

УДК 666.92

А. В. КАНДАЕВ, В. Н. ГУБАРЬ

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВОДОСТОЙКОСТИ РЕСТАВРАЦИОННЫХ РАСТВОРОВ

Аннотация. В работе рассмотрены свойства известково-цементных композитов с использованием наполнителя. Приведены показатели нормальной густоты, расслаиваемости и водоудерживающей способности. Из результатов исследований следует, что введение наполнителя позволяет повысить степень заполнения цементного камня и оптимизировать насыщение цементного камня наполнителем, что позволяет снизить водопотребность и повысить прочность по сравнению с цементно-известковой композицией. Для штукатурных известковых смесей оптимальным является сокращение расхода извести на 40...50 % при введении наполнителя в количестве 80 % от заменяемой массы извести. Цементные штукатурные растворы с наполнителем имеют более низкое водопоглощение и меньшее падение прочности в водонасыщенном состоянии на 20...25 % в сравнении с цементно-известковыми растворами, что способствует повышению морозостойкости до 15 %.

Ключевые слова: реставрационные растворы, цементно-известковый раствор, адгезия.

Сохранение памятников архитектуры возможно с помощью грамотно проведенных реставрационных работ [1]. Опыт проведения таких работ постоянно развивается и совершенствуется.

При всем разнообразии реставрационных материалов, в том числе и к вяжущим материалам, предъявляются общие требования. Современные материалы, имеющие непосредственный контакт с подлинными материалами памятника, должны соответствовать им по ряду параметров. Они должны быть близкими к авторскому материалу по фактуре, микро- и макроструктуре, не изменять цвета материала памятника, иметь сопоставимые параметры по прочности и долговечности, должны обладать стойкостью к воздействиям атмосферы, биостойкостью, быть стабильными при длительной эксплуатации.

Поскольку древняя штукатурка выполнена на известковой основе, реставрация такого вида разрушений осуществляется путем инъектирования известково-водного раствора в образовавшиеся пустоты с последующим прижатием отставшей от основы штукатурки [2].

В соответствии со спецификой технологии реставрационных работ, а также с условиями службы и эксплуатационными свойствами используемых материалов к ним предъявляются специальные требования: инъекционные составы на основе извести должны обладать низкой вязкостью и одновременно низкими усадочными деформациями. В противном случае они будут плохо прокачиваться при заполнении ими полостей и отставать от поверхности кирпичной кладки в процессе твердения. Кроме того, они должны иметь высокую адгезионную прочность к кирпичной кладке, а собственную прочность и параметры капиллярно-пористой структуры, по возможности, наиболее близкими к древней штукатурке. Это обуславливает высокую прочность сцепления инъекционного слоя со стенками заполняемой ею полости, монолитность реставрируемого элемента, а также однородность его структуры и свойств.

Водоудерживающая способность – это способность приготовленной смеси удерживать воду во время укладки на его пористом основании. Смесь с хорошей водоудерживающей способностью частично отсасывает воду и уплотняется во время реставрационных работ, это делает смесь более прочной. Повышение этого свойства можно достичь добавлением наполнителей, высокодисперсных добавок, таких как зола, глина и т. д., а также заменой части цемента на известь.

Проведены исследования прочности композиций на цементах ПЦ 500, содержащих известь и наполнитель, с определением показателей нормальной густоты. Наполнитель вводили в количестве от 10 до 60 % от массы цемента. В качестве наполнителя использовали шлам водоочистки ТЭЦ – путем предварительной сушки и последующего измельчения. Испытания проводили на образцах-кубиках размером 20×20×20 мм. Результаты исследований приведены в табл. 1.

Таблица 1 – Прочность и нормальная густота цементных композиций

№ состава	Расход		Прочность, МПа		Нормальная густота
	извести, % от массы цемента	наполнителя, % от массы цемента	7 суток	28 суток	
1	30	–	19,9 (100)	29,8 (100)	0,38
2	30	10	25,2 (125)*	39,1 (128)*	0,26
3	30	30	22,1 (110)	33,7	0,35
4	30	50	15,4 (78)	25,9 (91)	0,43
5	30	60	13,9 (68)	25,1 (86)	0,48

Примечание: * – изменение прочности цементных композиций с наполнителем относительно цементно-известковой композиции, в %.

Анализ полученных результатов позволяет установить, что увеличение дозировки наполнителя ведет к повышению показателя нормальной густоты. Увеличение водопотребления в свою очередь приводит к снижению прочности цементных композиций с наполнителем.

Оптимальное количество наполнителя для штукатурных цементных и известковых растворных смесей определяли, основываясь на показателях прочности растворов, расслаиваемости и водоудерживающей способности растворных смесей. За контрольные принимали составы цементно-известковых штукатурных растворов марок М 50 и М 75 с расходом цемента 156 и 192 кг соответственно, а также известково-песчаный раствор с соотношением извести и песка 1:6, используемый для внутренних отделочных работ. Подвижность растворных смесей составляла 8 см. В исследованиях использовался наполнитель с наибольшим размером зерен 80 мкм. Результаты исследований приведены в табл. 2 и 3.

Таблица 2 – Основные показатели качества штукатурных цементных растворов и растворных смесей

№ состава цемента	Марка контрольного состава	Расход на 1 м ³ , кг			В/Т	Прочность, МПа		Расслаиваемость, %	Водоудерживающая способность, %
		цемента	извести	наполнителя		7 сут	28 сут		
2	161	–	40 (30*/40")	1,69	3,4	4,5	9,7	95,9	
3	158	–	59 (40/60)	1,50	3,9	5,3	8,1	96,4	
4	М75	192	90 (50)	–	1,28	5,1	7,6	8,2	96,6
5		196	–	37(20/40)	1,48	4,4	7,1	9,5	95,8
6		192	–	89 (50/100)	1,36	5,2	7,6	8,5	96,1

Примечание: * – процент ввода извести или наполнителя от расчетной массы цемента; " – процент ввода наполнителя от расчетной массы извести.

Таблица 3 – Показатели качества известковых штукатурных растворов и растворных смесей

№ состава цемента	Расход, кг			Прочность, МПа		Расслаиваемость, %	Водоудерживающая способность, %
	извести	наполнителя	воды	7 сут.	28 сут.		
1	231	–	344	0,8	1,5	7,7	96,3
2	187	35 (20 %)	325	0,5	1,5	7,7	96,5
3	170	59 (30 %)	315	0,8	1,6	7,9	96,2
4	148	79 (40 %)	307	1,4	1,9	8,0	96,5
5	120	95 (45 %)	297	1,1	1,5	8,1	96,3
6	101	120 (60 %)	297	0,7	1,3	8,3	96,1

Примечание: * – процент сокращения расхода извести по массе.

Водоудерживающая способность экспериментальных смесей возрастает по мере увеличения дозировки наполнителя. Основываясь на экспериментальных данных, можно сделать вывод, что по основным свойствам оптимальным является введение наполнителя в количестве 60...100 % от расчетной массы извести.

В известково-песчаных составах часть извести от 20 до 60 % заменяли наполнителем в количестве 80 % от сокращаемого расхода извести.

Анализ полученных результатов показал, что оптимальным является сокращение расхода извести на 40...50 % при введении наполнителя в количестве 80 % от сокращенного расхода извести. Кроме того, в процессе исследований установлено:

– усадочные деформации для цементно-известковых растворов составили 1,5...1,8 мм/м, для цементных с наполнителем – 0,7...1,1 мм/м;

– у известкового контрольного состава усадочные деформации равны 2,1 мм/м, а у известковых растворов с наполнителем показатели составили 1,2...1,4 мм/м;

– снижение усадочных деформаций на 40...60 % способствует формированию более однородной структуры, снижает вероятность появления микротрещин и тем самым повышает прочность штукатурных растворов, содержащих наполнитель.

Из проведенных исследований установлено, что изменение подвижности у штукатурных растворных смесей в сторону уменьшения показателя происходит значительно медленнее, чем у цементного, цементно-известкового составов, и достигло 5 см только через 6–8 часов после начала испытаний.

При производстве штукатурных работ важным показателем растворных смесей является жизнеспособность. С целью выяснения срока возможного применения растворных смесей с наполнителем оценивалось изменение подвижности с течением времени. По экспериментальным данным испытаний построены зависимости, иллюстрирующие изменение подвижности штукатурных растворных смесей от времени проведения испытаний (рисунок).

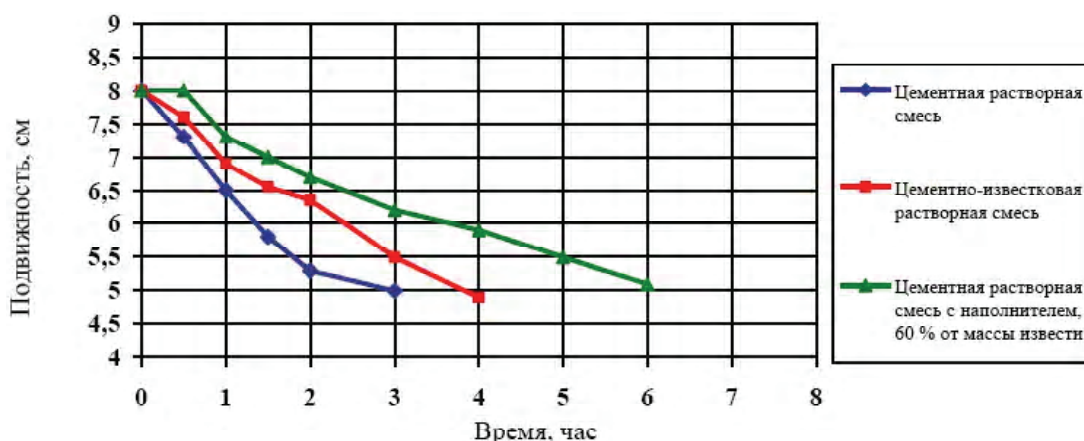


Рисунок – Изменение подвижности штукатурных растворных смесей с течением времени.

Интенсивное изменение подвижности у штукатурных смесей объясняется не только более низкой первоначальной подвижностью, но и большим количеством цемента в штукатурных составах.

ВЫВОДЫ

Из результатов исследований следует, что введение наполнителя позволяет повысить степень наполнения цементного камня и оптимизировать насыщение цементного камня наполнителем, что позволяет снизить водопотребность и повысить прочность по сравнению с цементно-известковой композицией.

Для штукатурных известковых смесей оптимальным является сокращение расхода извести на 40...50 % при введении наполнителя в количестве 80 % от заменяемой массы извести.

Присутствие наполнителя в штукатурных цементных составах позволяет увеличить жизнеспособность растворных смесей в 1,5–2,0 раза. Цементные штукатурные растворы с наполнителем имеют более низкое водопоглощение и меньшее падение прочности в водонасыщенном состоянии на 20...25 %

в сравнении с цементно-известковыми растворами, что способствует повышению морозостойкости до 15 %.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Современный облик памятников прошлого (Историко-художественные проблемы реставрации памятников архитектуры) [Текст] / Под ред. А. С. Щенкова. – М. : Стройиздат, 1983. – 187 с.
2. Ржаницын, Б. А. Общее состояние научных работ по устранению влажности в монументальных зданиях [Текст] / Б. А. Ржаницын // Научный совет по охране памятников культуры. – Вып. V. – Москва : [б. и.], 1970. – С. 1–8.
3. Орехов, С. А. Повышение водоотталкивающих свойств отделочных покрытий на основе строительных растворов [Текст] / С. А. Орехов // Вестник ОГУ. – 2011. – № 4. – С. 189–191.
4. Микульский, В. Г. Строительные материалы (материаловедение и технология) [Текст] : учеб. пособие / В. Г. Микульский. – М. : ИАСВ, 2002. – 536 с.
5. Лесовик, В. С. Повышение эффективности производства строительных материалов с учетом генезиса [Текст] / В. С. Лесовик. – М. : Изд-во АСВ, 2006. – 526 с.

Получена 19.05.2020

А. В. КАНДАЄВ, В. М. ГУБАР
ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ВОДОСТІЙКОСТІ РЕСТАВРАЦІЙНИХ
РОЗЧИНІВ
ДОНБАСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Анотація. У роботі розглянуті властивості вапняно-цементних композитів з впровадженням наповнювача. Наведено показники нормальної густоти, розшарованості та водоутримувальної здатності. З результатів досліджень випливає, що введення наповнювача дозволяє підвищити ступінь наповнення цементного каменю і оптимізувати насичення цементного каменю наповнювачем, що дозволяє знизити водопотребу і підвищити міцність в порівнянні з цементно-вапняною композицією. Для штукатурних вапняних сумішей оптимальним є скорочення витрат вапна на 40...50 % при введенні наповнювача в кількості 80 % від заміної маси вапна. Цементні штукатурні розчини з наповнювачем мають більш низьке водопоглинання і менше падіння міцності у водонасиченому стані на 20...25 % в порівнянні з цементно-вапняними розчинами, що сприяє підвищенню морозостійкості до 15 %.

Ключові слова: реставраційні розчини, цементно-вапняний розчин, адгезія.

ANTON KANDAIEV, VICTOR GUBAR
COMPARATIVE ANALYSIS OF THE WATER RESISTANCE OF RESTORATION
SOLUTIONS

Donbas National Academy of Construction and Architecture

Abstract. The paper considers the properties of lime-cement composites with the introduction of filler. Indicators of normal density, separability and water retention capacity are given. From the research results it follows that the introduction of filler can increase the degree of filling of cement stone and optimize the saturation of cement stone with filler, which reduces water demand and increase strength compared to cement-lime composition. For stucco lime mixtures, it is optimal to reduce the consumption of lime by 40...50 % with the introduction of filler in the amount of 80 % of the replaced mass of lime. Cemented stucco mortars with a filler have lower water absorption and a lower drop in strength in a water-saturated state by 20...25 % in comparison with cement-lime mortar, which increases frost resistance up to 15 %.

Key words: restoration mortars, cement-lime mortar, adhesion.

Кандаев Антон Владимирович – магистрант кафедры технологий строительных конструкций, изделий и материалов ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: использование современных строительных материалов в реставрационных работах.

Губарь Виктор Николаевич – кандидат технических наук, доцент кафедры технологий строительных конструкций, изделий и материалов ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: неразрушающий контроль бетона строительных конструкций.

Кандаєв Антон Володимирович – магістрант кафедри технологій будівельних конструкцій, виробів і матеріалів ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: використання сучасних будівельних матеріалів в реставраційних роботах.

Губар Віктор Миколайович – кандидат технічних наук, доцент кафедри технологій будівельних конструкцій, виробів і матеріалів ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: неруйнівний контроль бетону будівельних конструкцій.

Kandaev Anton – master's student, Technologies of Building Structures, Products and Materials Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: use of modern building materials in restoration work.

Gubar Victor – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Technologies of Building Structures, Products and Materials Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: nondestructive testing of concrete building structures.