

Технологии укрепления грунтов и холодная регенерация для строительства и ремонта автомобильных дорог

01.06.2022, Сочи

Что важно?

1. Транспортная доступность
2. Повышение мобильности населения
3. Увеличение объема и скорости грузоперевозок
4. Внедрение новых технологий

СРОКИ | СТОИМОСТЬ | КАЧЕСТВО



Холодная регенерация (ресайклинг)

ТЕХНОЛОГИЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ (РЕМОНТА) ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД С ПОВТОРНЫМ ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАТЕРИАЛА. ПРИ ХОЛОДНОМ РЕСАЙКЛИНГЕ (РЕГЕНЕРАЦИИ) С ПОМОЩЬЮ РЕСАЙКЛЕРА, ВСЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОПЕРАЦИИ ПРОВОДЯТСЯ ПРЕИМУЩЕСТВЕННО НА ДОРОГЕ



ПРЕИМУЩЕСТВА ТЕХНОЛОГИИ:

- УМЕНЬШЕНИЕ СРОКОВ СТРОИТЕЛЬСТВА
- ЭКОНОМИЧНОСТЬ
- КАЧЕСТВО
- ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
- БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ



Разновидности технологии холодной регенерации

РЕГЕНЕРАЦИЯ НА ПОЛНУЮ ГЛУБИНУ

АГ+ Скелетный материал (щебень, песок или их смесь) + Минеральный материал + Комплексное вяжущее ??? (комплексное минеральное вяжущее+битумная эмульсия) + вода

РЕГЕНЕРАЦИЯ СЛОЯ АСФАЛЬТОБЕТОННОГО ПОКРЫТИЯ

АГ+ Скелетный материал (щебень, песок или их смесь) + Минеральный материал + Комплексное вяжущее ??? (комплексное минеральное вяжущее + битумная эмульсия) + вода



НА ОБЪЕКТЕ | НА ЗАВОДЕ



Порядок действий при использовании технологии регенерации с применением комплексных минеральных вяжущих DOROMIX

1. ОБСЛЕДОВАНИЕ СУЩЕСТВУЮЩЕГО УЧАСТКА ДОРОГИ
2. ОТБОР КЕРНОВ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ХАРАКТЕРНЫХ УЧАСТКОВ ДОРОГИ
3. ОТБОР ПРОБ С ХАРАКТЕРНЫХ УЧАСТКОВ ДОРОГИ (ВЫРУБКИ)
4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОДУЛЯ УПРУГОСТИ ПОД РЕГЕНЕРИРУЕМЫМ СЛОЕМ
5. ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ (РАСЧЕТ)
6. ПОДБОР СОСТАВА СМЕСИ
7. УСТРОЙСТВО ПРОБНОГО УЧАСТКА (ПРОВЕРКА СОСТАВА АГБС)
8. ПРОИЗВОДСТВО РАБОТ
9. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ПРОИЗВЕДЕННЫХ РАБОТ



Подбор состава для технологии холодная регенерация с применением комплексных минеральных вяжущих DOROMIX

ИСПЫТАНИЯ АГБ (асфальтогранулобетона)

1. Определение агрегатного состава АГБ
2. Выжигание органического вяжущего из АГ
 - 2.1. Определение содержания щебня фр. > 4 мм.
 - 2.2. Определение марки по дробимости щебня после экстрагирования/выжигания

ИСПЫТАНИЯ ИНЕРТНЫХ ЗАПОЛНИТЕЛЕЙ *(если необходимо добавление в соответствии со сметой/результатам испытаний АГБ)*

1. Определение зернового состава материала
2. Определение марки по дробимости для всех видов щебня и гравия
3. Определение марки по сопротивлению и износу для всех видов щебня и гравия
4. Определение марки по морозостойкости для всех видов щебня и гравия
5. Определение содержания зерен пластичной (лещадной) и игловатой формы для всех видов щебня и гравия

ИСПЫТАНИЯ АГБС (проверка соответствия требуемым параметрам)

1. Приготовление смеси АГБС в соответствии с рецептом
2. Определение агрегатного состав АГБС
3. Определение объемной плотности, водостойкости, предела прочности при непрямом растяжении

Ремонт автомобильной дороги с применением технологии холодной регенерации



Стабилизация / укрепление грунтов

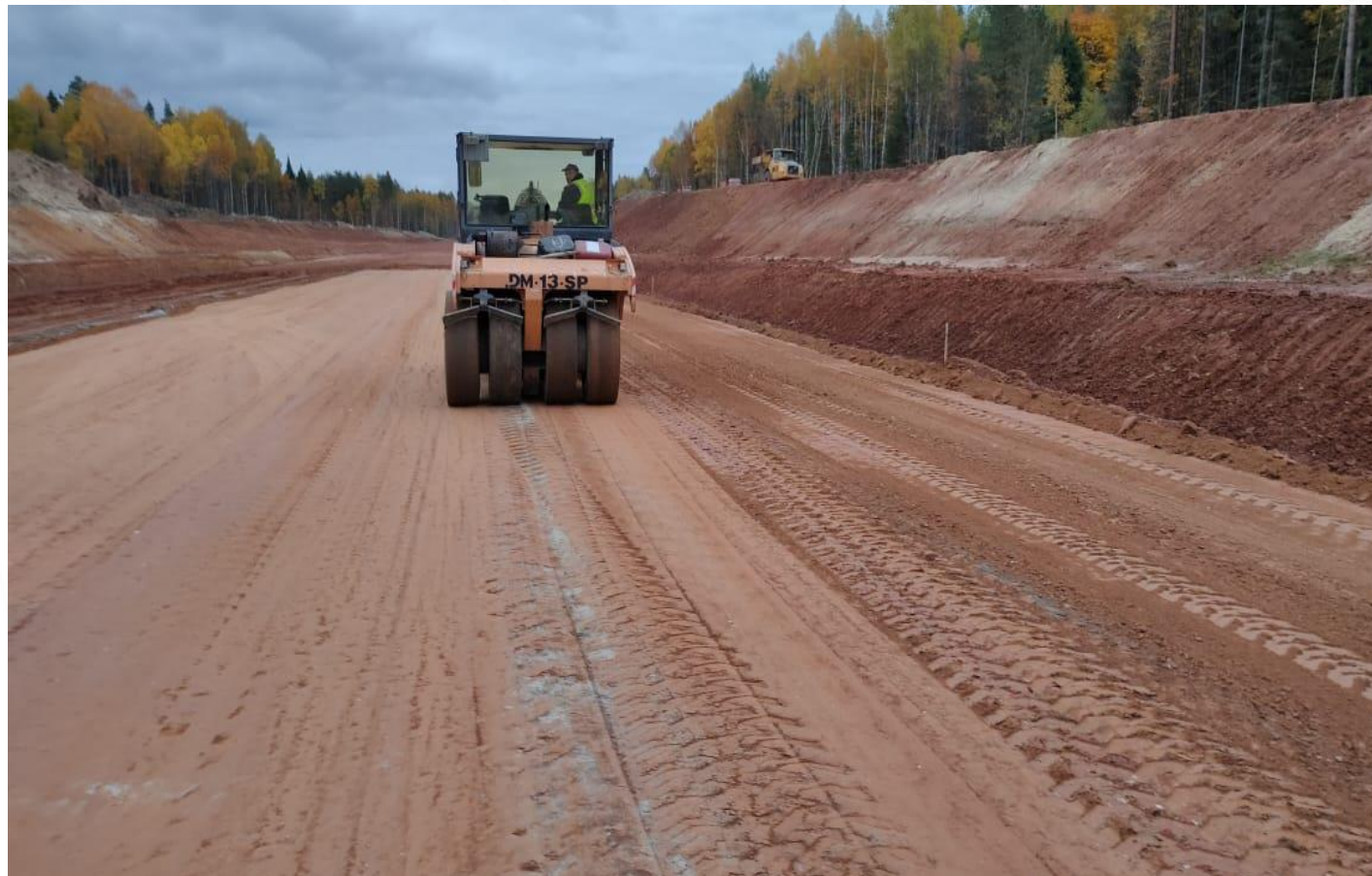
ТЕХНОЛОГИЯ УКРЕПЛЕНИЯ ГРУНТА С ПРИМЕНЕНИЕМ СПЕЦИАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСНЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ СМЕСЕЙ ПРИДАЕТ МЕСТНЫМ (В Т.Ч. ТЕХНОГЕННЫМ) ГРУНТАМ СВОЙСТВА ГРУНТОБЕТОНОВ ДЛЯ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИХ КАК СЛОЕВ ОСНОВАНИЯ, ПОВЫШАЕТ НЕСУЩЮЮ СПОСОБНОСТЬ И ДОЛГОВЕЧНОСТЬ СЛОЕВ ОСНОВАНИЯ ИЗ МЕСТНОГО ПРИРОДНОГО ГРУНТА И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

ПРЕИМУЩЕСТВА ТЕХНОЛОГИИ :

- УМЕНЬШЕНИЕ СРОКОВ СТРОИТЕЛЬСТВА
- ЭКОНОМИЧНОСТЬ
- КАЧЕСТВО
- ЭКОЛОГИЧНОСТЬ (МИНИМИЗАЦИЯ ОБЪЕМА ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ, ПЕРЕВОЗКИ МАТЕРИАЛОВ)

Производительность одного технологического звена при максимальной оптимизации процесса строительства в среднем

7'500 – 8'000 м²/сутки



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)
8. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА



Решение для технологии укрепления/стабилизации грунтов с применением комплексных минеральных вяжущих DOROMIX



1
Лабораторный анализ грунта и подбор оптимального состава минеральной смеси DOROMIX и требуемых дозировок

2
Производство, отгрузка и доставка минеральной смеси DOROMIX

3
Распределение минеральной смеси DOROMIX

4
Смешивание минеральной смеси DOROMIX с грунтом

5
Придание необходимого профиля и финишное выравнивание

6
Уплотнение грунтовым катком слоя грунта с минеральной смесью DOROMIX

7
Дальнейшая укладка дорожной одежды

СЕРВИСЫ HOLCIM:

- Оценка / корректировка предложенного проектного решения
- Разработка специальных решений для сложных участков или погодных условий
- Оценка свойств грунтов, подбор составов и дозировок DOROMIX под конкретный проект на базе собственного Испытательного Центра
- Наличие партнерской сети подрядных организаций, специализирующихся на технологии укрепления грунта и холодной регенерации асфальта
- Контроль на объекте за выполнением пробной укатки
- Приобъектный контроль за проведением работ и приемо-сдаточных испытаний

КОМПЛЕКСНЫЕ МИНЕРАЛЬНЫЕ ВЯЖУЩИЕ DOROMIX (СТО):

- BASE
- STANDART
- EXTRA
- SPECIAL



ВЯЖУЩЕЕ ПОДБИРАЕТСЯ ПОД КОНКРЕТНЫЙ ГРУНТ И ТРЕБОВАНИЯ ПРОЕКТА!!!

Подбор состава для технологии укрепления/стабилизации грунтов с применением комплексных минеральных вяжущих DOROMIX

ИСПЫТАНИЯ ГРУНТА

- Природная влажность
- Гранулометрия
- Пределы пластичности и текучести
- $\rho_{\text{max}} / w_{\text{опт}}$
- Содержание органических примесей
- Ёмкость катионного обмена (MBV)
- Несущая способность

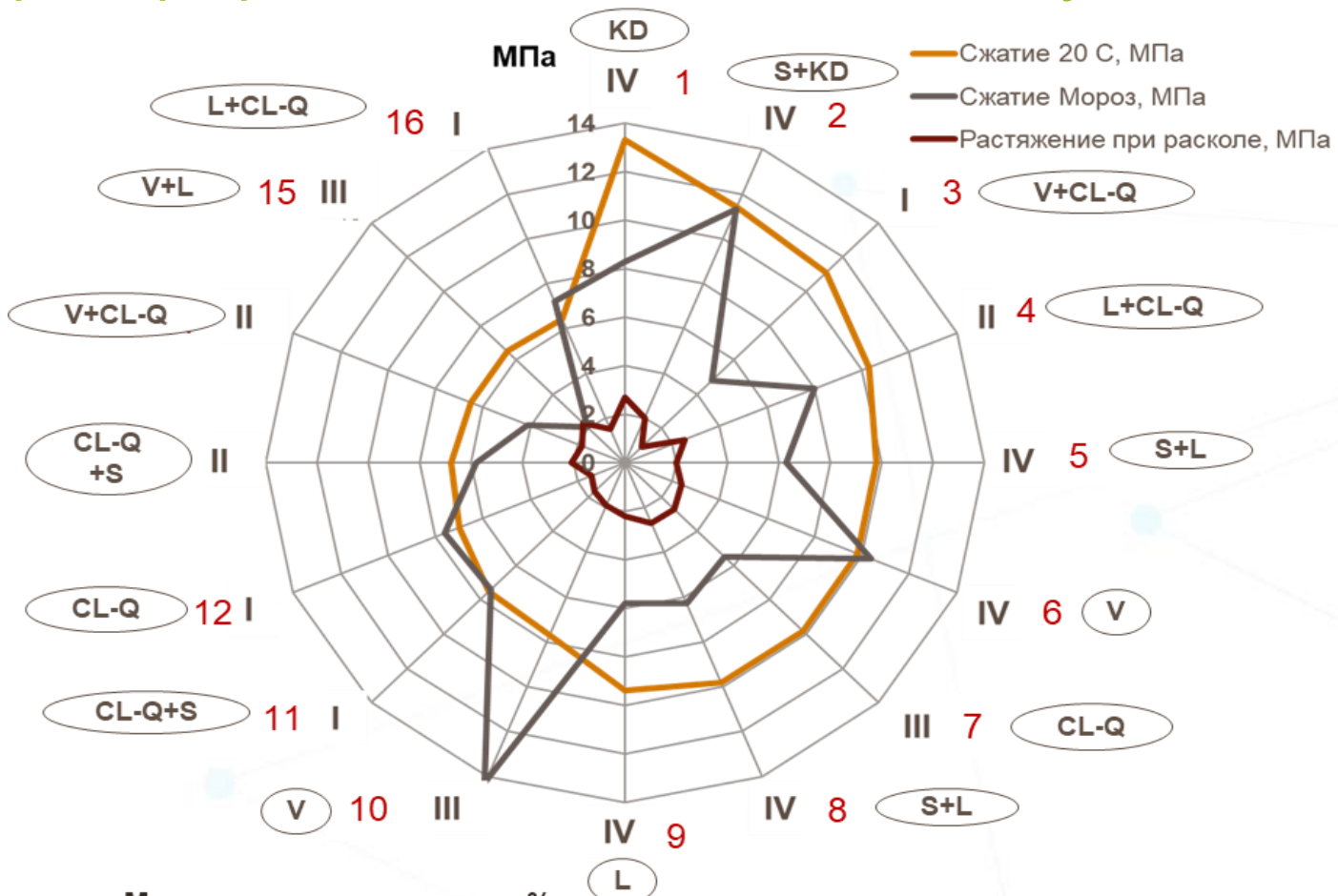
ПРОВЕРКА СООТВЕТСТВИЯ ТРЕБУЕМЫМ ПАРАМЕТРАМ СИСТЕМЫ «ГРУНТ - ВЯЖУЩЕЕ»

- Пределы пластичности и текучести
- $\rho_{\text{max}} / w_{\text{опт}}$
- Прочности на сжатие и изгиб / раскалывание
- Морозостойкость
- Водостойкость
- Морозная пучинистость
- Остаточная влажность
- Коэффициент фильтрации
- Модули упругости и деформации



Подбор КМВ DOROMIX под конкретный грунт (!)

пример сравнительных испытаний с суглинком легким песчанистый твердым



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

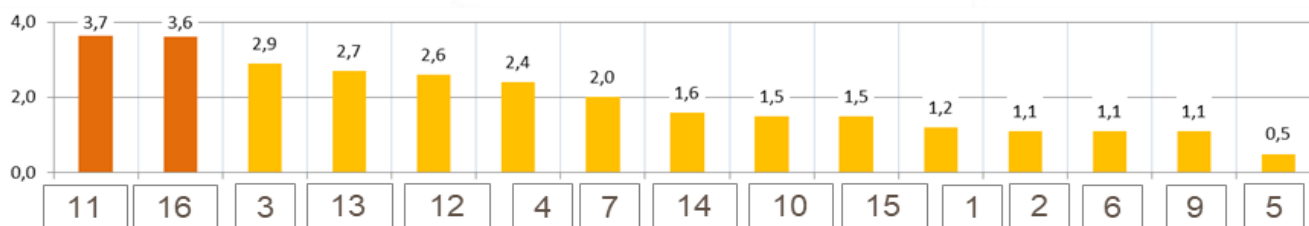
- Доменный гранулированный шлак (S)
- Природные пуццоланы и природные обожженные пуццоланы (P)
- Зола-уноса кислая или основная (V)
- Обожженный сланец (Bs)
- Известняк (L)
- Пыль-уноса вращающихся печей цементного производства (D)
- Клинкерная пыль из циклонов клинкерного холодильника (KD)
- Кальцинированная 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%
- Азфф:
Не более 740 Бк/кг

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

Морозная пучинистость, %



Что такое комплексные минеральные вяжущие DOROMIX

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	
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	

ПОРТЛАНДЦЕМЕНТ

Продуктовая линейка комплексных минеральных вяжущих DOROMIX

СТО 00281298-4.1.0-2022

Минеральные смеси для укрепления грунта

Тип в зависимости от содержания и вида минеральных компонентов

Применение типов минеральных смесей в зависимости от свойств грунта

DOROMIX

Standard

дисперсные несвязные и связные грунты с влажностью ниже оптимальной

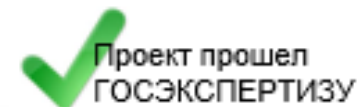
Extra, Base

дисперсные связные грунты, в том числе с небольшой степенью переувлажнения (1-3%)

Special

Переувлажненные с pH менее 7 с повышенным содержанием SO_4^{2-} , Cl^- , NO_x , органики

Пример выбора вяжущего- Песок мелкий



Входящий № пробы (или примечание)	Гранулометрический состав								Естественная влажность по п.5 ГОСТ 5180	Качественные характеристики по ГОСТ 22733-2016:			Качественные характеристики по ГОСТ 26213-91, ГОСТ 26423-85 и EN 933-9:		Содержание пылевидных и глинистых частиц по ГОСТ 8735-88
	Содержание фракций грунта, %									Оптимальная влажность	Максимальная плотность	Максимальная плотность сухого скелета грунта	Количество органических примесей п.2 ГОСТ 26213-91	Кислотность грунта по п 4.3 ГОСТ 26423-85	
	>10	10-5	5-2	2-1	1 - 0,5	0,5 - 0,25	0,25 - 0,1	<0,1							
Песок	0.42	0.27	0.48	1.13	4.00	21.44	52.45	20.50	13.1	12.8	1.96	1.74	0.4	8.8	7.8%

Физико-механические свойства материалов, укрепленных продуктами линейки DOROMIX.

Требуемые показатели в соответствии с п.8.43 СП34.13330.2012 "Автомобильные дороги" и ГОСТ 23558-94 "Смеси щебеночно-гравийно-песчаные и грунты, обработанные неорганическими вяжущими материалами, для дорожного и аэродромного строительства":

- предел прочности на сжатие в возрасте 28 сут - **не менее 2,0 МПа**
- марка по морозостойкости для районов со среднемесячной температурой наиболее холодного месяца от минус 5 до минус 15 °С - **не менее F15**

Результаты лабораторных испытаний песка мелкого, укрепленного продуктами линейки DOROMIX, отображены в таблице 2.

Таблица 2

Материал	Вяжущее	Дозировка вяжущего, %	Прочность, МПа			Марка по морозостойкости	Дозировка вяжущего, кг/м3
			7 сут	28 сут	56 сут		
Песок мелкий	DOROMIX Base IV D	8	1.51	2.93	4.31	F15	139.2

Пример выбора вяжущего-ЩПС от разборки существующей дорожной одежды



Отобрано и исследовано более 60 проб грунта, для выбора вяжущего проведено более 30 замесов

Материал	№ скважины	Гранулометрический состав																	Естественная влажность по п.5	Песок			Щебень		
		Содержание фракций, %																		Насыпная плотность, г/см ³	Истинная плотность, г/см ³	Содержание пылевидных и глинистых частиц, %	Средняя плотность, г/см ³	Марка по прочности	
		Щебень									Песок														Дно
		60	50	30	25	20	15	12,5	10	7,5	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,16	0,05	Дно							
Песок из ЩПС	5										5,02	3,06	9,48	19,46	32,96	16,36	13,66	8,70	1,47	2,66	13,70				
Песок из ЩПС	8										4,98	3,90	6,52	22,35	30,71	18,33	13,21	9,10	1,45	2,65	13,50				
Песок из ЩПС	44										7,12	5,12	8,36	20,12	31,70	17,21	10,37	8,30	1,48	2,66	12,30				
Щебень из ЩПС	5			8,90	4,17	3,26	2,90	2,90	3,12	1,02	4,12							69,61				2,54	M800		
Щебень из ЩПС	8			9,12	7,20	5,16	5,20	4,32	2,54	2,30	2,51							61,65				2,55	M800		
Щебень из ЩПС	44			8,53	3,77	4,75	3,12	1,49	1,74	1,68	2,11							72,81				2,55	M800		
Песок	15								3,70		1,60	0,91	0,03	1,39	15,57	56,21	17,12	8,77	3,30	1,47	2,65	8,80			
Песок из ЩПС	11											3,06	2,85	11,54	18,84	32,83	18,14	12,74	6,35	1,42	2,65	12,74			
Щебень из ЩПС	11	1,42	2,57	9,76	3,61	3,05	5,05	3,78	3,42	2,95	3,30							61,09				2,52	M1000		
Песок из ЩПС	24											2,08	2,22	8,34	10,12	26,42	38,84	12,34	7,38	1,32	2,61	12,30			
Щебень из ЩПС	24	2,47	3,88	10,85	4,02	2,85	6,43	7,58	13,98	3,10	4,09							40,75				2,61	M800		
Песок из ЩПС	14											3,38	3,48	11,03	19,35	34,88	17,01	10,87	7,53	1,41	2,64	10,90			
Песок из ЩПС	19											3,15	4,56	8,95	15,84	36,91	15,95	14,64	7,10	1,40	2,65	10,10			
Песок из ЩПС	2											5,12	3,52	10,77	17,95	34,12	16,91	11,61	8,32	1,43	2,64	11,50			

- Требуемую прочность на сжатие 2 МПа продемонстрировали все составы для укрепления объединенных проб ЩПС.
- Все составы объединенных проб ЩПС продемонстрировали морозостойкость 15 циклов, только с продуктом DOROMIX DOROMIX Base IV D в дозировке 6%.

Производство комплексных минеральных вяжущих DOROMIX



Проведение работ/приобъектный контроль с применением комплексных минеральных вяжущих DOROMIX



Техническая поддержка/приобъектный контроль с применением комплексных минеральных вяжущих DOROMIX



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!



Екатерина Хрищатая

+7 9610805509

ekaterina.khrischataya@lafargeholcim.com