

М.А. ПОГОСЯН, Л.А. МКРТЧЯН, О.К. ГЕОКЧЯН, Л.М. САВЧЕНКО

## РАЗРАБОТКА СОСТАВОВ СТЕКЛОПОКРЫТИЙ НА ПРИРОДНЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ КАМНИ АРМЕНИИ НА ОСНОВЕ МЕСТНЫХ СЫРЬЕВЫХ МАТЕРИАЛОВ

Рассматриваются вопросы разработки составов стеклопокрытий для защиты и улучшения эстетического вида поверхности природных строительных камней (туфов и базальтов) Армении. В разработанных стеклопокрытиях, которые хорошо стеклуются на поверхностях камней, в качестве основного компонента (более 50% по весу) используется перлит Арагацского месторождения.

**Ключевые слова:** природные строительные камни, стеклопокрытие, перлит Арагацского месторождения.

Армения богата природными камнями, и на ее территории встречаются почти все виды известных на земле каменных пород. Не случайно, что очень часто Армению называют страной камней. Изучению природных каменных богатств Армении посвящено много работ, причем не только в качестве строительных материалов, но и в качестве сырья для различных отраслей промышленности. Наиболее подробные данные о видах, месторождениях и свойствах камней Армении содержатся в [1].

Целью настоящей работы является разработка составов стеклопокрытий (прозрачных, цветных глазурей) для внешних поверхностей основных строительных камней – туфов и базальтов, широко используемых у нас в качестве местных сырьевых материалов. Данная задача актуальна, поскольку, как показала жизнь, поверхности туфов и базальтов, несмотря на их красивый вид, со временем загрязняются, выветриваются и теряют свою привлекательность. Кроме того, создание разноцветных, декоративных покрытий расширит область их применения, в частности, для оформления различных внутренних интерьеров.

В качестве основы для исследований и разработок были приняты образцы туфа ереванского типа и базальта абовянского типа. Такой выбор был сделан для облегчения проводимых исследований, а также исходя из того, что если покрытие подходит для туфа или базальта одного типа или месторождения, то практически оно подходит для туфа и базальта других типов и месторождений.

Для решения поставленной задачи, в первую очередь, необходимо было выяснить вопрос термической устойчивости образцов туфа и базальта, определить, теряют ли они свою механическую прочность при температурах нанесения стеклопокрытий. Для этого была предварительно изучена механическая прочность (прочность на изгиб) исходных образцов. Образцы представляли собой штабики размерами 5х5х50 мм. Они ставились на две опоры, и их центр подвергался механическим усилиям, приводящим к разрушению образца. Прочность определялась как отношение разрушающей нагрузки к площади поперечного сечения. Испытанию подвергались пять одинаковых образцов, и

бралось среднее значение разрушающей нагрузки. Далее такие же образцы подвергались термообработке по режиму нанесения стеклопокрытий (глазурей), их механическая прочность на изгиб контролировалась по той же методике. Максимальная температура термообработки принималась равной 900°C, исходя из того, что стекла, используемые в качестве стеклопокрытий, дают хорошо остеклованную пленку при вязкости  $10^{7.5}...10^8$  пуаз [2], а это значение для подавляющего большинства силикатных стекол характерно при температуре не выше 900°C. Таким образом, образцы погружались в муфельную печь, нагревались до 900°C, выдерживались при этой температуре в течение 30 мин, потом охлаждались вместе с выключенной печью.

Результаты проведенных исследований приведены в табл. 1. Как показывают данные таблицы, термообработка образцов туфа и базальта по вышеуказанному термическому режиму не приводит к какому-либо ощутимому изменению механической прочности на изгиб.

Другой важный вопрос на пути к решению поставленной задачи – выяснение величины термического коэффициента линейного расширения (ТКЛР) и характера кривой термического расширения. Эти исследования проводились на штабиках туфа и базальта размерами 5х5х50 мм на dilatометре ДКВ – 5А.

Таблица 1

| Образец | Механическая прочность на изгиб, кг/мм <sup>2</sup> , до термообработки | Механическая прочность на изгиб, кг/мм <sup>2</sup> , после термообработки при 900°C |
|---------|-------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Туф     | 0,024                                                                   | 0,025                                                                                |
| Базальт | 0,11                                                                    | 0,10                                                                                 |

Дилатогаммы камней приведены на рисунке. Как видно из рисунка, они представляют собой почти идеально прямолинейные кривые без каких-либо аномальных изгибов. Цифровые характеристики линейного расширения (ТКЛР в интервале 20...300 °C) составляют:

- для туфа –  $64,05 \cdot 10^{-7}$  град<sup>-1</sup>;
- для базальта –  $45,75 \cdot 10^{-7}$  град<sup>-1</sup>.

Таким образом, для обеспечения согласованного по ТКЛР покрытия необходимо иметь стекла с ТКЛР не выше 60...65 единиц для туфа и не выше 40...45 единиц для базальта. Первоначально разработку стеклооснов вели именно в таком направлении. Низкое значение ТКЛР стекол по сравнению с ТКЛР камней обеспечивает возникновение в слое стеклопокрытия механических напряжений сжатия. В противном случае возникают напряжения растяжения, которые легко разрушают покрытие, так как стекло более устойчиво к напряжениям сжатия, чем растяжения. В дальнейшем, анализируя данные [3,4] и основываясь на наших предварительных результатах, приходим к выводу, что для обеспечения ТКЛР стеклоосновы в пределах значений 45...65 единиц необходимо обеспечить содержание SiO<sub>2</sub> не менее 60 масс. %. Поскольку компонентом, вносящим оксид кремнезема, является перлит, получается, что он должен составлять не менее 85 масс.% исходной шихты. Опыт показал, что такие шихты весьма тугоплавки, трудно провариваются, а их расплавы отличаются высокой вязкостью, что затрудняет осветление, повышается температура

нанесения стеклопокрытия. Исходя из этого, содержание перлита в шихте ограничено 60 масс.%. Остальные 40 % - это добавки, которые облегчают процесс варки, придают шихте легкоплавкость и технологичность.

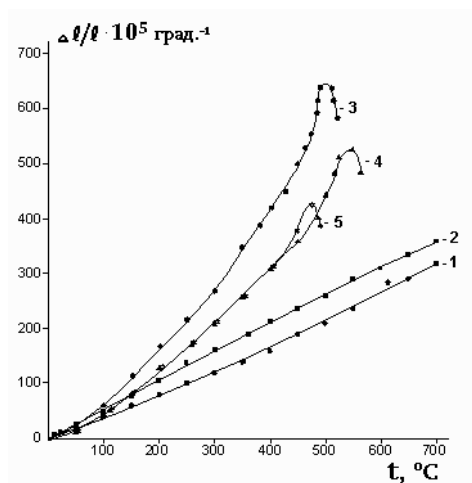


Рис. Дилатометрические кривые базальта (1), туфа (2) и стекол №1 (3), №2 (4) и №3 (5), снятые на дилатометре ДКВ-5А

В табл. 2 приведены химические составы трех наиболее перспективных составов стекол.

Таблица 2

| № стекла | Содержание компонентов, масс. % |                                |      |     |                                |                               |       |                                    |                   |           |
|----------|---------------------------------|--------------------------------|------|-----|--------------------------------|-------------------------------|-------|------------------------------------|-------------------|-----------|
|          | SiO <sub>2</sub>                | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | CaO  | MgO | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | ZnO   | Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O | Li <sub>2</sub> O | Стеклобой |
| 1        | 44,15                           | 6,6                            | 2,05 | 2,4 | 0,35                           | -                             | 13,11 | 18,23                              | -                 | 13,11     |
| 2        | 47,8                            | 8,1                            | 0,6  | -   | 0,4                            | 16,2                          | 5,4   | 21,5                               | -                 | -         |
| 3        | 52,8                            | 9,1                            | 0,6  | -   | 0,5                            | 17,5                          | 6,0   | 3,5                                | 10,0              | -         |

На рисунке кривые 3, 4, 5 представляют дилатометрические кривые стекол № 1, 2, 3 соответственно. В табл. 3 представлены цифровые характеристики дилатометрических кривых этих же стекол.

Таблица 3

| № стекла | ТКЛР, $\alpha_{20-300} \cdot 10^{-7} \text{ град}^{-1}$ | Температура стеклования, $t_g, ^\circ\text{C}$ | Температура начала деформации, $t_{нд}, ^\circ\text{C}$ |
|----------|---------------------------------------------------------|------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| 1        | 101,9                                                   | 465                                            | 503                                                     |
| 2        | 80,5                                                    | 490                                            | 545                                                     |
| 3        | 80,5                                                    | 445                                            | 480                                                     |

Все три состава, приведенные в табл. 2, при температуре 850°C дают хорошие покрытия на туфы и базальты, несмотря на значительные различия ТКЛР, особенно для стекла № 1. По приближенным оценкам, толщина слоя покрытия составляет 250...300 мкм. При толщине слоя покрытия более 300 микрон на стекле № 1 появляются мелкие трещины. На поверхностях стекол № 2 и 3 трещины появляются при толщине слоя более 400...450 микрон. Данные табл. 3 показывают, что из этих составов стекол более предпочтителен состав № 3. При одинаковой величине ТКЛР со стеклом № 2 стекло № 3 значительно

легкоплавко, температура начала деформации на 65 градусов ниже, чем у стекла № 2. Тот факт, что все три стекла дают хорошее покрытие как на туфе, так и на базальте, несмотря на значительные различия по ТКЛР особенно у стекла № 1, можно, вероятно, объяснить тем, что благодаря пористой структуре камней расплав стекол проникает в открытые поры поверхности камней и образует некоторый промежуточный переходный слой, который, вероятно, и ослабляет разрушительные остаточные механические напряжения.

Полученные в ходе проведения работы образцы камней показывают, что нанесенное стеклопокрытие значительно улучшает эстетический вид и может иметь большую перспективу для широкого внедрения в строительную практику.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Ацагорцян З.А.** Природные каменные материалы Армении. - М.: Изд-во лит-ры по строит-ву, 1967. - 470 с.
2. А.с. № 987928 СССР. Стекло для изготовления электроизоляционного ситаллоцемента / **М.А. Погосян, Р.М. Кочкянян и др.** - Опубл. 1982.
3. **Андреасян М.К.** Разработка состава и технологии получения облицовочных стеклокристаллических материалов на основе горных пород: Автореферат дис. ... к.т.н.- Ереван, 2001. - 22 с.
4. **Язычян Р.Н.** Химически стойкие силикатные строительные материалы на основе вулканических пород: Автореферат дис. ... к.т.н.- Ереван, 2002. - 22 с.

НПП Материаловедения РА.                      Материал поступил в редакцию 05.10.2003.

Մ.Ա. ՊՈԴՈՍՅԱՆ, Լ.Հ. ՄԿՐՏՉՅԱՆ, Օ.Ղ. ԳԵՕՔՉՅԱՆ, Լ.Մ. ՍԱՎՉԵՆԿՈ

ԱՊԱԿԵԾԱԾԿՈՒՅԹԻ ԲԱՂԱԴՐՈՒԹՅԱՆ ՄՇԱԿՈՒՄ ՏԵՂԱԿԱՆ ՀՈՒՄՔԻ ՕԳՏԱԳՈՐԾՄԱՍԲ՝  
ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ԲՆԱԿԱՆ ՔԱՐԵՐԻ ՄԱԿԵՐԵՍՆԵՐԻ ՊԱՇՏՊԱՆՈՒԹՅԱՆ ՀԱՄԱՐ

Քննարկվում է ապակեծածկույթների բաղադրությունների մշակման հարցը Հայաստանի բնական շինարարական քարերի (տուֆերի և բազալտների) մակերեսների պաշտպանության համար: Մշակված ապակեծածկույթներում, որոնք լավ ծածկում են քարերի մակերևույթը, որպես հիմնական հումք (ավելի քան 50 կշ. %) օգտագործվում է Արագածի պեղիտը: Մշակված ապակեծածկույթներն ունեն գեղեցիկ տեսք և հուսալիորեն պաշտպանում են քարերի մակերեսները:

**Առանցքային բաներ.** բնական շինարարական քարեր, ապակեծածկույթ, Արագածի շրջանի պեղիտ:

**M.A. POGHOSYAN, L.A. MKRTCHYAN, O.C. GEOKCHYAN, L.M. SAVCHENKO**

## GLASS COVERING COMPOSITION DEVELOPMENT ON NATURAL BUILDING STONES IN ARMENIA BASED ON LOCAL RAW MATERIAL

Problems of glass covering composition development for protection and improvement of aesthetic view of natural building stone (tuffa and basalt) surface in Armenia are considered. In the developed glass covering well glassed on the stone surfaces as a basic component (more than 50% in weight) the perlite of Aragats deposit is used.

**Keywords:** natural building stones, glass covering, perlite of Aragats deposit.