

Заключение

Использование сухих строительных смесей в ремонтных и восстановительных работах принципиально меняет культуру этих работ за счет высокой стабильности качества сухих смесей заводского изготовления, максимального исключения мокрых процессов на площадке, существенного сокращения трудозатрат при максимальном обеспечении качества работ за счет широкой номенклатуры материалов с узкоспециализированными свойствами. Обязательным условием получения положительных результатов является соблюдение рекомендаций по приготовлению растворных смесей на основе ССС, их нанесению и уходу за материалом поверхности, которыми снабжаются упакованные составы. По-прежнему, остается закономерной зависимость «цена – качество», которая должна учитываться при прогнозировании долговечности отремонтированного объекта.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Карапузов Е.К., Лутц Г., Герольд Х., Толмачев Н.Г., Спектр Ю.П. Сухие строительные смеси /Справочное пособие. - К.:Техника,2000.-С.233.
2. Урецкая Е.А., Смирнов И.И., Жукова Н.К., Филипчик З.И. Модификация сухих смесей дисперсионными порошками и эфирами целлюлозы – путь к повышению их качества и долговечности // Тр. 2 межд. конф. «Современные технологии сухих смесей в строительстве» - С.-Петербург,2000.- с.28-35.
3. Рунова Р.Ф., Носовский Ю.Л. Особенности применения минеральных вяжущих в сухих строительных смесях // Там же, с.16-28.
4. Байер Р., Лутц Г. Сухие строительные смеси. Репринт из энциклопедии промышленной химии. Венхейм, 2003., С.36.
5. Рунова Р.Ф., Носовський Ю.Л. Особливості технології застосування тонкошарових литих розчинових сумішей на будівельних об'єктах. СЛАВПОЛИКОМ '2004, - Ялта, с. 18-24.

УДК 666.96

РАЗРАБОТКА ОТДЕЛОЧНЫХ РАСТВОРОВ ПОВЫШЕННОЙ ДОЛГОВЕЧНОСТИ НА ОСНОВЕ БЕЛОГО ПОРТЛАНДЦЕМЕНТА

Рунова Р.Ф., доктор технических наук, профессор КНУСА, академик АСУ, г. Киев.

Пипа В.В., технический директор ОАО “Павлограджилстрой”, аспирант КНУСА, г. Павлоград.

Как известно, в современном строительстве применяются жесткие требования к качеству строительных материалов. Одним из важнейших критериев качества любого материала является его долговечность, т.е. способность удовлетворять требованиям в течение продолжительного периода.

В настоящее время происходит смена парадигмы, это особенно заметно в западноевропейских странах. Экономика и экология больше не противостоят друг другу. Эстетика приобретает новое определение: красиво только то, что долго служит и органично вписывается в культурные традиции. Архитекторы, инженеры, строительные организации признают свою ответственность в сфере экологической политики. С настоящего времени развивается эстетически и экологически осознанное отношение к отделке фасада. Поскольку фасад здания является внешней составляющей архитектурного восприятия объекта, то к отделочным материалам на основе белого цемента предъявляется дополнительное требование - высокая степень белизны.

В последнее десятилетие в Украине сформировалось мощное направление строительной индустрии - производство растворов по технологии сухих строительных смесей. Высокий темп развития этой отрасли отражается во всевозрастающей потребности в высокотехнологичных материалах строительного назначения. Например, производство украинскими предприятиями сухих строительных смесей по данным Ассоциации производителей ССС Украины составило в 2004 году около 400 тыс. тонн, а темп роста в целом составляет 35 – 40 % в год, что является многообещающим показателем. Из многочисленного ассортимента растворных смесей особое место занимают фасадные отделочные растворы, применяемые как в виде декоративных штукатурных смесей, так и в виде шпаклевок. Основным связующим в таких смесях служит белый цемент.

Следует отметить, что работы по отделке поверхности строительными смесями производятся в тонком слое (это одна из отличительных особенностей ССС) и составляет, как правило, 0,5- 5 мм, в котором раствор должен набирать прочность. Поскольку кинетика гидратации цемента в таких условиях отличается от гидратации в толстом слое, то отсюда вытекает задача создать высокотехнологичный рабочий раствор, удовлетворяющий потребительскому спросу и отличающегося повышенными показателями долговечности.

Известно, что для создания такого раствора, необходимо подобрать качественные ингредиенты смеси, где одним из наиболее важных компонентов является белый портландцемент. К сожалению, украинская цементная отрасль его не производит, поэтому анализ проводился среди зарубежных цементов.

Россия - ОАО "Щуровский цемент" г. Коломна, Московская обл. – мокрый способ производства,

Дания – «ALBORG PORTLAND a. s.» - сухой способ производства;

Словения – «Holcim White» - сухой способ производства;

Турция - TM «Çimsa», г. Мерсин – сухой способ производства;

Болгария – «Девня цемент» - сухой способ производства.

Исследование минералогических составов белых портландцементов различных производителей показало, что минимальное содержание трехкальциевого силиката имеет турецкий цемент (55,8%) а максимальное – датский и словенский (73%). Высокое содержание алита в этих цементах

обеспечивает быстрый набор прочности в процессе твердения, и исследуемые цементы набирают достаточно высокую прочность уже к 7 суткам.

Таблица 1

Производство БПЦ в 1999 году [1].

Страны	Производство БПЦ, млн. т.
Китай	2,970
Иран	0,900
Испания	0,785
Дания	0,650
Турция	0,550
США	0,430
Франция	0,390
Египет	0,300
Индия	0,286
Другие страны	2,240
Итого	9,501

Таблица 2

Химический состав белых портландцементов, %

Состав	Россия	Дания	Словения	Турция	Болгария
SiO ₂	21,930	25,00	22,7	21,900	22,870
Al ₂ O ₃	4,740	1,900	4,15	4,300	4,130
Fe ₂ O ₃	0,780	0,320	0,220	0,200	0,230
CaO	65,140	69,400	67,0	65,400	68,000
CaO _{св}	1,120	2,250	0,000	2,000	2,080
Na ₂ O	0,200	0,230	0,400	0,800	0,510
ППП	3,205	0,550	2,500	2,700	1,130

Таблица 3

Минералогический состав белых портландцементов, %

Состав	Россия	Дания	Словения	Турция	Болгария
C ₃ S	60,0	73,0	73,0	55,8	69,0
C ₂ S	25,0	16,0	8,0	25,0	21,0
C ₃ A	12,0	4,6	12,0	11,8	8,5
C ₄ AF	3,0	1,0	1,0	0,6	1,5

Минимальное содержание алюминатов имеет датский портландцемент (количество C₃A=4,6%), максимальное – российский и словацкий (C₃A=12%).

По требованиям ГОСТ 965 «Портландцементы белые. ТУ» тонкость помола белых портландцементов характеризуется остатком на сите 0,08 не

более 12%, что соответствует удельной поверхности не менее 250 м²/кг. Все виды представленных белых портландцементов соответствуют этим требованиям. Значения удельной поверхности располагаются следующим образом: Россия - 380 м²/кг; Дания - 385 м²/кг; Словения – 475 м²/кг; Турция – 545 м²/кг; Болгария - 560 м²/кг. Зарубежные белые портландцементы имеют оптимальный гранулометрический состав, что достигается с помощью применения замкнутого цикла и использования сепаратора [2].

Белизна цемента определялась с помощью колориметра ЦУ ТЭП-НСВ. Результаты исследований приведены в таблице 4.

Таблица 4
Степень белизны различных белых цементов, %

	Россия	Дания	Словения	Турция	Болгария
Коэффициент отражения, К отр., %	73,1	79,2	82,6	84,2	81,7

На основании вышеприведенных данных, а также учитывая экономические показатели (в том числе и возможность оперативной доставки украинскому потребителю) было решено использовать в качестве материала для дальнейших исследований белый портландцемент турецкого производства TM «Çimsa», г. Мерсин.

Растворы изготовленные на базе белого портландцемента характеризуются низкой стойкостью к химической коррозии. К причинам этого относят следующие факторы:

- цементное тесто содержит гидроксид кальция – Ca (OH)₂, который принимает участие в гидролизе силикатов кальция в портландцементном клинкере. Ca (OH)₂ характеризуется высокой химической активностью. Это и является обычно причиной химической коррозии - хлорной, серной и кислотной, а также может вызывать выцветы. Образующаяся при гидратации алюминатов кальция известь впоследствии реагирует с сульфатами, наблюдается рост кристаллов этtringита;
- структура цементного теста содержит значительное количество открытых пор, что способствует интенсивному переносу газов, воды и растворённых химически агрессивных реагентов.

Это негативное состояние можно улучшить, введя в состав белого портландцемента минеральные добавки, обладающие пуццолановыми свойствами. Экспериментально доказано, что в случае введения пуццолановых добавок в цемент, шлакощелочное вяжущее или в обожженную известь наблюдается позитивное изменение свойств растворов, изготовленных на их основе. Изменения, о которых идет речь, относятся, прежде всего, к микроструктуре материала. Происходит не только уменьшение его общей пористости, но и изменение структуры пор. Уменьшается количество капиллярных и увеличивается содержание гелевых пор, что является непосредственным эффектом протекания пуццолановой реакции и образования дополнительного количества фазы C-S-H. Этот эффект наблюдается в зоне контакта между цементным камнем и зернами

заполнителя. Эта зона сильнопористая и характеризуется повышенным содержанием $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Пуццолановая реакция, возникающая в контактной зоне, влияет на связывание $\text{Ca}(\text{OH})_2$, следствием чего является уменьшение плотности и толщины контактного слоя, а следовательно – рост адгезии затвердевшего цементного камня к зернам песка. Затем при протекании пуццолановой реакции между метаксаолином и $\text{Ca}(\text{OH})_2$ образуется дополнительное количество гидросиликатной фазы C-S-H , а также гидроалюминатов кальция — C_4AH_{13} , C_3AH_6 , C_2ASH_8 . Упомянутые качественные и количественные изменения в микроструктуре затвердевшего цементного камня обуславливают повышение плотности и морозостойкости цементных растворов. Наряду с изменением структуры пор цементного камня снижается возможность диффузии воды, CO_2 и агрессивных растворов, содержащих ионы хлора и серы через раствор. Введением в белый портландцемент метаксаолина можно получить специальный раствор с повышенной прочностью и коррозионной стойкостью [3].

Кроме этого добавка пуццоланы ускоряет гидратацию C_3S за счет его стимуляции при адсорбции ионов кальция в присутствии пуццолана и увеличением поверхности вызванное добавкой пуццоланы. Гидратация пуццолана ускоряет также гидратацию фазы C_3A в цементе [4].

В качестве активной пуццолановой добавки был выбран метаксаолин, получаемый путём обжига каолина при температуре 850°C . Помимо этого он имеет высокую степень белизны порядка 73% среди пуццолановых добавок, что делает его наиболее выгодным для создания фасадных растворов повышенной долговечности на основе белого портландцемента.

В соответствии с ASTM C618 пуццоланы определяются как «кремнеземистые или кремнеземистые и глиноземистые материалы, которые сами по себе обладают небольшими или вообще не обладают вяжущими свойствами, но в сильно измельченном виде и в присутствии влаги вступают в химическую реакцию с гидроксидом кальция при нормальной температуре с образованием соединений, обладающих вяжущими свойствами» [5].

Промышленное производство этой продукции освоено украинским предприятием «Георесурс». Технические характеристики и химический состав приведены в таблицах 5, 6.

Таблица 5

Физические свойства метаксаолина

1	Химическая формула каолина	$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$
2	Агрегатное состояние (20°C , 760мм рт. ст.)	сыпучий
3	Цвет	белый
4	Летучесть, $\text{мг}/\text{м}^3$ при 20°C	не летучий
5	Внешний вид	порошкообразный
6	Насыпная плотность	$0,36\text{г}/\text{см}^3$
7	Плотность	$2,6\text{г}/\text{см}^3$
8	Удельная поверхность	$12-18\text{ м}^2/\text{г}$
9	Коэффициент отражения, %	73,1

Таблица 6

Химические свойства метакеолина

SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	ППП
52,5	0,7	42,2	0,34	0,01	0,25	0,3	0,1	0,9	0,5

В виде заполнителя применялся песок Привольского месторождения соответствующий ГОСТ 6139 –91 «Песок нормальный для испытания цементов» [6].

Испытания образцов проводились на лабораторном оборудовании итальянской фирмы «CONTROLS»®.

На рис. 1 приведена зависимость В/Ц от содержания метакеолина. РК=const=113 мм.

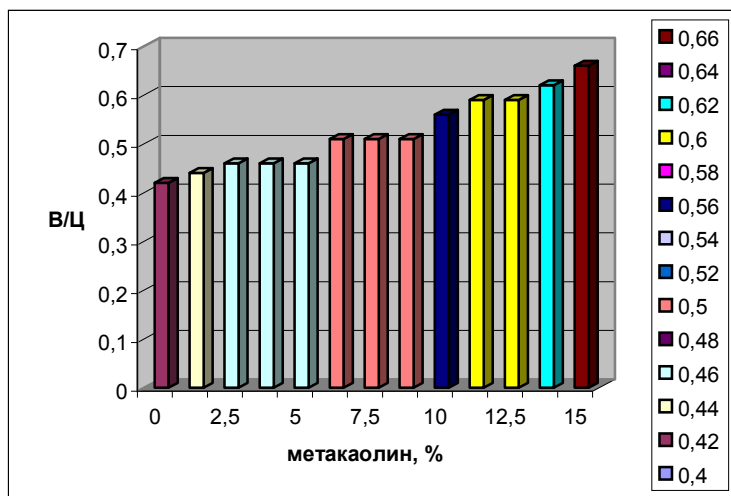


Рис. 1. Зависимость В/Ц от содержания метакеолина.

На рис. 2 приведена зависимость прочности на 2-е (1-й ряд), 7-е (2-й ряд) и 28-е (3-й ряд) сутки от содержания метакеолина.

Увеличение В/Ц отношения, как известно, отрицательно сказывается на прочности, морозостойкости и, следовательно, на долговечности, поэтому для снижения водоцементного отношения был применён суперпластификатор «Melment F-10»® производства ФРГ. Этот сухой порошок производится путём химической модификации продукта конденсации меламинформальдегида. Принцип действия такого типа пластификатора заключается в образовании совместно с водой скользящей плёнки (смазочная плёнка), благодаря чему снижается трение между жесткими компонентами раствора, а, следовательно, и меньшее количество воды в раствор [7].

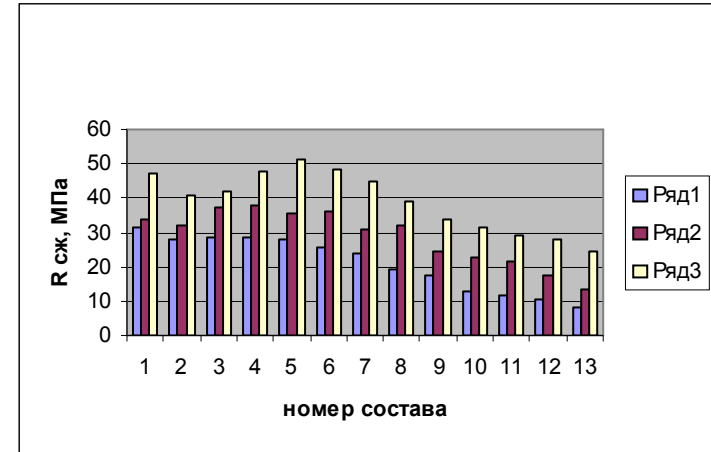


Рис. 2. Зависимость прочности на сжатие от содержания метакаолина.

Одним из важных факторов нарастания прочности строительного раствора является дозировка суперпластификатора. Поскольку «Melment F-10»® относится к пластификаторам I-й группы [8], то его рекомендуемая дозировка составляет от 0,5 до 2% от массы портландцемента.

Для продолжения эксперимента был выбран состав № 5, содержащий 5% пуццолановой добавки.

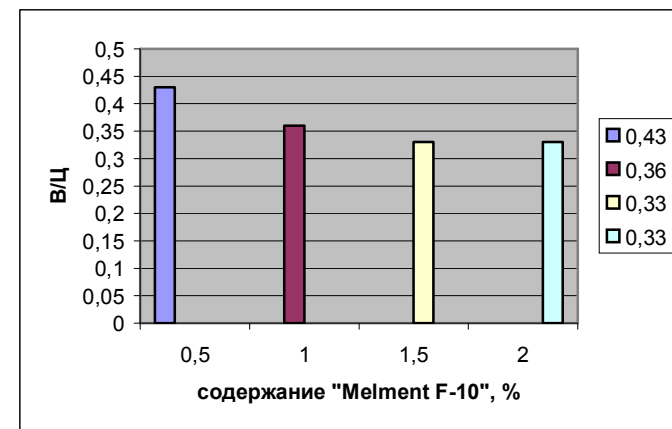


Рис. 3. Зависимость В/Ц от содержания суперпластификатора.

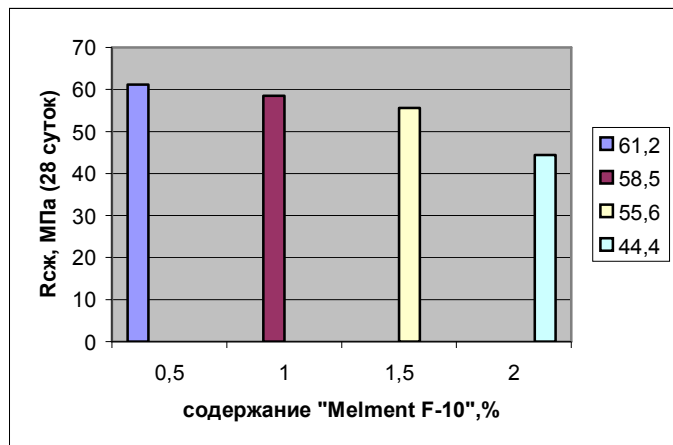


Рис. 4. Зависимость прочности на сжатие от содержания суперпластификатора.

Для определения величины усадки изготавливались образцы 40x40x160 мм., и помещались в приборы FORM+TEST®. Средняя величина усадки составила 0,12 мм/м.

Адгезия определялась с помощью прибора ПСО - МГ4, и в среднем составила 0,46 МПа.

Приведенные результаты позволяют с уверенностью утверждать о возможности получения отделочных растворов на основе белого портландцемента повышенной долговечности и целесообразности его пуццоланизации метакаолином для достижения заданных свойств. При проведении дальнейших испытаний будет уделено внимание подбору высококачественного заполнителя с минимальным содержанием Fe₂O₃.

Для достижения высоких адгезионных показателей раствора, работающего в тонком слое необходимо применять как водоудерживающие добавки, так и редиспергируемые порошки.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Зубехин А.П., Голованова С.П., Кирсанов П.В. Белый портландцемент/ Под ред. А.П. Зубехина. – Ростов н /Д: Ред. ж. «Изв. вузов. Сев.- Кавк. регион», 2004. – 264 с.
2. Кузьмина В.П. Портландцемент цветной и декоративные сухие строительные смеси. Производство и перспективы развития отрасли. Материалы международной научно – технической конференции. Киев – 2004.
3. Хімічні і мінеральні добавки в бетон/ За заг. ред. О. Ущерова- Маршака. –

- Х.: Колорит, 2005.- 280 с.: ил.
4. Takemoto K., Uchikawa H. Hydration of pozzolanic cement // 7th ICCI.- Paris, 1980. Vol. 4. – P. 21 – 29.
 5. Федосов С.В., Базанов С.М. Сульфатная коррозия бетона/ М. Издательство АСВ, 2003. – 192 с., ил.
 6. ГОСТ 6139-91 «Песок нормальный для испытания цементов».
 7. Е. Гайек, П. Дьеркес Рентгенографические исследования воздействия Мельмента на гидратацию гипса и цементных фаз C₃A и C₃S. Мельмент-Симпозиум, Тростберг 1973, стр. 5-18.
 8. Батраков В.Г. Модифицированные бетоны. Теория и практика. М., 1998.

УДК 699.812

**ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ДОБАВОК В
ПРОИЗВОДСТВЕ ПЕНОПОЛИСТИРОЛБЕТОНА**

*Н.В. Савицкий, д.т.н., проф., А.В. Воробьева, асп., В.А. Чернец, асп.
Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры
г.Днепропетровск, Украина*

АННОТАЦИЯ: В статье приведены результаты исследования влияния комплексных добавок на основные характеристики конструкционно-теплоизоляционного материала – пенополистиролбетона.

Постановка проблемы. Резкое повышение нормативов теплозащиты ограждающих конструкций зданий, предусмотренное СНиП II -3 -79*, требует изменение привычных и разработки рациональных решений эффективных теплоизоляционных материалов, которые должны основываться на комплексном учете всех технико-экономических показателей с внедрением результатов исследований в практику.

Анализ последних достижений и публикаций. Проблема энергосбережения в жилищно – коммунальном хозяйстве требует разработки и внедрение энергоэффективных ограждающих конструкций. Одним из таких материалов является пенополистиролбетон, который характеризуется низкой плотностью, и одновременно высокими прочностными и низкими деформативными свойствами.

Цель исследования. Целью исследования является изучение влияние комплексных химических добавок на физико-механические свойства пенополистиролбетона.

Изложение основного материала. На протяжении последних десятилетий добавки в бетоне приобрели большое значение и, без сомнения, дали возможность разрешить большинство проблем, которые возникают при строительстве. Благодаря химическим добавкам можно с экономической выгодой придавать бетону полезные особенности и получить новые технологические возможности.

Основными компонентами для производства пенополистиролбетона являются вяжущее, заполнитель, а также структурообразующие добавки различной природы.