

## РЕМОНТНО-РЕСТАВРАЦИОННЫЕ СОСТАВЫ НА ОСНОВЕ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ ИЗВЕСТИ

© Батаев Дена Карим-Султанович (а), Батаева Петимат Денаевна (а), Батаев Адам Денаевич (а)

(а) Комплексный научно-исследовательский институт им. Х.И. Ибрагимова Российской академии наук, [bataeva\\_ggntu@mail.ru](mailto:bataeva_ggntu@mail.ru), г. Грозный

*Аннотация.* Вопросы, связанные с ремонтом, реставрацией и восстановлением памятников истории и культуры всегда актуальны, поскольку они имеют не только историко-культурное значение, но и являются важным фактором социально-экономического развития страны. В работе представлены результаты исследования свойств ремонтных составов на основе гидравлической извести, подтверждающие эффективность их использования при производстве ремонтно-реставрационных работ на объектах культурного наследия. При экспериментальном подборе ремонтно-реставрационных составов использовались методы разрушающего и неразрушающего контроля качества строительных материалов.

*Ключевые слова:* известь, гидравлическая известь, ремонтно-реставрационный состав, ремонт, восстановление, реставрация, памятники истории и культуры.

## REPAIR AND RESTORATION COMPOSITIONS BASED ON HYDRAULIC LIME

© Bataev Dena Karim-Sultanovich (a), Bataeva Petimat Denaевна (a), Bataev Adam Denaevich (a)

(a) Kh. Ibragimov Complex Institute of the Russian Academy of Sciences, [bataeva\\_ggntu@mail.ru](mailto:bataeva_ggntu@mail.ru), Grozny

*Annotation.* Issues related to the repair, restoration and restoration of historical and cultural monuments are always relevant, since they are not only of historical and cultural significance, but are also an important factor in the socio-economic development of the country. The paper presents the results of a study of the properties of repair compositions based on hydraulic lime, confirming the effectiveness of their use in repair and restoration work at cultural heritage sites. During the experimental selection of repair and restoration compositions, methods of destructive and non-destructive quality control of building materials were used.

*Key words:* lime, hydraulic lime, repair and restoration composition, repair, restoration, restoration, historical and cultural monuments.

## ВВЕДЕНИЕ

Российская Федерация богата памятниками истории и культуры. Значительное их количество находится на Юге России. На территории одного Северного Кавказа сосредоточены тысячи разнообразных памятников истории, археологии и архитектуры. Это жилые и оборонительные сооружения, циклопические постройки, жилые, полубоевые и боевые башни, замковые комплексы, погребальные склепы, солнечные усыпальницы, древние языческие святилища и христианские храмы и др.

В Северо-Кавказском федеральном округе (СКФО) на учете находится более 300 объектов культурного наследия федерального значения и более 4000 объектов, обладающих признаками объектов культурного наследия. Однако на данной территории имеется множество неучтенных объектов культурного наследия. Только в горной части Чеченской Республики и Республики Ингушетия находится 239 боевых, 67 полубоевых, 1101 жилые башни с пристройками, 141 циклопических построек, 23 скальных убежищ, 28 отдельных заградительных стен, 1280 склепов, 175 святилищ и храмов.

Для проведения лабораторных исследований с целью определения физических и физико-механических показателей были отобраны пробы раствора кладки стен башенных строений. Лабораторными исследованиями, выполненными в соответствии с общестроительной методикой, установлено, что в составе раствора каменной кладки башен и башенных строений в определенных соотношениях присутствуют следующие компоненты: доломитовый песок, сланцевая крошка, цемянка, известь, в том числе и гидравлическая, казеин, зола и т.д.

Долговечность ремонтных и реставрационных растворов на гидравлической извести сравнительно высока, поэтому памятники истории и культуры XV-XVI вв., уцелевшие от техногенных воздействий все еще сохранили свою несущую способность.

Гидравлическую известь получают обжигом при температуре 900÷1000°C мергелей, содержащих 6÷25% примесей глины ( $Al_2O_3$ ) и песка ( $SiO_2$ ). Кроме этих примесей мергели содержат 3÷5% глинистые и песчаные примеси и 10÷15% углекислого магния [1].

Для получения гидравлической извести необходимы мергелистые известняки с равномерно распределёнными в них включениями, преимущественно, глинистыми. Качество гидравлической извести зависит от вида примесей.

Свойства гидравлической извести колеблются в зависимости от химического и минералогического состава и содержания примесей  $SiO_2$ .

В качестве основной характеристики гидравлической извести используют гидравлический (основной) модуль, который представляет отношение  $CaO$  в % к процентному содержанию оксидов  $Si$ ,  $Al$  и  $Fe$ .

$$ГМ = \frac{CaO}{SiO + Al_2O_3 + Fe_2O_3}$$

Значение гидравлического модуля для гидравлической извести колеблется в пределах от 1,6 до 10 [2, 3].

Различают сильногидравлическую известь ( $ГМ = 1,6÷4,6$ ) и слабогидравлическую известь ( $ГМ = 4,6÷10$ ).

В интервале  $ГМ \leq 1,6$  получают романцемент, а  $ГМ \geq 10$  – воздушную известь.

Гашение гидравлической извести производится водой, при этом частично известь распадается в порошок из гидрата окиси кальция.

Для получения из предельных известей вяжущих со свойствами, необходимыми для приготовления ремонтно-реставрационных составов вводится 3÷4% гипс.

В промышленных условиях производство гидравлической извести состоит из добычи и подготовки сырья (мергелей), обжига сырья и его помола. Мергелистый известняк добывают, дробят и сортируют методами, способами и средствами подобными производству гидратной извести. Обжиг производят при температуре  $t = 900 \div 1000$  °С [4].

При обжиге сырья (мергеля) при температуре  $t = 900 \div 1000$  °С получаем продукт, включающий окись кальция  $\text{CaO}$ , углекислый кальций  $\text{CaCO}_3$  и бета-двухкальциевый силикат  $\beta\text{-C}_2\text{S}$ . Бета-двухкальциевый силикат получается при взаимодействии  $\text{CaCO}_3$  с тонкодисперсным кварцем  $\text{SiO}_2$ .

Прочность и активность гидравлической извести зависит от присутствия  $\text{C}_2\text{S}$ ,  $\text{C}_2\text{AS}$ ,  $\text{C}_5\text{A}_3$ , сульфата кальция  $\text{CaSO}_4$  и железистых соединений. При содержании в гидравлической извести 30÷40% вышеуказанных соединений дает прочность растворов 25÷30 кг/см<sup>2</sup>, при 60÷80 – 180÷200 кг/см<sup>2</sup>, что важно при подборе составов реставрационных смесей М 100÷150.

По стандарту прочность гидравлической извести составляет 20 кг/см<sup>2</sup>. От режима обжига зависит качество гидравлической извести: недожог приводит к снижению активности, а пережог приводит к неравномерности изменения объема [5,6].

Особые свойства гидравлической извести предусматривают свой специфический порядок твердения – сначала в сухих условиях, затем во влажных условиях. От содержания в гидравлической извести свободной окиси кальция ( $\text{CaO}$ ) зависит продолжительность начального твердения в воздухе. Определение продолжительности твердения гидравлической извести в воздушной среде входит в число основных целей при отработке технологии кладки стен при возведении объектов культурного наследия башенного типа [7].

Предварительные поисковые исследования показали, что истинная плотность гидравлической извести кустарного производства колеблется от 2,5 до 2,9 г/см<sup>3</sup>, насыпная объемная масса – от 600 до 700 кг/м<sup>3</sup>, а объемная масса в уплотненном состоянии – от 800 до 1000 кг/м<sup>3</sup>.

Реологические свойства, как, например, пластичность и удобоукладываемость, смесей на гидравлической извести существенно меньше, чем на гидратной извести.

Из-за значительного содержания в гидравлической извести ферритов, силикатов и алюминатов ремонтно-реставрационные смеси из нее имеют низкую водоудерживающую способность. Это обстоятельство весьма важно при отработке технологических приемов ремонта, восстановления и реставрации отдельных конструктивов объекта культурного наследия. При этом важно также учитывать и сроки схватывания исследуемого гидравлического вяжущего. В нашем случае следует отметить, что гидравлическая известь медленносхватывающееся вяжущее. Начало схватывания гидравлической извести кустарного производства, по нашим предварительным оценкам от 30 мин до 2,0÷2,5 часов, а конец схватывания – от 8,0 до 16,0 часов, что важно для производства работ в стесненных условиях на труднодоступных площадках, из-за чрезмерных величин потерь времени при производстве кладочных работ. Необходимо также учитывать, что схватывание гидравличе-

ской извести с увеличением тонкости помола увеличивается и наоборот. Схватывание может замедляться и при чрезмерно высоком содержании в вяжущем гидравлически активных компонентов.

На гидравлической извести можно получать ремонтные и реставрационные смеси как для сухих, так и для влажных условий эксплуатации, что весьма важно при проектировании работ по ремонту, восстановлению и реставрации объектов культурного наследия: памятников истории и культуры башенного типа.

## МЕТОДОЛОГИЯ

В работе использовался экспериментальный метод разрушающего и неразрушающего контроля качества строительных материалов.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Для подбора состава раствора для каменной кладки стен памятников башенного типа в стандартных формах были изготовлены образцы-балочки размером 4x4x16 см, которые испытывались в строительной лаборатории Комплексного научно-исследовательского института им. Х.И. Ибрагимова РАН (таблица 1).

**Таблица 1. Экспериментальные составы раствора**

№ состава	Сланцевая крошка, г.	Доломитовый песок, г.	Цемянка, г.	Вода, г.	Гидравлическая известь, г.	Известь-пушонка, г.	Древесная зола, г.
1	160	250,8	19,4	90	39	44,2	1
2	160	250,8	19,4	120	83	-	1
3	182	243,2	23	130	73	-	2
4	91	272	23,5	123	80,6	-	1
5	170	230	19	190	90	-	1
6	160	250	19	174	40	39	1
7	180	240	19	175	70	-	2
8	180	250	19	170	73	30	1
9	91	272	23	159	50	30	1

Результаты проведенных испытаний представлены в таблице 2.

**Таблица 2. Физико-механические свойства экспериментальных составов раствора**

№ экспериментального состава	Прочность на растяжение при изгибе, кг/см <sup>2</sup>	Прочность на сжатие, кг/см <sup>2</sup>
1	2,22	19,8
2	2,34	20,0
3	0,93	6,0
4	2,03	6,2
5	2,22	56,68
6	2,13	57,06
7	2,1	25,66
8	0,9	33,0
9	2,06	19,2

## ВЫВОДЫ

В результате выполненных физико-механических испытаний установлено, что прочность на сжатие образцов № 5-6 ремонтного состава в возрасте 28 суток соответствует марке М50, поэтому эти составы могут быть использованы для ремонтно-реставрационных нужд на объектах культурного наследия.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Батаева П.Д. Органо-неорганические вяжущие для ремонта и реставрации памятников истории и культуры башенного типа / С.Г. Шеина, С-А.Ю. Муртазаев, Д.К-С. Батаев // Материалы конференции «Актуальные вопросы современной науки: теория, технология, методология и практика», приуроченной к 60-тилетию член-корреспондента Академии наук ЧР, доктора технических наук, профессора Сайд-Альви Юсуповича Муртазаева. – Грозный: АЛЕФ, – 2021. – С. 129-135.
2. Батаева П.Д. Обзор составов и технологий для ремонта и реставрации объектов культурного наследия // Вестник Комплексного научно-исследовательского института им. Х.И. Ибрагимова Российской академии наук. – 2021. – № 5. – С. 49-53.
3. Башкатов Н.Н. Минеральные воздушные вяжущие вещества : учеб. пособие – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2018. – 148 с.
4. Михайловский Е.В. Реставрация памятников архитектуры. – М.: Стройиздат, 1971. – С. 55-58.
5. Вайвад А.Я. Магнезиальные вяжущие вещества. – Рига: Наука, 1971. – 315 с.
6. Волженский А.В. Минеральные вяжущие вещества. Технология и свойства: учебник. - 3-е изд., перераб. и доп. – М: Эколит, 2011. – 472 с.

## REFERENCES

1. Bataeva P.D. Organic-inorganic binders for the repair and restoration of historical and cultural monuments of the tower type / S.G. Sheina, S-A.Yu. Murtazaev, D.K-S. Bataev // Proceedings of the conference “Current issues of modern science: theory, technology, methodology and practice”, dedicated to the 60th anniversary of the corresponding member of the Academy of Sciences of the Chechen Republic, Doctor of Technical Sciences, Professor Said-Alvi Yusupovich Murtazaev. – Grozny: ALEF, – 2021. – pp. 129-135.
2. Bataeva P.D. Review of compositions and technologies for repair and restoration of cultural heritage objects // Bulletin of the Complex Scientific Research Institute named after. H.I. Ibragimov Russian Academy of Sciences. – 2021. – No. 5. – P. 49-53.
3. Bashkatov N.N. Mineral air binders: textbook. manual - Ekaterinburg: Ural Publishing House. University, 2018. – 148 p.
4. Mikhailovsky E.V. Restoration of architectural monuments. – M.: Stroyizdat, 1971. – P. 55-58.
5. Vaivad A.Ya. Magnesium binders. – Riga: Science, 1971. – 315 p.
6. Volzhensky A.V. Mineral binders. Technology and properties: textbook. - 3rd ed., revised. and additional – M: Ekolit, 2011. – 472 p.