

Свойства материалов на основе портландцемента с добавкой метаксаолина МКЖЛ

РЕФЕРАТ. Исследовано влияние метаксаолина МКЖЛ, используемого в качестве добавки для замещения 5–30 % цемента, на свойства растворных смесей и растворов. Определена оптимальная степень замещения портландцемента метаксаолином (10 %), обеспечивающая увеличение прочности при сжатии растворов по сравнению с бездобавочным составом. Оценено влияние серии пластифицирующих добавок различного химического состава на свойства растворов. Показана эффективность применения добавок метаксаолина МКЖЛ в составе сухих строительных смесей различного назначения, которое обеспечивает увеличение вододерживающей способности растворной смеси, прочности растворов, снижение усадочных деформаций быстротвердеющих составов, повышение водонепроницаемости.

Ключевые слова: метаксаолин, портландцемент, сухие строительные смеси.

Keywords: metakaolin, Portland cement, dry building mortars.

Метаксаолин — высокодисперсный алюмосиликатный материал, обладающий пуццолановой активностью — образуется в результате обжига каолиновых глин в температурном диапазоне 650–750 °С [1–3]. Замещение части цемента метаксаолином способствует увеличению прочности цементного камня при сжатии, адгезии цементного геля к частицам заполнителя, сокращению пористости, уменьшению проницаемости, повышению устойчивости материала к циклическому замораживанию и оттаиванию, а также к коррозионным воздействиям [1–4].

Влияние метаксаолина на гидратацию цемента и формирование структуры цементного камня обусловлено высокой дисперсностью частиц метаксаолина и его пуццолановыми свойствами [5].

В России в последние годы заметно возрос интерес к метаксаолину, как пуццолановой добавке, частично замещающей цемент в составе портландцементных композиций — бетонов и сухих строительных смесей. Это во многом обусловлено появлением нескольких крупных отечественных производителей метаксаолина, осуществляющих его выпуск на базе месторождений каолиновых глин Челябинской области.

Пуццолановая активность метаксаолинов зависит от содержания и особенностей структуры основного вещества (метаксаолинита) [5–7], дисперсности его частиц (удельной поверхности) [7, 8], количества и природы примесных компонентов. Эти характеристики метаксаолина, в свою очередь, определяются составом сырья и параметрами его технологической обработки, в связи с чем метаксаолины различных производителей могут довольно существенно различаться по активности в составе твердеющего портландцементного теста и цементных растворов.

В данной работе приведены результаты исследования влияния добавок метаксаолина МКЖЛ (производитель — компания ООО «Пласт-Рифей») при частичном замещении ими портландцемента на свойства растворных смесей и растворов и оценены перспективы использования добавок метаксаолина в составе сухих строительных смесей различного назначения.

По данным производителя, метаксаолин МКЖЛ имеет следующие характеристики:

- химический состав, масс. %: Al_2O_3 — 42,00, SiO_2 — 56,93, Fe_2O_3 — 0,49, П.П.П. — 0,58;
- гранулометрический состав: остаток на сите № 008 — 0,23 %, на сите № 004 — 1,29 %.

Фазовый состав метаксаолина исследован при помощи петрографического метода в иммерсионных препаратах на микроскопе МИН-8. По данным петрографии, метаксаолин на 80–85 % представлен зернами, аморфными агрегатами, пластинами метаксаолинита с показателем светопреломления n , близким к 1,530. Размер частиц метаксаолина — 3–5 мкм, агрегатов — до 40 мкм. Присутствуют примесные фазы: около 8–10 % гидрослюда в виде игл и тонких пластинок, перемежающихся с вростками остаточного каолина; 5–7 % тонкочешуйчатых пластинок, реже изогнутых полусфер, заполненных аморфным SiO_2 и метаксаолином; 2–3 % аморфного SiO_2 внутри зерен каолина; 3–4 % кварца и редких зерен полевого шпата; единичные зерна рудных минералов.

В исследованиях влияния метаксаолина на свойства цементно-песчаных растворов и сухих строительных смесей использовали портландцемент ПЦ 500-Д0 предприятия «Пикалевский цемент». Далее при замещении части портландцемента метаксаолином под массой портландцемента (Ц) понимается суммарная масса ПЦ 500-Д0 и метаксаолина.

Влияние дозировки метаксаолина на прочность цементно-песчаных растворов

Определена оптимальная степень замещения портландцемента метаксаолином МКЖЛ в стандартных цементно-песчаных смесях. Испытания проводились на составах растворных смесей при соотношениях Ц/П = 1 : 3 (где П — песок) и В/Ц = 0,5, в которых часть цемента (5, 10, 20, 30 %) замещалась на метаксаолин МКЖЛ. Исследовалось влияние добавки метаксаолина на подвижность растворных смесей и кинетику твердения растворов. Подвижность растворных смесей оценивалась на встряхивающем столике по ГОСТ 310.4–81 (рис. 1).

Замещение 5–10 % портландцемента на метаксаолин МКЖЛ снижает подвижность растворных смесей не более чем на 10 %. Повышение степени замещения портландцемента метаксаолином до 20–30 % приводит к резкому снижению подвижности — на 25–30 %.

Результаты определения прочности в различные сроки твердения растворов, в которых портландцемент на 5–30 % замещали метакеалином МКЖЛ, в условиях относительной влажности не ниже 90 % приведены на рис. 2. Максимальное повышение прочности зафиксировано для раствора, в котором степень замещения портландцемента на метакеалин МКЖЛ равна 10 %. Его прочность через 7–28 сут твердения на 30–60 % выше, чем у раствора на основе бездобавочного цемента.

Влияние метакеалина на гидратацию портландцемента по данным ИК спектроскопии пропускания

Образцы цементного теста были приготовлены с использованием цемента, не содержащего метакеалин, и цемента, на 10 % замещенного метакеалином, при соотношении В/Ц, равном 0,5. Их выдержали в формах в течение 1 сут в условиях 100 %-й влажности при температуре 20 °С, затем извлекли из форм и далее хранили в тех же условиях.

ИК спектры пропускания образцов цементного камня в возрасте 1 и 28 сут снимали на ИК-спектрофотометре Shimadzu FTIR-8400S. Пробы цементного камня после твердения в течение 1 и 28 сут (примерно 5 г) измельчали в тонкий порошок, промывали ацетоном для удаления свободной воды, отфильтровывали и высушивали под вакуумом при обычной температуре. Затем изготавливали образцы путем прессования небольшого количества порошка в таблетки с КВг.

Интерпретацию ИК спектров проводили, основываясь на данных работ [9–11].

ИК спектры пропускания исходного портландцемента и метакеалина приведены на рис. 3, цементного камня из цемента без добавок и с метакеалином в возрасте 1 и 28 сут — на рис. 4. Основная полоса поглощения метакеалина, обусловленная валентными колебаниями атомов в алюмокремнеземном каркасе, имеет максимум около 1080 см⁻¹; большая ширина этой полосы и ее не слишком четко выраженный максимум указывают на то, что структура метакеалина аморфизована.

О гидратации портландцемента (рис. 4) свидетельствуют появление в спектрах цементного камня характерной узкой полосы с максимумом около 3640 см⁻¹, принадлежащей Са(ОН)₂, и рост интенсивности полос в области 1400–1600 см⁻¹, обусловленных колебаниями, локализованными на связях О–Н в гидроксильных группах и в молекулах воды, входящих в структуру С–S–Н-геля, а также на связях С–О в карбонат-ионах, образующихся в результате протекания процессов карбонизации продуктов гидратации цемента [9–11].

Судя по ИК спектрам пропускания, спустя 1 сут с момента начала гидратации метакеалин не проявляет существенной пуццолановой активности — в спектрах контрольного цементного камня и образца с метакеалином полоса Са(ОН)₂ в области 3640–3644 см⁻¹ имеет примерно одинаковую интенсивность.

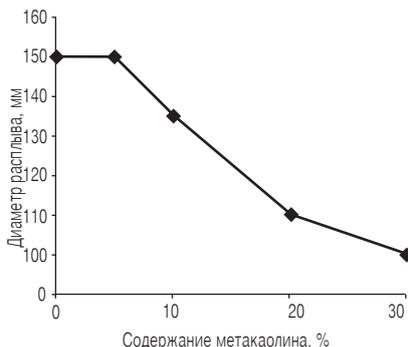


Рис. 1. Влияние добавок метакеалина МКЖЛ на подвижность растворов смесей

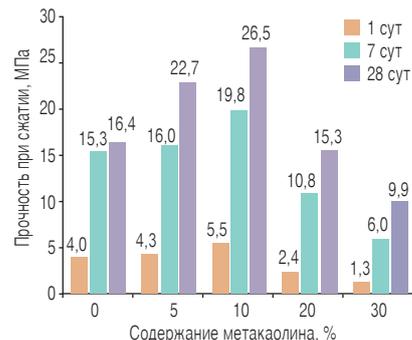


Рис. 2. Влияние добавок метакеалина МКЖЛ на прочность растворов смесей

К 28-суточному возрасту в спектре контрольного бездобавочного цементного камня интенсивность полосы Са(ОН)₂ усиливается. Между тем в образце с добавкой метакеалина полоса Са(ОН)₂ отсутствует, в соответствующей области имеется только слабо выраженное «плечо». Снижение содержания портландита в образце с метакеалином обусловлено пуццолановой активностью метакеалина.

Синглет в области (1112–1117) см⁻¹ в спектрах образцов цементного камня 1-суточного возраста принадлежит этtringиту, в спектрах образцов 28-суточного возраста — этtringиту

и моносульфоалюминату кальция. Из-за перекрывания их полос в этой области с полосой метакеалина оценить содержание этtringита в образцах затруднительно.

Гидратация портландцемента без добавки метакеалина сопровождается смещением максимума основной полосы валентных колебаний, локализованных на связях Si–O, в область волновых чисел около 970 см⁻¹, т. е. в более коротковолновую область по сравнению с максимумом полосы в спектре исходного цемента (923 см⁻¹). Смещение этой полосы является признаком гидратации силикатных фаз и формирования цепо-

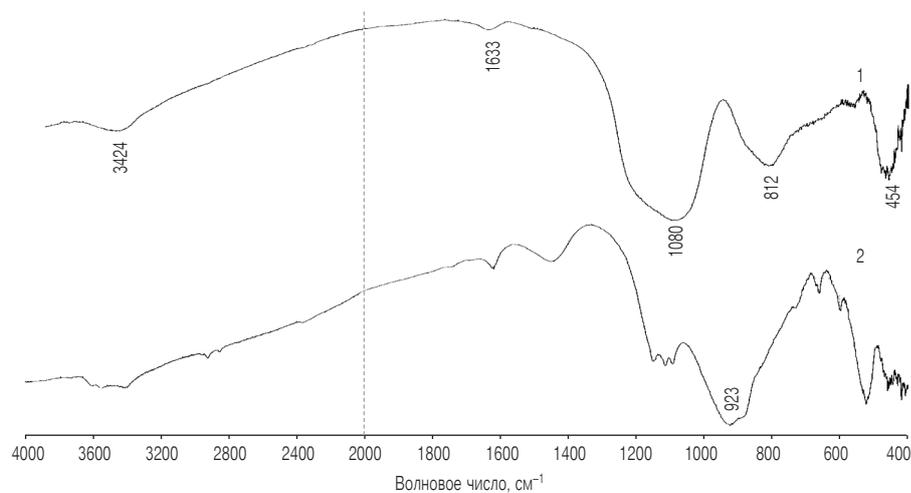


Рис. 3. ИК спектры пропускания метакеалина (1) и портландцемента (2)

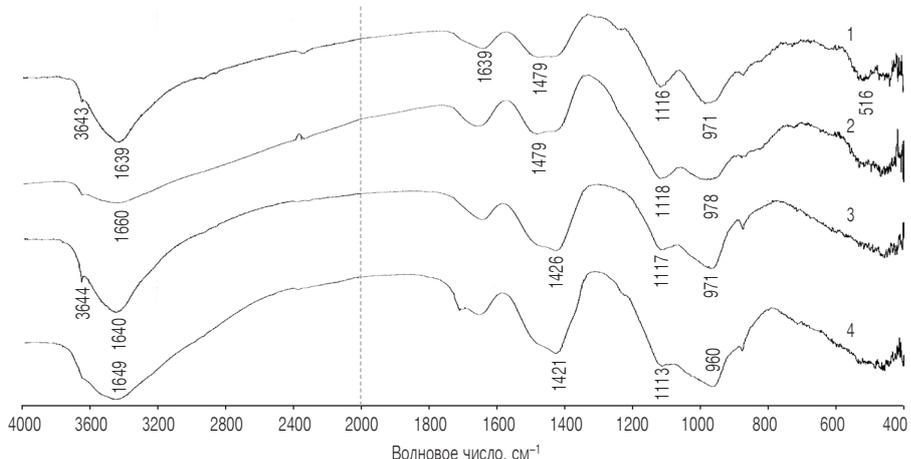


Рис. 4. ИК спектры пропускания цементного камня из цемента без метакеалина (1, 3) и с 10 масс. % метакеалина (2, 4) в возрасте 1 (1, 2) и 28 сут (3, 4)

НАУКА И ПРОИЗВОДСТВО

чечных кремнекислородных фрагментов из островных силикатов. При этом существенно уменьшается интенсивность полосы около 520 см^{-1} , которая обусловлена деформационными колебаниями, локализованными на связях Si—O в островных силикатах.

Между тем основная полоса валентных колебаний, локализованных на связях Si—O, в спектрах цементного камня с добавками метакаолина в возрасте 1 сут имеет максимум при большем волновом числе, чем в спектрах образцов 28-суточного возраста (рис. 4), что можно объяснить вкладом в эту полосу алюмо- и кремнеземсодержащих полимерных фрагментов, образующихся в качестве промежуточных продуктов в результате деструкции метакаолина в щелочной среде цементного теста.

К 28-суточному возрасту наблюдается полное связывание метакаолина, полосы поглощения свободного метакаолина отсутствуют. Максимум основной полосы валентных колебаний Si—O для контрольного образца смещен в область больших волновых чисел по сравнению с ее максимумом в спектре образца с метакаолином. Следовательно, цемент в образцах с метакаолином оказывается прогидратированным в меньшей степени, чем в контрольных бездобавочных образцах. Таким образом, можно сделать вывод, что в поздний период гидратация цемента в образцах с добавкой метакаолина замедляется по сравнению с гидратацией бездобавочного цемента. Возможная причина замедления гидратации цемента в присутствии метакаолина — дефицит воды из-за двух конкурирующих процессов: гидратации цемента и пуццолановой реакции с участием метакаолина. Кроме того, для образования продукта гидратации цемента могут существовать пространственные ограничения, обусловленные уплотнением структуры за счет пуццолановой реакции.

Сопоставляя данные ИК спектроскопии с прочностью образцов, можно заключить, что пуццолановые реакции с участием метакаолина и $\text{Ca}(\text{OH})_2$ оказывают более существенное влияние на рост прочности цементного камня и сокращение его капиллярной пористости, чем изменение степени гидратации цемента (в определенных пределах).

Таким образом, особенности твердения цементного камня с добавками метакаолина обусловлены преимущественно пуццолановым взаимодействием метакаолина с $\text{Ca}(\text{OH})_2$ с образованием C—S—H и других продуктов, а также влиянием метакаолина на степень гидратации цемента.

Влияние суперпластификаторов

В работе оценено влияние суперпластификаторов различного химического состава, выпущенных различными производителями, на свойства растворных смесей и растворов с оптимальным (10 %) замещением цемента на метакаолин. В качестве добавок-суперпластификаторов использовались: полимеры на основе нафталинсульфокислоты и формальдегида (SNF) — СП-1 (РФ), Bevaloid 36 (Франция); сополимеры на основе меламинасульфокислоты и формальдегида (SMF) — Melment F-10 (Германия), Peramin SMF-10 (Швеция); поликарбоксилатные гиперпластифи-

Таблица 1
Влияние суперпластификаторов на свойства растворных смесей на основе портландцемента, содержащего 10 % метакаолина МКЖЛ

Основа	Суперпластификатор		В/Ц	Прочность на сжатие, МПа, в возрасте, сут		
	Вид добавки	Содержание, %		1	7	28
—	—	—	0,500	5,5	19,8	26,5
SNF	СП1	0,6	0,425	6,2	24,0	27,6
	Bevaloid 36	0,6	0,425	6,1	18,0	21,0
SMF	Peramin SMF-10	0,4	0,450	4,3	11,8	24,5
	Melment F-10	0,4	0,425	5,2	12,8	13,3
PCE	Viscocrete 125	0,2	0,425	6,5	48,1	50,2
	Viscocrete 225	0,2	0,440	22,0	45,0	50,0
	Melflux 5581F	0,2	0,425	9,2	48,0	55,0
	TCM PC 101	0,2	0,375	12,4	45,3	53,5
	Reomax PC 3901P	0,2	0,470	14,0	38,0	43,5

МЕСТОРОЖДЕНИЕ КАОЛИНА ЖУРАВЛИНЫЙ ЛОГ



каолинокварцсодержащие материалы:

- **Метакаолин МКЖЛ**
- модификатор структуры цементного камня
- **Обогащенные каолины**
- **Пески кварцевые фракционированные**
- **Минеральный порошок**
- кварцевая мука
- **Каолинокварцевая СмесЬ**
(Каолин-сырец, Премикс)

ООО «ПЛАСТ-РИФЕЙ»

Россия, Челябинская область,
г.Пласт, Магнитогорский тракт, 1
(35160) 2-26-56
(35160) 2-29-45

www.kaolinzhil.ru plast-rifey@chel.surnet.ru

Таблица 2
Технические характеристики самовыравнивающихся напольных покрытий с добавкой метаксаолина (протокол испытаний)

Показатель	Без добавки	С метаксаолином (3 %)
В/Т	0,17	0,17
Подвижность, см (ГОСТ 31356-2007)	22	22
Марка по подвижности, R_k	R_{k5}	R_{k5}
Время сохранения подвижности, мин, не менее	20	20
Возможность технологического передвижения, ч	6	4
Прочность при сжатии, МПа, в возрасте, сут:		
1	2,3	5,5
7	5,1	14,6
28	19,0	21,6
Прочность сцепления с основанием, МПа	Более 1,0	Более 1,0
Линейная деформация, %	-0,1	-0,03

Таблица 3
Технические характеристики ремонтного состава для первоначального грубого выравнивания

Показатель	Без добавки	С метаксаолином (2,5 %)
В/Т	0,13	0,13
Подвижность, см (ГОСТ 31356-2007)	11	11
Марка по подвижности, R_k	R_{k1}	R_{k1}
Время сохранения подвижности, мин, не менее	30	30
Прочность при сжатии, МПа, в возрасте, сут:		
1	1,4	1,8
7	14,0	19,0
28	19,2	21,2
Прочность сцепления с основанием, МПа	Более 0,8	Более 0,9
Линейные деформации, %	-0,09	-0,07

Таблица 4
Технические характеристики состава обмазочной гидроизоляции

Показатель	Контрольный	С метаксаолином (4 %)
В/Т	0,24	0,24
Подвижность, см (ГОСТ 31356-2007)	15	14,5
Водоудерживающая способность, %	93,8	97,8
Прочность при сжатии, МПа, через сут:		
1	0,6	1,2
7	12,7	16,4
28	17,0	20,0
Прочность сцепления с основанием через 7 сут, МПа	0,9	1,2
Линейные деформации, %	-0,12	-0,11
Водонепроницаемость, марка, в возрасте 14 сут	W8	W18

каторы (PCE) — Melflux 5581F (Германия), ViscoCrete 125P и ViscoCrete 225P (Швеция), TCM PC 101 (Китай), Reomax PC 3901P (РФ).

Растворные смеси цемента с добавкой метаксаолина и песка (Ц/П = 1 : 3) в сочетании с различными суперпластификаторами готовили при соотношении В/Ц, обеспечивающем оптимальную удобоукладываемость (расплыв 106—115 мм по ГОСТ 310.4). Данные об изменении прочности растворов, содержащих метаксаолин МКЖЛ в количестве 10 % массы цемента в сочетании с добавками суперпластификаторов, представлены в табл. 1.

Установлено, что для растворных смесей с добавкой метаксаолина МКЖЛ (РФ) наиболее эффективно применение гиперпластификаторов

на поликарбоксилатной основе, что обеспечивает не только снижение водопотребности на 15—25 % при сохранении подвижности, но и увеличение прочности растворов как в ранние, так и поздние сроки твердения на 50—100 %.

Поликарбоксилатные гиперпластификаторы по эффекту повышения прочности растворов с 10 %-м замещением цемента на метаксаолин МКЖЛ можно расположить в следующий ряд: ViscoCrete 225 > TCM PC 101 > Melflux 5581F > Reomax 3901P.

Эффективность метаксаолина в составе сухих строительных смесей

Эффективность добавок метаксаолина при замещении им 10 масс. % портландцемента в составах сухих строительных смесей была оценена на четырех составах различного назначения: сухой смеси для самовыравнивающегося напольного покрытия и трех ремонтных составах. Содержание метаксаолина в сухих смесях составляло 3—5 масс. %. В качестве водоредуцирующих добавок в составах сухих смесей использовались гиперпластификаторы на поликарбоксилатной основе (Melflux 5581F, ViscoCrete 225, TCM PC 101). В табл. 2—5 приведены сравнительные результаты определения технических характеристик сухих смесей составов, не содержащих метаксаолин, и составов с добавкой метаксаолина. Испытания проводились по ГОСТ 31356-2007, ГОСТ 31358-2007 на лабораторном оборудовании TESTING (Германия).

Самовыравнивающиеся напольные покрытия готовились по базовой рецептуре [9] на основе смеси портландского и глиноземистого цементов с добавлением β -CaSO₄ · H₂O. В рецептуре сухой строительной смеси для самовыравнивающегося напольного покрытия часть портландцемента замещалась метаксаолином МКЖЛ, содержание которого в смеси составляло 3 масс. %. В качестве суперпластификатора в данной рецептуре использовался поликарбоксилатный суперпластификатор Melflux 5581F.

Технические характеристики напольного покрытия двух составов — контрольного и с добавкой метаксаолина МКЖЛ — приведены в табл. 2.

Результаты сравнительных испытаний показали, что введение 3 масс. % метаксаолина МКЖЛ в состав напольного покрытия обеспечивает ускорение формирования прочности, необходимой для технологического передвижения по полу (на 2 ч), увеличивает прочность в начальные сроки твердения 1—7 сут в 2—3 раза, повышает эксплуатационную прочность за счет пуццолановой активности метаксаолина. Снижение усадочных деформаций в 3 раза предположительно объясняется дополнительным формированием гидросульфаталюминатов кальция (этtringита) в составе с добавкой метаксаолина в начальные часы твердения.

Ремонтные составы. В табл. 3—5 приведены результаты испытаний технических характеристик ремонтных составов различного назначения: состава для грубого выравнивания поверхностей, содержащего наполнитель ($d_{max} = 2,5$ мм); обмазочной гидроизоляции с наполнителем ($d_{max} = 0,315$ мм); быстротвердеющего высокопрочного гидроизоляционного состава с наполнителем ($d_{max} = 2,5$ мм).

В ремонтных составах, содержащих метаксаолин МКЖЛ в количестве 2,5—5 масс. %, зафиксировано увеличение на 20—50 % прочности ремонтных составов в разные сроки твердения. Отмечено увеличение водоудерживающей способности растворных смесей, содержащих добавку 4—7 масс. % метаксаолина. В ремонтном составе без водоудерживающей добавки (табл. 3) достигается значение водоудерживающей способности более 95 %, что соответствует требованиям, предъявляемым к сухим строительным смесям по ГОСТ 31357—2007. Данный эффект объясняется снижением водоотделения цемента с добавкой метаксаолина. Испытание водоотделения цемента ПЦ 500-Д0 и состава, в котором 10 % цемента замещено на метаксаолин МКЖЛ, проведенное по ГОСТ 310.6—85, показало, что при введении этой добавки водоотделение цемента снижается на 7 %.

Кроме того, следует отметить значительный эффект от введения добавок метаксаолина в гидроизоляционные составы, приводящий к увеличению водонепроницаемости составов в 2 раза. При этом гидроизоляционные свойства формируются уже в начальные сроки твердения (7 сут) за счет уплотнения структуры цементного камня частицами метаксаолина высокой дисперсности.

Таблица 5

Технические характеристики ремонтного быстротвердеющего высокопрочного гидроизоляционного состава

Показатель	Контрольный	С добавкой 5 масс. % метакеолина
В/Т	0,16	0,16
Подвижность, см (ГОСТ 31356-2007)	24	23,8
Водоудерживающая способность, %	90,7	97,6
Сроки схватывания, мин.:		
начало	140	86
конец	более 180	120
Объемное водопоглощение, %	7,4	6,0
Прочность при сжатии, МПа, в возрасте:		
5 ч	1,7	2,6
1 сут	22,3	30,8
7 сут	57,8	80,6
28 сут	68,3	80,6
Прочность сцепления с основанием, МПа	Более 2,1	Более 3,3
Линейные деформации, %	-0,1	-0,1
Водонепроницаемость, марка, в возрасте 7 сут	W10	более W20

Выводы

1. Установлена оптимальная степень замещения портландцемента метакеолитом МКЖЛ в составах растворных смесей, равная 10 %, которая обеспечивает повышение прочности растворов.
2. Исследовано влияние серии пластифицирующих добавок различного химического состава на свойства растворных смесей и растворов. Показано, что наиболее эффективными в составах, содержащих добавку метакеолина, являются гиперпластификаторы на поликарбонатной основе, которые обеспечивают снижение водопотребности растворных смесей и повышение прочности растворов, содержащих метакеолит, во все сроки твердения.
3. Введение метакеолина в состав сухой строительной смеси для быстротвердеющего самовыравнивающегося напольного покрытия приводит к увеличению прочности и снижению усадочных деформаций при твердении.
4. Введение метакеолина в состав сухих ремонтных строительных смесей обеспечивает повышение водоудерживающей способности гидроизоляционных составов без дополнительного введения специальных водоудерживающих добавок.
6. Введение метакеолина обеспечивает повышение водонепроницаемости гидроизоляционных ремонтных составов за счет уплотнения структуры растворов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Siddique R., Khan M.I. Supplementary cementing materials. Springer, 2011. 287 p.
2. Siddique R., Klaus J. Influence of metakaolin on the properties of mortar and concrete // Applied Clay Sci. 2009. Vol. 43, N 3–4. P. 392–400.
3. Брыков А.С. Метакеолит // Цемент и его применение. 2012. № 4. С. 36–40.
4. Newman J., Choo B. Advanced concrete technology 1: Constituent materials. Butterworth-Heinemann, 2003. 280 p.
5. Curcio F., De Angelis B.A., Pagliolico S. Metakaolin as a pozzolanic microfiller for high-performance mortars // Cement and Concrete Res. 1998. Vol. 28, N. 6. P. 803–809.
6. Badogiannis E., Kakali G., Dimopoulou G. et al. Metakaolin as a main cement constituent. Exploitation of poor Greek kaolins // Cement and Concrete Composites. 2005. Vol. 27. P. 197–203.
7. Janotka I., Puertas IF., Palacios M. et al. Metakaolin sand-blended-cement pastes: rheology, hydration process and mechanical properties // Construction and Buildings Materials. 2010. Vol. 24. P. 791–802.
8. Lagier F., Kurtis K.E. Influence of Portland cement composition on early age reactions with metakaolin // Cement and Concrete Res. 2007. Vol. 37. P. 1411–1417.
9. Mendes A., Gates W.P., Sanjayan J.G., Collins F. NMR, XRD, IR and synchrotron NEXAFS spectroscopic studies of OPC and OPC/slag cement paste hydrates // Materials and Structures. 2011. Vol. 44, N 10. P. 1773–1791.
10. Ramachandran V.S. Handbook of analytical techniques in concrete science and technology. Norwich, NY [et al.]: William Andrew Publishing, 2001. 990 p.
11. Хант Ч.М. Инфракрасные спектры поглощения некоторых соединений системы CaO–SiO₂–Al₂O₃ // Четвертый международный конгресс по химии цемента: сборник докл. М.: Изд-во литературы по строительству, 1964. С. 240–247.

Силосные системы Транспортировка Дозирование **Подача материала** Подготовка



**Эффективная и экономичная
обработка альтернативного топлива**

Дозирование топлива DI MATTEO – компания с более чем 45-летним опытом, установившая множество стандартов в области переработки альтернативных видов топлива.

В числе наших продуктов и услуг:

- Система **ODM-Multi FUEL** – оригинальная концепция DI MATTEO, включающая в себя все необходимые этапы работы с топливом (в том числе разгрузку, хранение, дозирование и подачу на сжигание) с использованием минимального пространства
- **ODM-DiscSCREEN SSM** – экранирующий диск для отделения чрезмерно крупных кусков транспортируемого материала
- **ODM-Injector IZS®** – поворотный клапан для обеспечения стабильности подачи материалов при помощи сжатого воздуха. Производительность до 30 т/ч, плотность материала 0,05–1,3 т/м³
- Шнековые конвейеры, например **ODM-ScrewFEED** и **ODM-ScrewDOS®**, для транспортировки сыпучих материалов в горизонтальном и вертикальном направлении



DI MATTEO Group

Römerstr. 1 - 16
D-59269 Beckum
Телефон: +49 (0) 25 21. 93 44 - 0
Факс: +49 (0) 25 21. 93 44 - 222
www.dimatteo.de
info@dimatteo.de

