



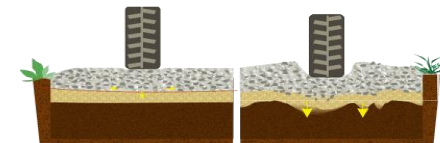
Применение комплексных минеральных вяжущих (КМВ) для технологии укрепления грунтов при строительстве автомобильных дорог

Анна Ружицкая

Руководитель отдела технического маркетинга, менеджер по продуктам в навале
LafargeHolcim (Россия) / руководитель подкомитета по ТР КДС НО СОЮЗЦЕМЕНТ



Технология плоскостного укрепления грунта



ТЕХНОЛОГИЯ УКРЕПЛЕНИЯ **ГРУНТА С ПРИМЕНЕНИЕМ СПЕЦИАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСНЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ СМЕСЕЙ ПРИДАЕТ МЕСТНЫМ (В Т.Ч. ТЕХНОГЕННЫМ) ГРУНТАМ СВОЙСТВА ГРУНТОБЕТОНОВ** ДЛЯ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИХ КАК СЛОЕВ ОСНОВАНИЯ, ПОВЫШАЕТ НЕСУЩУЮ СПОСОБНОСТЬ И ДОЛГОВЕЧНОСТЬ СЛОЕВ ОСНОВАНИЯ **ИЗ МЕСТНОГО ПРИРОДНОГО ГРУНТА И СУЩЕСТВЕННО СНИЖАЕТ** ОБЪЕМЫ ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ



Преимущества технологии укрепления грунтов перед традиционной технологией замещения

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ВЫГОДА (учитывая как единовременные затраты на строительство, так и жизненный цикл)

Традиционная технология

№ слоя	Толщина слоя, см	Наименование
1	20	Бетон мелкозернистый, класс 4.4 (марка 55)
2	15	Щебеночно-гравийно-песчаная смесь или крупнообломочный грунт, оптимальный, обработанный цементом марки 60
3	16	Щебень легкоуплотняемый (40-80 мм) с заклинкой фракционированным мелким щебнем
4	40	Гравийная смесь с непрерывной гранулометрией С6 (максимальный размер зерен 40 мм)
5	40	Песок мелкий с содержанием пылевато-глинистой фракции до 5%
6	0	Грунт суглинок тяжелый пылеватый

910
руб/м²

С применением технологии укрепления грунта

№ слоя	Толщина слоя, см	Наименование
1	20	Бетон мелкозернистый, класс 4.4 (марка 55)
2	15	Щебеночно-гравийно-песчаная смесь или крупнообломочный грунт, оптимальный, обработанный цементом марки 60
3	16	Щебень легкоуплотняемый (40-80 мм) с заклинкой фракционированным мелким щебнем
4	40	Гравийная смесь с непрерывной гранулометрией С6 (максимальный размер зерен 40 мм)
5	40	Песок мелкий, пылеватый, супесь или суглинок, обработанный вяжущим марки 20 и морозостойкостью F25
6	0	Грунт суглинок тяжелый пылеватый

690
руб/м²

Категория
Количество полос в одном направлении 2
Тип дорожной одежды капитальный
Ежегодный прирост интенсивности 1,03
Дорожно-климатическая зона
Тип расчетной нагрузки II-2
Тип местности по увлажнению A11.5
Срок службы, лет 2
Уровень надежности 0,95
Глубина промерзания грунта, м 1,3
Приведенная интенсивность на одну полосу, авт./сут. 1092,08
Уровень грунтовых вод, от низа дорожной одежды, м 1,5

II
2
капитальный
1,03
II-2
A11.5
2
25
0,95
1,3
1092,08
1,5



Снижение стоимости устройства слоя более чем на **20%**



Сокращение сроков строительства в **4-5 раз**



Снижение количества прибывающих на объект грузовиков в **3-4 раз**

НАЛИЧИЕ МАТЕРИАЛОВ И ВОЗМОЖНОСТЬ ИХ ДОСТАВКИ В НЕОБХОДИМОМ КОЛИЧЕСТВЕ

СНИЖЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ВРЕДА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ И СОЦИУМ

- уменьшение объема земляных работ и завозимых материалов (снижение количества рейсов большегрузной техники)
- сокращение сроков строительства
- сокращение объема используемого техникой топлива

15 раз

5 раз

6 раз



ЭКВ. **18'410** Т VS **3'049** Т

- использование КМВ со сниженным углеродным следом
- утилизация накопленного вреда за счет использования в качестве МИК техногенных отходов

- Усредненные показатели для строительства 1 пог.км дороги III категории
- **Расчет CO2 экв по Методическим Рекомендациям по проведению добровольной инвентаризации объема выбросов парниковых газов в субъектах Российской Федерации

Варианты технологии плоскостного укрепления грунтов: *непосредственно на объекте / в ГСУ*



1

Снятие плодородного слоя, выравнивание поверхности (экскаваторы и грейдеры)

2

Распределение вяжущего по поверхности (спредер или ресайклер)

3

Смешивание грунта с вяжущим (ресайклер)

4

Уплотнение смеси грунт-вяжущее (грунтовые катки)

5

Профилирование (грейдеры)

1

Снятие плодородного слоя, сбор и транспортирование грунта на грунтосмесительную установку (экскаваторы, грейдеры, грузовые машины)

2

Смешивание грунта с вяжущим (грунтосмесительная установка)

3

Транспортировка смеси грунт-вяжущее на объект и распределение смеси по поверхности (грузовые машины и грейдеры)

4

Уплотнение смеси грунт-вяжущее (грунтовые катки)

5

Профилирование (грейдеры)



Подход к назначению составов и дозировки КМВ

Необходимо точно понимать с каким грунтом проводятся работы и что в результате необходимо получить



Улучшение грунта



Стабилизация грунта



Укрепление грунта

Вяжущее

Комплексное

Комплексное

Комплексное

Свойства

Улучшение/повышение

- Удобоукладываемости
- Уплотняемости
- Несущей нагрузки
- Снижение содержания влаги

Повышение

- Несущей нагрузки
- Морозостойкости
- Водостойкости
- Снижение содержания влаги (повышения предела текучести)

Повышение

- Прочности и несущей нагрузки
- Морозостойкости
- Водостойкости
- Трещиностойкости

Дозировка

20 – 50 кг/м³
1-2.5%

50 – 80 кг/м³
2.5-4.5%

80 – 120 кг/м³
4.5-6.5%

Что такое Комплексные Минеральные Вяжущие (КМВ)

Готовые к применению вяжущие используемые для устройства дорожных оснований, подстилающих слоев, покрытий при укреплении, стабилизации и улучшения грунтов, **обладающие гидравлической активностью и содержащие минеральные компоненты, придающие Вяжущему дополнительные функциональные свойства**

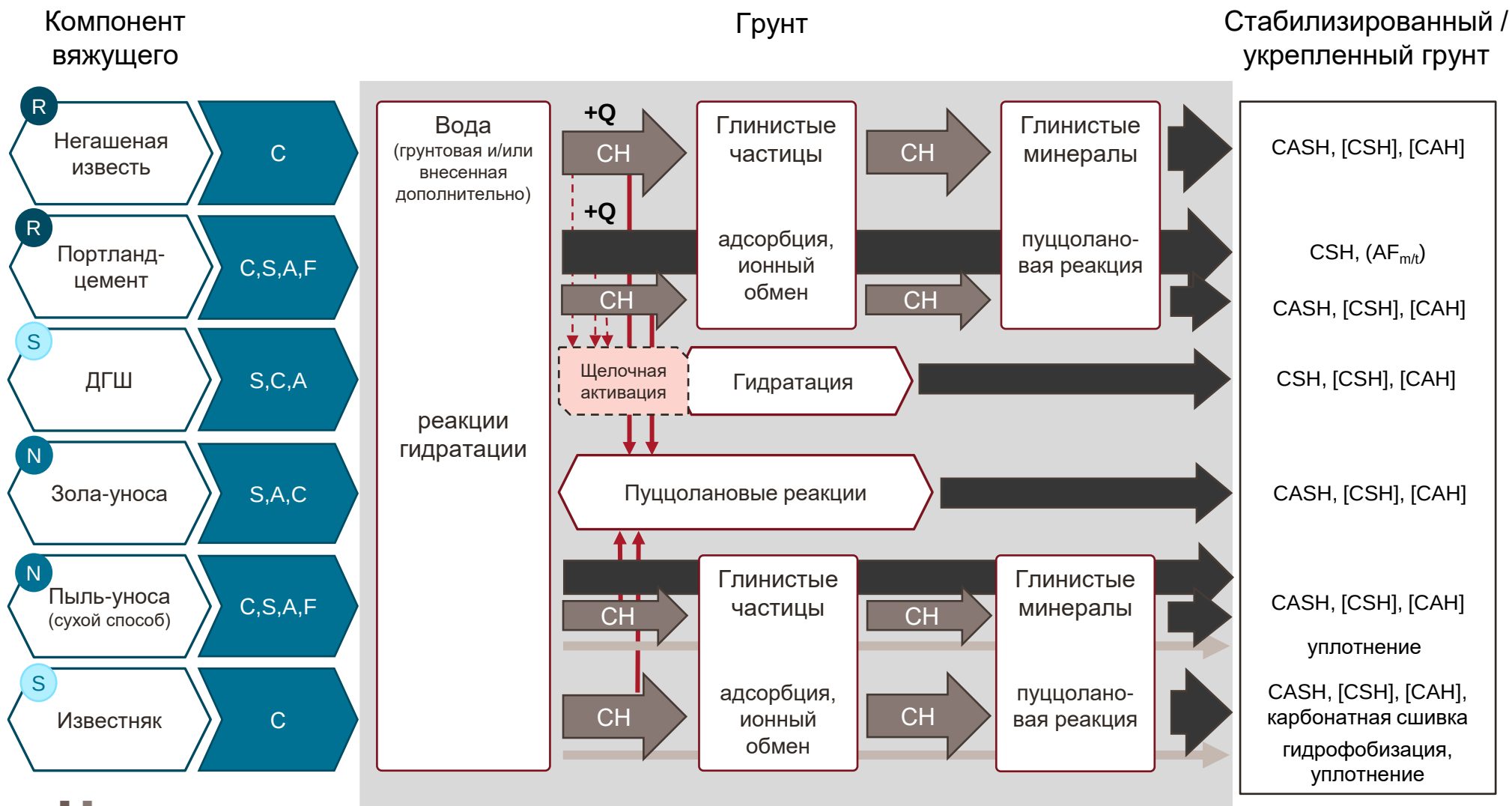
Компоненты КМВ			ПОРТЛАНДЦЕМЕНТ
Основной компонент	Портландцементный клинкер		
	Доменный гранулированный шлак		
	Пуццоланы	Природные пуццоланы	
		Глиежи	
	Зола-уноса		
	Обожженный сланец		
	Белитовый шлак		
	Известняк		
	Золошлаковые смеси		
	Пыль-уноса вращающихся печей цементного производства		
	Известь	Негашеная	
		Гашеная	
Вспомогательный компонент			

В настоящее время в разработке находится **ГОСТ Р «Дороги автомобильные общего пользования. Комплексные минеральные вяжущие для стабилизации и укрепления грунтов. Технические условия»**



Выбор компонентов для минеральных вяжущих

Использование коммерчески доступных материалов, в т.ч. промышленных отходов

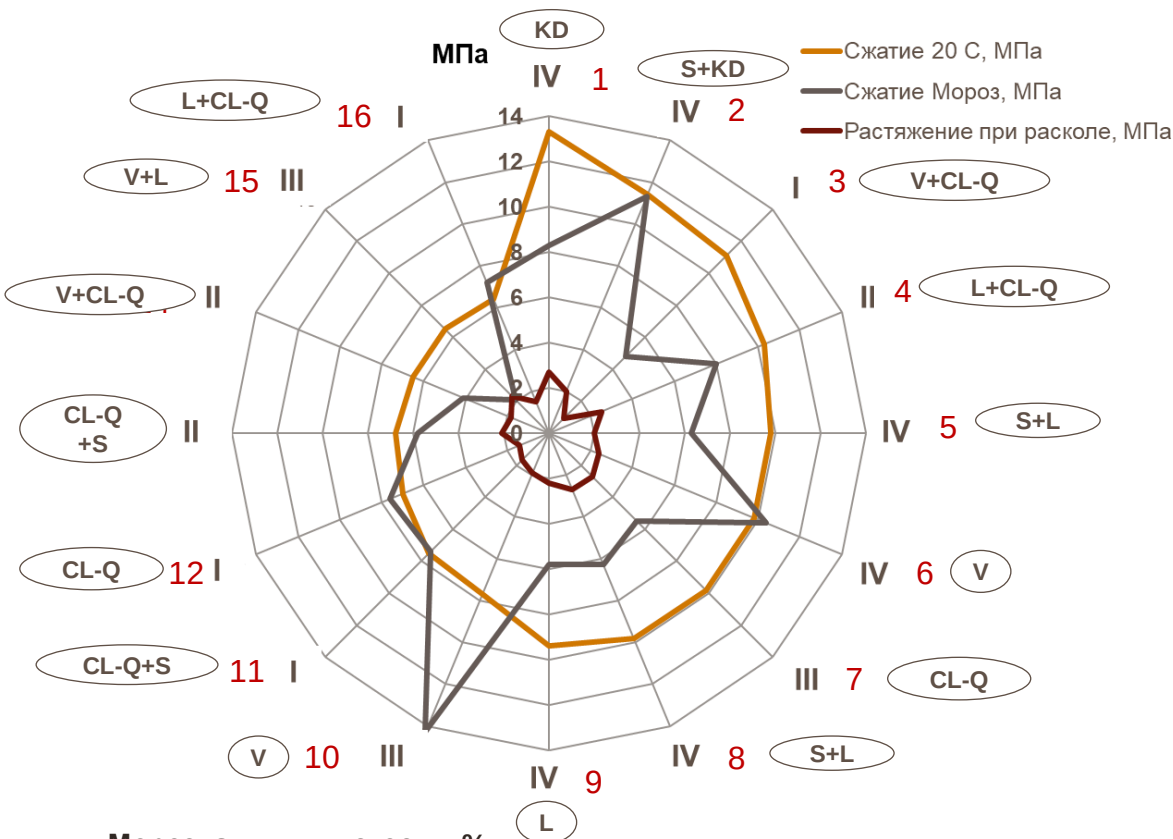


Почему расширен список компонентов и почему именно комплексное вяжущее, а не компоненты по отдельности

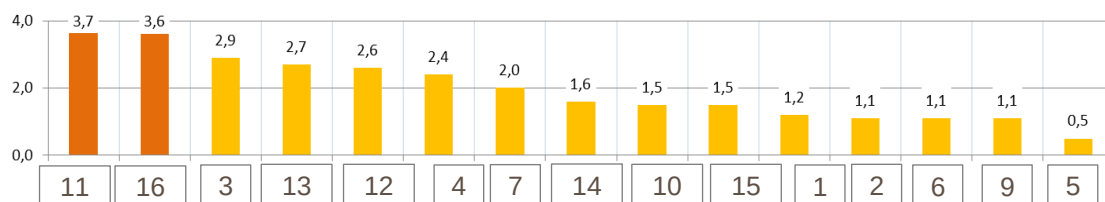


Подбор КМВ под конкретный грунт (!)

пример сравнительных испытаний с суглинком легким песчанистый твердым, низкой плотности и оптимальной влажности



Морозная пучинистость, %



Характеристики минеральных смесей DOROMIX СТО 23.64.10 - 00281298 - 01.15 – 2018

- Доменный гранулированный шлак (S)
- Природные пущоланы и природные обожженные пущоланы (P)
- Зола-уноса кислая или основная (V)
- Обожженный сланец (Bs)
- Известняк (L)
- Пыль-уноса вращающихся печей цементного производства (D)
- Клинкерная пыль из циклонов клинкерного холодильника (KD)
- Кальцинированная известь негашеная (CL-Q)
- Кальцинированная известь гашеная (CL-S)
- Природная гашеная известь (NHL)

Класс прочнос-ти	Прочность на сжатие в возрасте 28/56 суток, МПа	
	не менее	не более
I	5.0	22.5
II	12.5	32.5
III	22.5	42.5
IV	32.5	52.5

- Начало схватывания:
Не ранее 120/90 минут
- Равномерность изменения объема:
Не более 10/30 мм
- Содержание SO₃:
Не более 4%
- Содержание Cl-:
Не более 0.2%
- Аэфф:
Не более 740 Бк/кг

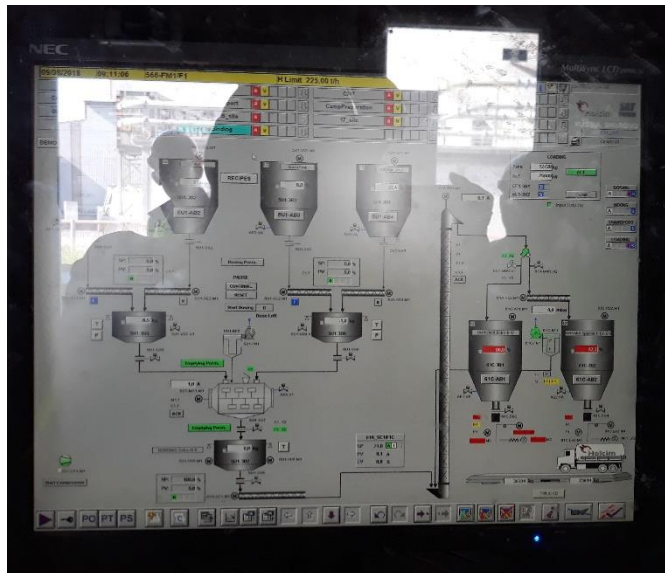
* X/Y – для смесей с содержанием негашеной извести менее/более 10%

Выбор состава КМВ



Производство комплексных минеральных вяжущих

Возможны варианты совместного помола и/или смешивания



Пробная укатка и приборъектный контроль



Пробная укатка и приборный контроль



Заключение

- Необходим новый подход к реализации строительных проектов на всех стадиях с учетом жизненного цикла и ответственности за него
- Необходима современная нормативная база
- Необходимы специализированные и «честные» продукты
- Необходима тщательная проработка накопленного опыта и знаний
- Необходимо повышать уровень квалификации исполнителей работ и проектных решений
- Необходима «свежая» кровь (подготовка молодых специалистов)



**АССОЦИАЦИЯ
БЕТОННЫХ ДОРОГ**



LafargeHolcim

СПАСИБО за ВНИМАНИЕ!

