

Логанина В. И., д-р техн. наук, проф.,
Давыдова О. А., канд. техн. наук,
Кислицына С. Н., канд. техн. наук, доц.,
Симонов Е. Е., аспирант

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ В ОТДЕЛОЧНЫХ ИЗВЕСТКОВЫХ СОСТАВАХ МОДИФИЦИРОВАННОГО ДИАТОМИТА*

loganin@mail.ru

Установлено, что применение в известковых составах, предназначенных для реставрации зданий исторической застройки и отделки вновь возводимых объектов, модифицированного золев кремниевой кислоты диатомита приводит к повышению прочности композита.

Эффективность действия модифицированного диатомита определяется комплексом факторов, среди которых высокая активность взаимодействия с известью с образованием гидросиликатов кальция.

Ключевые слова: составы для отделки, известковый композит, модифицированный диатомит, пуццолановые реакции.

Для реставрации зданий исторической застройки в основном применяются составы на известковом связующем [1]. Рецептура таких смесей содержит многочисленные добавки (водоудерживающие, редиспергирующие полимеры, ускорители и др.), которые доставляются из-за рубежа, что делает производство ССС зависимым от поставок.

В связи с этим актуальным является получение рецептуры известковых составов, содержащей минимальное количество модифицирующих добавок зарубежного производства.

При разработке рецептуры известковых составов в качестве наполнителя применяли диатомит Инзенского месторождения с содержанием кремнезема 85,81%, в качестве вяжущего – известь-пушонку 2 и 3-го сорта с активностью соответственно 84 и 71%. Для повышения активности диатомита проводили его модификацию, заключающуюся в его обработке золев кремниевой кислоты [2]. Технология введения золя предусматривала смешение молотого диатомита с удельной поверхностью $S_{уд} = 10982,58 \text{ см}^2/\text{г}$ с золев кремниевой кислоты в соотношении 1: 1,5. Полученная суспензия выдерживалась в течение 1 час, после чего высушивалась по постоянной массе и измельчалась до той же величины удельной поверхности. Химический состав диатомита, выполненный на спектрометре фирмы «Thermo Scientific»), определялся в научно-технологическом центре (НТЦ) ООО «Диатомовый комбинат». Установлено, что содержание SiO_2 в модифицированном диатомите увеличилось и составляет 89,29 %.

Дополнительно для оценки эффективности модификации диатомита определяли его активность как минеральной добавки по величине растворимости в 20 %-ом растворе КОН. Зависимость между величиной растворимости в 20 % растворе КОН и активностью добавки определя-

ли по графику согласно [3]. Установлено, что активность немодифицированного диатомита составляет 370 мг/г, а активность модифицированного диатомита 400 мг/г.

Оценивалось также количество свободной извести СаО в процессе твердения известкового композита, которое оценивали титрованием. Предварительные исследования показали, что оптимальное соотношение известь: диатомит составляет И:Д=1:4. На рис. 1 приведены данные, характеризующие изменение химически связанной извести в процессе твердения известковых композитов, изготовленных с применением извести 3-го сорта с активностью 71 %.

Установлено, что составы с наполнителем на основе модифицированного диатомита характеризуются большим количеством связанной извести. Уже в возрасте 7 суток твердения количество химически связанной извести составляет 45,76 %, а в контрольном составе – 31,74 %, в возрасте 28 суток соответственно 48,5 % и 34,5 %.

Полученные данные хорошо коррелируют с результатами, полученными методами РФА и дифференциально-термического анализа (ДТА). Установлено, что на рентгенограмме известково-диатомовых образцов с применением модифицированного диатомита увеличена интенсивность линий, относящиеся к гидросиликатам. Кроме того, уменьшается интенсивность пиков, относящихся к порландиту.

При изучении термограмм выявлено, что в составах известкового композита с применением модифицированного диатомита эндотермический эффект, сопровождающийся потерей массы до 3,13 % происходят при нагреве до температур 114,6 °С и обуславливаются удалением свободной воды. В составах на основе диатомита, активизированного кремнеземом, исчезает ступенчатый эндоэффект, присутствующий в контрольных образцах. Дополнительный эндоэффект при

температуре 650 °С, отсутствующий на термограмме контрольных образцов, связан с дегидратацией гидросиликатов кальция С-S-H, что свидетельствует об их большем содержании в известковом композите с применением диатомита,

активированного кремнеземом. Общая потеря массы контрольных образцов составляет 20 %, а образцов с применением диатомита, активированного золев кремниевой кислоты, – 17,5 %.

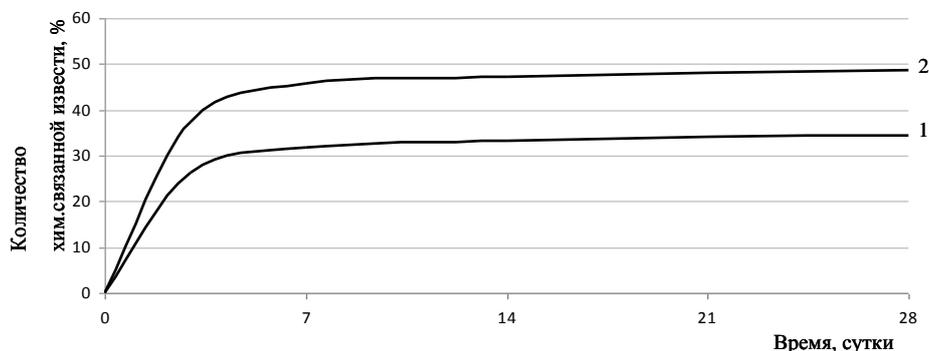


Рис. 1. Изменение химически связанной извести в процессе твердения известковых композитов:

- 1 – известковый композит с применением немодифицированного диатомита;
2 – известковый композит с применением модифицированного диатомита.

Полученные данные РФА и ДТА свидетельствуют о формировании более прочной структуры известкового композита на основе активированного кремнеземом диатомита, что также подтверждено показателями прочности.

При разработке рецептуры для повышения пластичности составов применяли пластифика-

торы: Хидетал-ГП-9, Melflux 1641F, Кратосол, С-3, Melment F15Ci, Кратосол ПЛ, СП-3, Кратосол ПФМ. Реологические свойства определяли с помощью цилиндра Хагермана. В табл.1 приведены значения диаметра расплыва цилиндра известковых составов при введении в рецептуру различных добавок.

Таблица 1

Значения диаметра расплыва цилиндра известковых составов при введении в рецептуру различных добавок

| № п/п | Состав | Вид добавки | Содержание добавки, %, от массы вяжущего | Водоизвестковое отношение, В/И | Расплыв цилиндра, мм | Водоредуцирующий эффект V_d |
|-------|-------------------|----------------|--|--------------------------------|----------------------|-------------------------------|
| 1 | Известковое тесто | - | - | 1,03 | 25 | - |
| 2 | Известковое тесто | С-3 | 0,7 | 1,03/0,607** | 33/25* | 1,7 |
| 3 | Известковое тесто | Melment F 15Ci | 1,0 | 1,03/0,57 | 35/25 | 1,8 |
| 4 | Известковое тесто | Кратосол ПФМ | 0,8 | 1,03/0,607 | 32/25 | 1,7 |
| 5 | Известковое тесто | Melflux 1641 F | 1,0 | 1,03/0,52 | 37/25 | 2 |
| 7 | Известковое тесто | Хидетал | 0,7 | 1,03/0,79 | 28/25 | 1,3 |
| 8 | Известковое тесто | СП-3 | 1,0 | 1,03/0,74 | 29/25 | 1,4 |
| 9 | Известковое тесто | Кратосол | 0,8 | 1,03/0,79 | 28/25 | 1,3 |
| 10 | Известковое тесто | Кратосол ПЛ | 1,0 | 1,03/0,74 | 29/25 | 1,4 |
| 11 | И:Д=1:4 | - | - | 6,66 | 25 | - |
| 12 | И:Д=1:4 | С-3 | 0,7 | 6,66/4,96** | 30/25* | 1,34 |
| 13 | И:Д=1:4 | Melment F 15Ci | 1,0 | 6,66/4,43 | 32/25 | 1,5 |
| 14 | И:Д=1:4 | Кратосол ПФМ | 0,8 | 6,66/5,13 | 28/25 | 1,3 |
| 15 | И:Д=1:4 | Melflux 1641 F | 1,0 | 6,66/3,93 | 35/25 | 1,7 |
| 16 | И:МД=1:4 | - | - | 6,66/6,33 | 26/25 | 1,05 |
| 17 | И:МД=1:4 | С-3 | 0,7 | 6,66/4,87 | 32/25 | 1,37 |
| 18 | И:МД=1:4 | Melment F 15Ci | 1,0 | 6,66/4,33 | 34/25 | 1,54 |
| 19 | И:МД=1:4 | Кратосол ПФМ | 0,8 | 6,66/5,033 | 30/25 | 1,32 |
| 20 | И:МД=1:4 | Melflux 1641 F | 1,0 | 6,66/3,83 | 37/25 | 1,74 |

Примечание. * Над чертой приведены значения диаметра расплыва цилиндра (мм) при водоизвестковом отношении, равном В/И=6,66, под чертой - значения диаметра расплыва цилиндра 25мм с учетом водоредуцирующего эффекта.

** Под чертой приведены значения водоизвесткового отношения при диаметре расплыва цилиндра 25 мм.

Анализ данных, приведенных в табл.1. свидетельствует, что в известково-диатомовых композициях добавки оказывают меньший пла-

стифицирующий эффект по сравнению с известковым тестом. Так, водоредуцирующий эффект при введении добавки Melflux 1641 F в количе-

стве 1% от массы извести в известковое тесто равен 2, а в известково-диатомовые композиции – 1,7. Аналогичные закономерности характерны и для других пластифицирующих добавок.

Известково-диатомовые составы на модифицированном диатомите обладают несколько большим пластифицирующим эффектом по сравнению с контрольным составом (без модификации диатомита). Так, при постоянном диаметре расплава цилиндра, равном 25 мм, водоизвестковое отношение контрольных составов составляет В/И= 6,66, а с применением модифицированного диатомита – В/И=6,33. Значение водоредуцирующего эффекта при введении добавки Melflux 1641 F в составы на основе модифицирующего диатомита составляет 1,74, а в составы с применением немодифицированного диатомита – 1,7. Очевидно, более высокие пластичные свойства составов связано с гидрофизацией поверхности модифицированного диатомита. Проведенными нами испытаниями показали, что активация диатомита способствует гидрофизации его поверхности. Теплота смачивания активированного диатомита при соотношении известь:золь=1:1,5 равна $Q=0,038$ кДж, в то время как контрольного - $0,012669$ кДж [1].

Анализ данных, приведенных в табл.1, свидетельствует, что наибольший пластифицирующий эффект характерен при введении добавки Melflux1641 F, диаметр расплава цилиндра при применении добавки Melflux1641 F составляет 35 -37мм. Наибольшее значение водоредуциру-

ющего эффекта характерно для добавок Melflux 1641 F, Кратосол ПФМ, С-3, Melment F 15Ci., составляющего соответственно 1,7-1,74;1,3-1,32;1,34-1,37;1,5-1,54.

Учитывая высокую стоимость пластифицирующих добавок зарубежного производства и достаточный водоредуцирующий эффект добавок отечественного производства, в дальнейшем применяли добавки С-3, Кратосол ПФМ.

Установлено, что прочность при сжатии в возрасте 28 суток твердения в воздушно-сухих условиях известковых композитов состава известь:диатомит:цемент=И:Д:Ц=1:4:0,1 при В/И=6,0 составляет $R_{сж}=2,4$ МПа, а при введении добавки С-3 в количестве 0,7% от массы извести с учетом водоредуцирующего эффекта - $R_{сж}=2,8$ МПа. Применение модифицированного диатомита приводит к повышению прочности при сжатии, составляющей $R_{сж}=3,6$ МПа (составы были приготовлены на известии 2-го сорта).

Одним из регламентированных нормативными документами свойств смесей, готовых к применению, является водоудерживающая способность, которая должна составлять не менее 95% [2]. В связи с этим в работе оценивалась водоудерживающая способность известковых композиций. При разработке рецептуры в состав вводились модифицирующие добавки Mecellose FMC 2094 и КМЦ марки 75/400.

В табл.2 приведены значения водоудерживающей способности известково-диатомовых композиций.

Таблица 2

Водоудерживающая способность известковых растворов смесей

| Состав | Вид добавки | Количество добавки, %, от массы извести | Водоудерживающая способность, % |
|------------------------|--------------------|---|---------------------------------|
| И:Д=1:4,В/И=6,0 | - | - | 89,7 |
| И:Д:Ц=1:4:0,1,В/И=6,0 | - | - | 91 |
| И:Д:Ц=1:4:0,1,В/И=6,0 | Mecellose FMC 2094 | 0,1 | 97 |
| И:Д:Ц=1:4:0,1,В/И=6,0 | КМЦ 75/400 | 0,1 | 97 |
| И:МД:Ц=1:4:0,1,В/И=6,0 | - | - | 92 |
| И:МД:Ц=1:4:0,1,В/И=6,0 | С-3 | 0,7 | 96 |

Анализ экспериментальных данных свидетельствует, что известковые составы с добавкой цемента и С-3 в количестве 0,7% от массы извести обладают достаточной водоудерживающей способностью, составляющей 96%. В связи с этим отсутствует необходимость введения в рецептуру добавок Mecellose или КМЦ, что приводит к снижению стоимости составов.

Таким образом, применение модифицированного диатомита в известковых отделочных составах с учетом регулирования рецептурно-технологических факторов позволяет получить достаточно прочные экономичные композиты.

**Работа выполнялась в рамках госконтракта с Министерством образования и науки РФ № 13.G25.31.0092.*

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1.Шангина, Н.Н. Особенности производства и применения сухих строительных смесей для реставрации памятников архитектуры/ Н.Н. Шангина, А.М.Харитонов // Сухие строительные смеси – 2011 - №4 - С.16-19
2. Логанина, В.И., Давыдова О.А., Симонов Е.Е.. Влияние активации диатомита на свойства известковых композиций/ В.И. Логанина, О.А. Давыдова, Е.Е. Симонов //Известия вузов. Строительство. – 2011 - № 3 - С.20-24.
- 3.Волженский, А.В. Гипсоцементнопуццолановые вяжущие, бетоны и изделия [Текст] / А.В. Волженский, В.И. Стамбулко, А.В. Ферро-нская. – М.: Изд-во литературы по строительству, 1971. – С. 318.