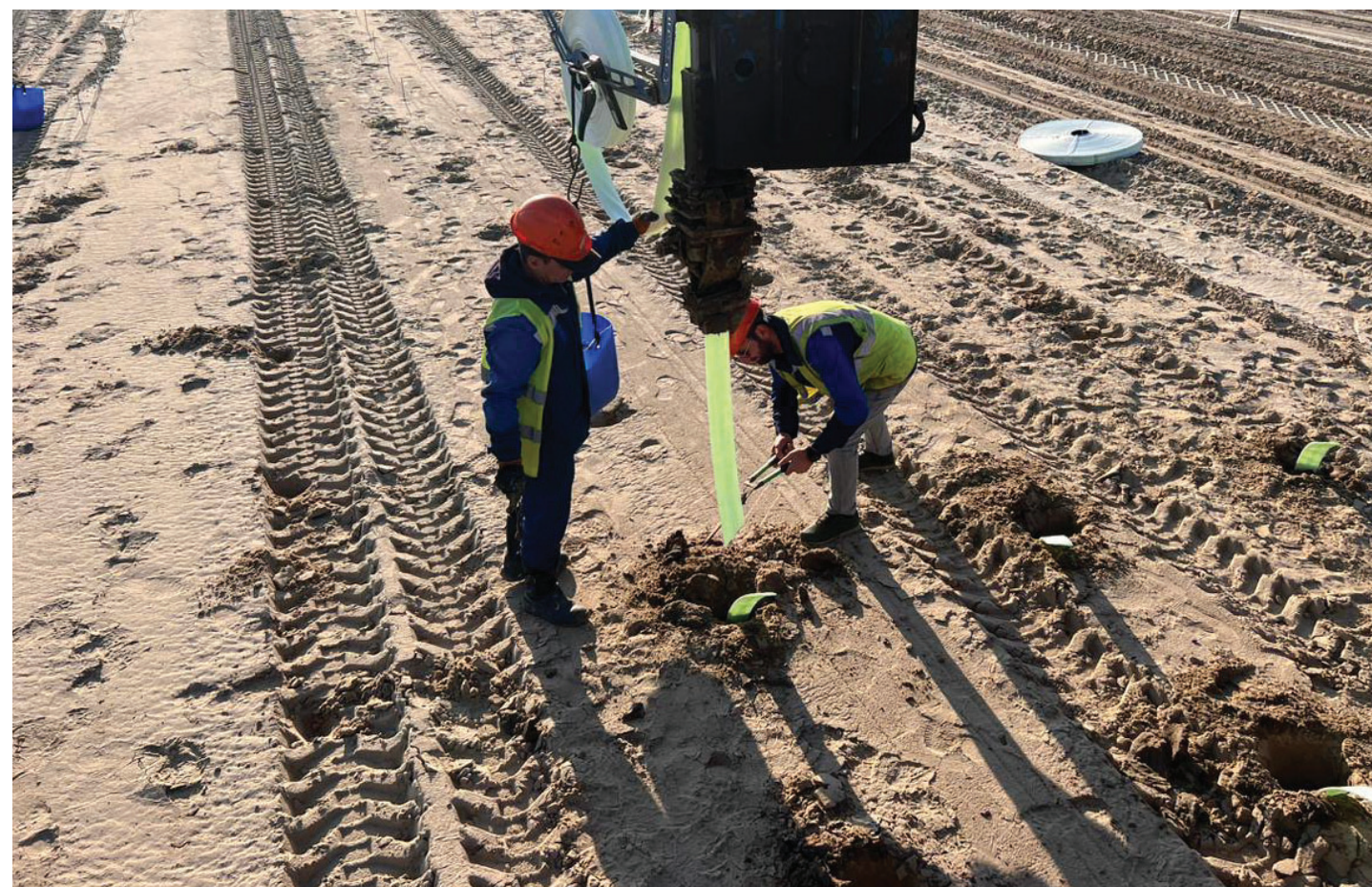
**ВАРИАНТ 2:** применить технологию вертикального дренирования (такой вариант может позволить выполнить в карте хвостохранилища устройство, например, склада кека)

## РЕАЛИЗАЦИЯ ИДЕИ:

- 1.устройство временной дороги из скальника на территории карты
- 2.вертикальное дренирование поля
- 3.рассеивание порового давления
- 4.повышение устойчивости основания в карте хвостохранилища
- 5.постепенно в карте размещаем кек

Используя программно-расчетный комплекс типа «Плаксис» при наличии качественных инженерно-геологических, гидрогеологических изысканий можно спрогнозировать на какую высоту наращивать отвал в карте хвостохранилища при конкретном расположении геодрен.

При актуальности этого вопроса, совместными усилиями со специалистами «ТЕХПОЛИМЕР» можно погрузиться в эту задачу, увеличить несущую способность хвостов за счет использования вертикальных дрен и использовать карту хвостохранилища в качестве площадки для складирования кека.







 **ТЕХПОЛИМЕР**  
группа компаний



[TEXPOLIMER.RU](http://TEXPOLIMER.RU)

г. Красноярск  
+7 (391) 205-25-45

г. Москва  
+7 (495) 179-35-55

г. Краснодар  
+7 (918) 410-41-21

[info@texpolimer.ru](mailto:info@texpolimer.ru)