



ТЕХНОЛОГИЯ УКРЕПЛЕНИЯ ГРУНТОВ КОМПЛЕКСНЫМИ МИНЕРАЛЬНЫМИ ВЯЖУЩИМИ- АСПЕКТЫ КАЧЕСТВА

29.09.2022
г. Москва



Укрепление/Стабилизация грунтов С применением комплексных минеральных вяжущих

ТЕХНОЛОГИЯ
УКРЕПЛЕНИЯ ГРУНТОВ
С ПРИМЕНЕНИЕМ СПЕЦИАЛЬНЫХ

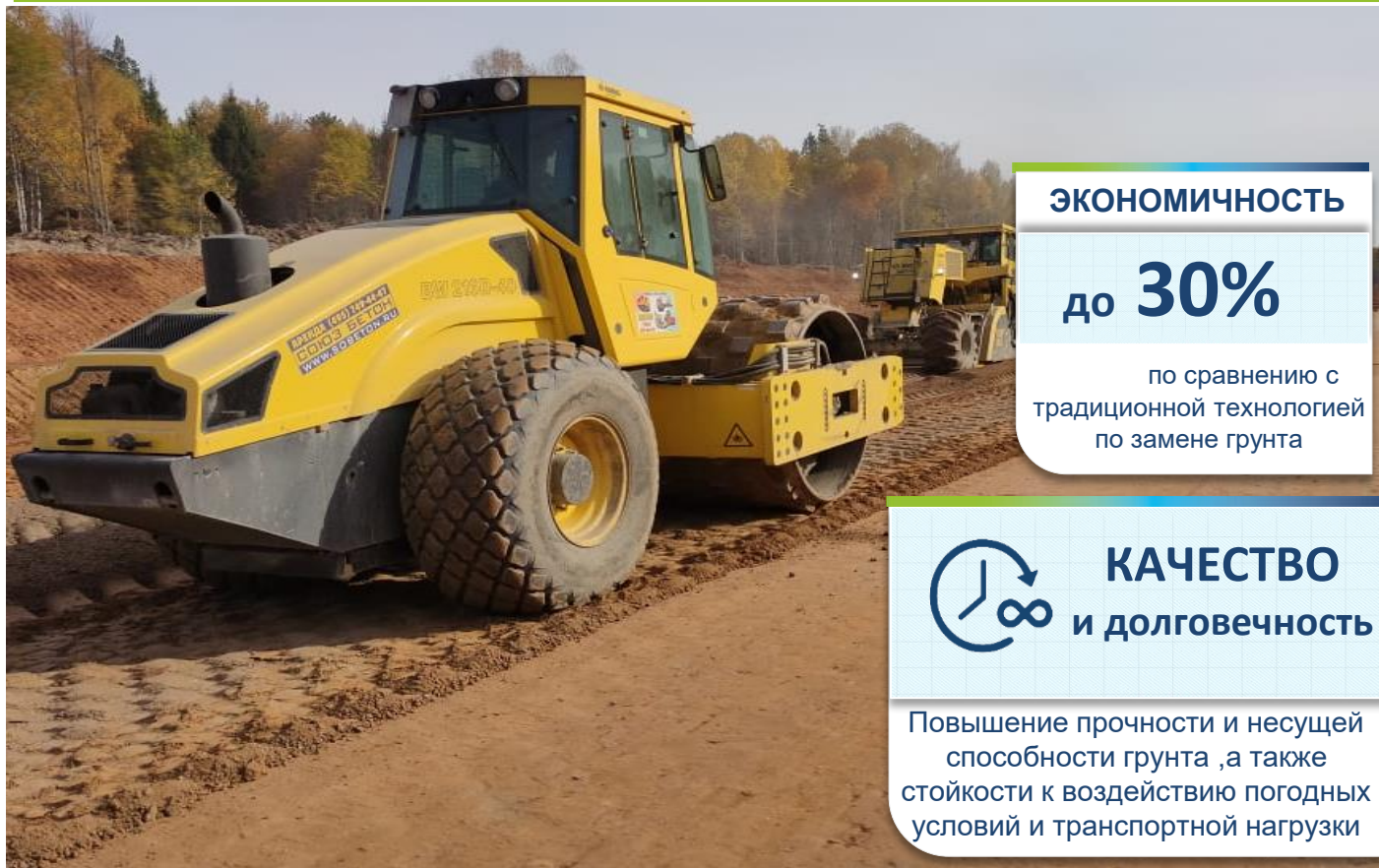
**КОМПЛЕКСНЫХ
МИНЕРАЛЬНЫХ ВЯЖУЩИХ**

ПРИДАЕТ МЕСТНЫМ (В Т.Ч.
ТЕХНОГЕННЫМ) ГРУНТАМ
СВОЙСТВА ГРУНТОБЕТОНОВ
ДЛЯ ВОЗМОЖНОСТИ
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИХ КАК СЛОЕВ
ОСНОВАНИЯ, **ПОВЫШАЕТ**
НЕСУЩЮЮ СПОСОБНОСТЬ И
ДОЛГОВЕЧНОСТЬ СЛОЕВ
ОСНОВАНИЯ ИЗ МЕСТНОГО
ПРИРОДНОГО ГРУНТА И
СУЩЕСТВЕННО **СНИЖАЕТ**
ОБЪЕМЫ ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ



Укрепление/Стабилизация грунтов

Основные преимущества технологии



Производительность
1 звена

4500-8000 м²

в сутки, при максимальной
оптимизации процесса
строительства

ЭКОНОМИЧНОСТЬ

до 30%

по сравнению с
традиционной технологией
по замене грунта



КАЧЕСТВО
и долговечность

Повышение прочности и несущей
способности грунта, а также
стойкости к воздействию погодных
условий и транспортной нагрузки

СОКРАЩЕНИЕ
СРОКОВ
СТРОИТЕЛЬСТВА

За счет использования
местного грунта

Комплексные минеральные вяжущие

Состав вяжущих и требования к грунтам

Основные компоненты КМВ	Требования к грунтам	Типы грунтов, подлежащих укреплению	Требования к качеству КМВ
Портладцемент + Минеральный компонент Доменный гранулированный шлак Пуццоланы Зола-уноса Обожженный сланец Белитовый шлам Известняк Золошлаковые смеси Пыль-уноса вращающихся печей цементного производства Известь негашеная, гашеная	Любые грунты , при оптимальной влажности, содержания песчаных частиц не менее 40 % по массе и пределом текучести WL не более 50 % , а также все разновидности крупнообломочных и песчаных грунтов, содержащих в своем составе пылеватые и глинистые частицы диаметром менее 0,05 мм в количестве не менее 15 % по массе , с содержанием легкорастворимых солей - сульфатов - не более 2 % по массе, хлоридов - не более 4 % по массе, гумуса - не более 2 % по массе и примеси гипса - не более 10 %..	-глинистые (супеси, суглинки, глины) -пески -крупнообмолочные +переувлажненные допускается корректировка гранулометрического состава грунта обогащением глинистыми грунтами, природными или дроблеными песками, а также крупнообломочными грунтами	Требования к качеству КМВ Приемка партиями по ГОСТ 30744-2001 Остаток на сите Сроки начала и конца схватывания Прочность на сжатие в возрасте 2 суток (+проектная) Аэфф - не реже 1 раза в год или при изменении добавки или поставщика

Проект ГОСТ Р «Дороги автомобильные общего пользования. Комплексные минеральные вяжущие для стабилизации и укрепления грунтов»

Текущая редакция

КМВ получают путем **совместного и/или отдельного помола компонентов**, в случае отдельного помола компонентов - с последующим тщательным перемешиванием измельченных или дисперсных продуктов в смесителях, обеспечивающих выпуск однородной продукции. КМВ должны быть изготовлены в заводских условиях и поставляться в готовом для применения виде

Тип КМВ	Вещественный состав КМВ, % массы ¹⁾													Вспом. Ком-ты
	Основные компоненты (только основные компоненты указываются в паспорте на КМВ)													
	Цементный клинкер	ДГШ / ЭТФШ	Пуццолана	Глиеж	Зола-уноса	Микро-кремзем	Обожженный сланец	Белитовый шлам	Известняк	Золашлаковые смеси	Пыль-уноса	Известь гидратная	Известь негашеная	
	Кл	Ш	П	Г	З	Мк	С	Бш	И	ЗШС	Пу	Иг	Ин	
М	Не менее 10	0-90											0-10	
Н	Не менее 20	0-80											-	0-10

¹⁾Значения относятся к сумме основных и вспомогательных компонентов (кроме гипса), принятой за 100 %

- **Медленнотвердеющее (М)** комплексное минеральное вяжущее – R_{сж} 56 сут
- **Нормальнотвердеющее (Н)** комплексное минеральное вяжущее – R_{сж} 7 и 28 сут

Класс и вид КМВ	Тонкость помола. Остаток на сите с размером ячеек 0,09 мм, %, не более	Начало схватывания, мин	Равномерность изменения объема, мм, не более
5,0М; 12,5М; 22,5М; 32,5М	15	Не ранее 150	30
12,5Н; 22,5Н; 32,5Н I		Не ранее 90	10
32,5Н II		Не позднее 90	30

Осушение и укрепление участка с переувлажненными грунтами С применением КМВ DOROMIX SPECIAL III CL-Q 60

СУГЛИНОК ЛЕГКИЙ ПЕСЧАНИСТЫЙ,
МЯГКОПЛАСТИЧНЫЙ

Естественная влажность, % **32**
Число пластичности, % **9,8**
Оптимальная влажность, % **12,4**

Заданные параметры

Требуемый коэф уплотнения **0,98**
Значение измеренного модуля, МПа **44**
Значение E_{v2} , МПа **≥ 96**
 E_{v2}/E_{v1} **≤ 2,5**

Результаты после применения КМВ

Фактическая плотность, г/см³ **2,11**
Коэф. уплотнения **0,98**
Значение E_{v2} , МПа **среднее 110**
 E_{v2}/E_{v1} **≤ 2,5**
Время выдержки грунта,
обработанного КМВ до уплотнения, мин **60-90**



Решение для технологии укрепления/стабилизации грунтов С применением комплексных минеральных вяжущих



Порядок действий при использовании технологии укрепления грунтов С применением комплексных минеральных вяжущих DOROMIX

1. ОБСЛЕДОВАНИЕ СУЩЕСТВУЮЩЕГО УЧАСТКА УКРЕПЛЕНИЯ\СТАБИЛИЗАЦИИ
- 2. ОТБОР ПРОБ ГРУНТА ДЛЯ ПОДБОРА СОСТАВОВ**
3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОДУЛЯ УПРУГОСТИ ПОД ЗАПЛАНИРОВАННЫМ К УКРЕПЛЕНИЮ СЛОЕМ
4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ (С УЧЕТОМ УКРЕПЛЕНИЯ ГРУНТА)
- 5. ПОДБОР СОСТАВА СМЕСИ**
- 6. УСТРОЙСТВО ПРОБНОГО УЧАСТКА (ПРОВЕРКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЯЖУЩЕГО)**
7. ПРОИЗВОДСТВО РАБОТ (+КОНТРОЛЬ ОСНОВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА)
8. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА В ПРОЕКТНОМ ВОЗРАСТЕ



Подбор типа КМВ и его дозировки

Отбор проб, ФМИ грунта и укрепленного грунта

Подбор составов и дозировок КМВ

1. Получение исходных данных по проекту, ИГИ
2. Отбор проб на объекте
3. Определение ФМ свойств грунтов
4. Определение перечня дозировок КМВ для испытаний
5. ФМИ грунтов, обработанных КМВ
6. Сравнительный анализ результатов и выбор оптимального типа и дозировки

ОТБОР ПРОБ ГРУНТОВ

Для **определения необходимого количества проб** и расположения точек отбора проб необходимо руководствоваться требованиями **ГОСТ 32868-2014**

Отбор проб проводится в соответствии с ГОСТ 12071-2014 и регистрируется в Акте отбора проб

Количество грунта по массе для каждой пробы рассчитывается исходя из перечня необходимых испытаний



КМВ подбирается под конкретный грунт

ФМИ грунта и укрепленного грунта



ИСПЫТАНИЯ ГРУНТОВ

Зерновой состав

Естественная влажность

Максимальная плотность при оптимальной влажности

Влажность грунта на границе текучести и границе раскатывания

Плотность грунта

Плотность сухого скелета

Степень пучинистости

Содержание органического вещества

Ёмкость катионного обмена (МВУ)

Кислотность (рН среды)

ИСПЫТАНИЯ ГРУНТОВ, ОБРАБОТАННЫХ КМВ

Максимальная плотность при оптимальной влажности

Прочности на сжатие и изгиб / раскалывание

Морозостойкость

Водостойкость

Усадка

Плотность грунта

Пластичность грунта

Модули упругости и деформации (на объекте)

Производство работ по укреплению грунта с применением КМВ

Операционный и приемочный контроль качества

Контроль качества при ПНР

- Естественная **влажность**
- Дозировка КМВ** (брезент-тест после прохода распределителя)
- Влажность смеси
- Визуальный осмотр фракции обработанного КМВ грунта (из под ресайклера)
- Контроль глубины погружения ресайклера
- Контроль уплотнения** (метод режущего кольца по ГОСТ 5180 -2015)

Акт пробного уплотнения!

Дополнительно:
Формовка образцов УГ (на объекте/в лаборатории) в соотв с НТД и испытания в возрасте 7, 28 сут

Операционный контроль

- Фактическая **влажности грунта, обработанного КМВ** (методом высушивания до постоянной массы и коррелируются результатами, полученными с полевого влагомера "SM - 150 " или его аналога)
- Визуальный осмотр фракции обработанного КМВ грунта** (из под ресайклера)

Для подтверждения характеристик уложенного слоя необходимо каждые 40000м² производить отбор проб (не менее 45кг) для испытаний на сжатие изгиб и морозостойкость



Приемочный контроль

Определение модуля упругости, модуля деформации и модульного коэффициента
ОДМ 218.5.007-2016

Степень уплотнения считается достаточной если модульный коэффициент менее или равен 2,5

Производство работ по укреплению грунта с применением КМВ

Операционный и приемочный контроль качества





HOLCIM

Хрищатая Екатерина

+7 961 080 55 09

ekaterina.khrischataya@lafargeholcim.com