

А.М. Орлова

Е.Н. Евсеев

ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ИЗВЕСТНЯКА И МРАМОРА В ОБЛИЦОВКЕ СТЕН



А.М. Орлова, Е.Н. Евсеев

**ПОВЫШЕНИЕ
ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ
ИЗВЕСТНЯКА И МРАМОРА
В ОБЛИЦОВКЕ СТЕН**



МГСУ

Издательство Ассоциации строительных вузов

Москва

2010

Рецензенты:

первый заместитель директора по научной работе ГУП «НИИМосстрой»,
доктор технических наук, профессор

В.Ф. Коровяков;

заведующий объединенной испытательной лабораторией
«Стройфизика-ТЕСТ» НИИСФ РААСН,

кандидат технических наук

И.В. Бессонов.

Орлова А.М., Евсеев Е.Н.

Повышение эксплуатационных свойств известняка и мрамора в облицовке стен: Монография. – М.: Издательство АСВ, 2010. – 96 с.

ISBN 978-5-93093-755-8

Приведено теоретическое обоснование возможности использования растворов сульфатов некоторых металлов для обработки изделий из карбонатных горных пород, рассмотрен механизм взаимодействия между породой и растворами сульфатов некоторых металлов. Изложены основы технологии обработки горных пород карбонатного состава растворами сульфатов меди и железа (II) и пути ее оптимизации с позиций физико-механических свойств. Приведены эксплуатационные свойства обработанных горных пород.

Для специалистов, работающих в области отделочных работ, а также аспирантов и студентов, обучающихся по специальности «Строительные материалы и изделия».

Рекомендовано Научно-техническим советом МГСУ

ISBN 978-5-93093-755-8

© Орлова А.М., Евсеев Е.Н., 2010

© МГСУ, 2010

© Оформление, Издательство АСВ, 2010

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ГЛАВА 1. Карбонатосодержащие горные породы и их применение в строительстве	6
1.1. Карбонатосодержащие горные породы, их характеристики и распространение.....	6
1.2. Строительные материалы и изделия из карбонатосодержащих горных пород, применяемые в РФ.....	12
1.3. Декоративные качества мрамора и известняка как основных облицовочных материалов	17
1.4. Средства и способы повышения эксплуатационных и декоративных свойств облицовочных изделий из карбонатных пород	24
ГЛАВА 2. Влияние процесса обработки на порообразующий минерал	36
ГЛАВА 3. Основы технологии обработки камня	57
3.1. Способы нанесения растворов на изделия из камня.....	57
3.2. Влияние различных факторов на технологию обработки камня.....	59
3.3. Периодичность обработки.....	60
ГЛАВА 4. Декоративные и эксплуатационные свойства обработанных карбонатосодержащих горных пород	62
4.1. Декоративность обработанных пород.....	62
4.2. Исследование твердости.....	66
4.3. Определение водопоглощения.....	71
4.4. Исследование кислотостойкости	75
4.5. Измерение прочностных характеристик.....	79
4.6. Исследование процесса старения	82
ГЛАВА 5. Экономическая эффективность обработки камня сульфатами металлов	85
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	89
ЛИТЕРАТУРА	90

Введение

Современное строительство и реставрация зданий требуют применения большого количества облицовочных материалов, обладающих архитектурно-художественной выразительностью.

Наибольшее распространение в качестве облицовочных материалов получили карбонатные горные породы (известняки и мраморы). Однако основным их недостатком является недостаточная стойкость к агрессивному воздействию окружающей среды. Обработка карбонатных пород органическими материалами достаточно дорогостояща и ухудшает художественную выразительность.

Обобщив современные научно-технические достижения в области защиты камня, можно заключить, что окончательное решение этой проблемы еще не достигнуто. Разработанные в настоящее время пропитки и полироли имеют органическую основу, плохо совмещаются с неорганическими составляющими камня и дают лишь кратковременный эффект, а в некоторых случаях способствуют ускорению процессов разрушения камня из-за кристаллизации солей под пленкой, образованной пропиточным составом.

Повышение эксплуатационных и декоративных свойств облицовочных изделий из карбонатных пород может быть достигнуто поверхностной обработкой изделий растворами сульфатов некоторых металлов с получением покрытия из стойкого неорганического материала с высокой декоративной выразительностью. Для этого необходимо решить следующие задачи:

- выявить сульфаты, влияющие на декоративные свойства карбонатных горных пород, и исследовать их действие на эти породы;
- исследовать механизм взаимодействия между породой и растворами сульфатов некоторых металлов;
- исследовать эксплуатационные свойства обработанных горных пород;
- разработать рекомендации по технологии обработки горных пород карбонатного состава растворами сульфатов некоторых металлов с позиций физико-механических свойств.

Успешное решение поставленных задач позволило получить декоративные изделия из карбонатных пород, модифицированные растворами сульфатов меди и железа (II), в основе которых: известняк уникальных расцветок (класс II) с водопоглощением 3%, кислотостойкостью 1%, микротвердостью 13 кгс/см², морозостойкостью 25 циклов; мрамор уникальных расцветок (класс I) с водопоглощением 0,24%, кислотостойкостью 0,2%, микротвердостью 27 кгс/см², морозостойкостью 35 циклов.

Кроме того, разработана технология обработки камня растворами сульфатов меди и железа (II), включающая процессы нанесения, процессы сушки с учетом различных параметров влажности и температуры окружающего воздуха, процессы приготовления растворов.

При использовании неорганических соединений для изменения декоративности и физико-механических свойств карбонатосодержащих пород можно обеспечить существенную экономию трудовых и энергетических ресурсов, а невысокая по сравнению с органическими пропиточными композициями цена исходных компонентов позволяет усилить экономический эффект.

ГЛАВА 1. Карбонатосодержащие горные породы и их применение в строительстве

1.1. Карбонатосодержащие горные породы, их характеристики и распространение

Одними из наиболее распространенных горных пород на Земле являются породы, содержащие карбонатные породообразующие минералы (карбонаты). Важнейшие из карбонатных минералов – кальцит (или кристаллический известковый шпат, CaCO_3), магнезит (MgCO_3 , тяжелее и тверже кальцита) и доломит ($\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$, по физическим свойствам близок к кальциту, но более тверд, прочен и менее растворим в воде) [30].

В зависимости от происхождения в современном строительстве применяются карбонатосодержащие породы следующих видов [67]: осадочные (органогенного и химического происхождения) и метаморфические. Условия образования горных пород, используемых в качестве облицовочного камня, в значительной степени определяют минеральный состав, текстуру, структуру, физико-механические свойства камня и т.п., т.е. весь спектр характеристик камня, формирующий широкую гамму его декоративных и строительных свойств.

Осадочные породы органогенного происхождения образуются в результате жизнедеятельности и отмирания организмов, находящихся в морских и пресных водах. К карбонатосодержащим породам органогенного происхождения относятся [26, 54, 55, 73]:

- **известняки** – состоят главным образом из CaCO_3 . Они образовались в морских бассейнах в основном из остатков животного мира (зоогенные) или растительного (фитогенные), а также, частично, за счет химических осадков (вследствие выпадения из раствора углекислого кальция). Рыхлые скопления раковин и их обломков уплотнялись давлением воды и скреплялись углекислым кальцием в более или менее плотную породу. Известняки имеют твердость около 3 по шкале твердости Мооса. При большой примеси кремнезема их твердость и прочность повышаются, что затрудняет обработку. Плотность известняков $1700\text{--}2600 \text{ кг/м}^3$. Они бывают белого цвета или, в зависимости от примесей (глины, кварца, оксида железа и др.), желтоватого, сероватого, красноватого, бурого и других цветов. Исходя из относительного содержания CaCO_3 , известняки называются чистыми (не менее 98% CaCO_3) и мергелистыми (не менее 90% CaCO_3). Прочность известняков варьируется из-за их

плотности и состава от 8 до 200 МПа. Пористые известняки и известняк-ракушечник имеют плотность от 600 до 1500 кг/м³, предел прочности при сжатии – от 0,4 до 5 МПа, легко поддаются распиловке на штучный камень определенных размеров;

- **мергели** – представляют собой природную тонкую механическую смесь известняка и глины в разных соотношениях, строение имеют землистое до плотного, прочность небольшую, легко выветриваются;
- **мраморовидные известняки** – представляют собой переходные породы от известняков к мраморам. В них, под микроскопом, среди массы равномерной плотности видны кристаллические зерна известкового шпата (кальцита);
- **мел** – состоит из мелких частиц раковин простейших животных, имеет в основном тот же химический состав, что известняки (CaCO₃), но малую прочность.

В плите Восточно-Европейской (Русской) равнины известняки занимают ведущее место. Именно известняк – белый камень – обратил на себя внимание наших предков на рубеже XI–XII вв.: во времена Владимиро-Суздальской Руси он применялся при постройке сооружений и соборов. Мячковские известняки обнажаются в долине р. Москвы у сел Тучково, Мячково, Андреевка, Верхнее и Нижнее Тяжино, Зеленая Слобода, вблизи ж/д ст. Пески, по р. Пахре в районе сел Киселиха, Никитское, Сьяново у Подольска, на р. Оке близ Коломны и в Касимовском р-не Рязанской области [65].

Мраморовидные известняки веневского, михайловского и алексинского геологических горизонтов представляют карбонатные породы к северу и северо-востоку от Москвы. Однако на балансе по категории «Природные облицовочные камни» находятся только Коробчеевское месторождение известняка в Московской и Молоковское в Тверской областях (рис. 1.1). Эти месторождения не разрабатываются в силу технических, экологических и экономических проблем [58, 79, 84].

Вид карбонатосодержащих пород химического происхождения (химические осадки) представляют [26, 67]:

- **магнезит** (MgCO₃) – используется для получения огнеупорных материалов и магнезиального вяжущего. Наиболее богатое месторождение магнезита имеется на Урале;
- **доломит** – состоит главным образом из минерала того же названия (CaCO₃·MgCO₃). По свойствам доломиты близки к плотным известнякам, а иногда обладают и более высокими качествами. Доломиты применяются в качестве строительного камня и щебня для

бетона, а также для получения огнеупорных материалов и вяжущего вещества (каустического доломита). Доломит широко распространен в России и странах бывшего СССР;

- **известковые туфы** – образовались в результате выпадения CaCO_3 из холодных и горячих подземных углекислых вод. Очень пористые и ноздреватые известковые туфы используют как материал для декоративных построек (гrotы и др.) и как сырье для приготовления извести, а плотные с мелкими равномерно расположенными порами (прочность до 80 МПа) – для облицовки.

Особое место среди облицовочного материала занимают мраморы из-за высокой декоративности и разнообразия оттенков. Мраморы относятся к метаморфическим карбонатосодержащим породам и состоят из более или менее крупных кристаллов кальцита, иногда с примесью зерен доломита. Кристаллы часто видны невооруженным глазом и прочно соединены между собой без цементирующего вещества (*рис. 1.2*). Мраморы образовались из известняков (реже из доломитов) под влиянием высокой температуры или под действием огромных давлений, вызывавших перекристаллизацию известняков. Во время сжатия и изменения первоначального месторождения с отложениями смешивались различные примеси и минералы, создавая на поверхности материала «линии движения» и «пятна», тем самым придавая мрамору особые качества [54].

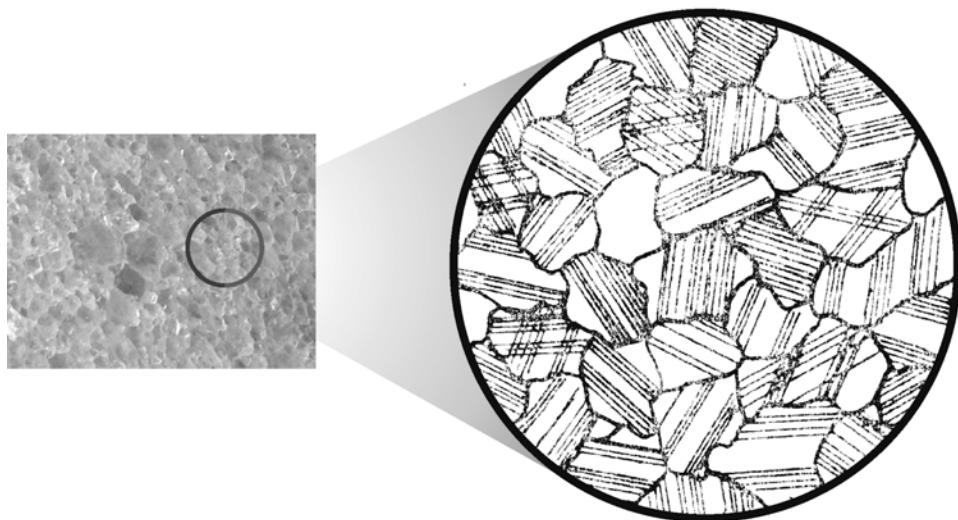


Рис. 1.2. Схема микроструктуры мрамора

Мрамор бывает белоснежный или (в зависимости от примесей) розовый, желтый, красноватый, черный и других цветов; в нем часто имеются прожилки и узоры. Предел прочности мрамора [73] при сжатии около 120 МПа, иногда достигает 300 МПа.

Мрамор хорошо шлифуется и полируется. Он идет на декоративные и облицовочные работы, широко применяется для изготовления плит, идущих на внутреннюю отделку зданий, плиток для полов, а также лестничных ступеней, малых архитектурных форм (статуи) и других изделий [73].

Крупные месторождения мрамора располагаются [79, 84] в Египте, Португалии, Испании, Германии и др. (рис. 1.1). Только в Италии, в административном округе Каррары в настоящее время имеется более 150 действующих карьеров (рис. 1.3), где добывается уникальный по качеству мрамор. Разработка мрамора в Карраре началась [59] в древнеримскую эпоху и в настоящее время там добывается около 1 500 000 т мрамора (белый с прожилками для ваения скульптур и серый мрамор с белыми и голубыми прожилками для отделочных работ).

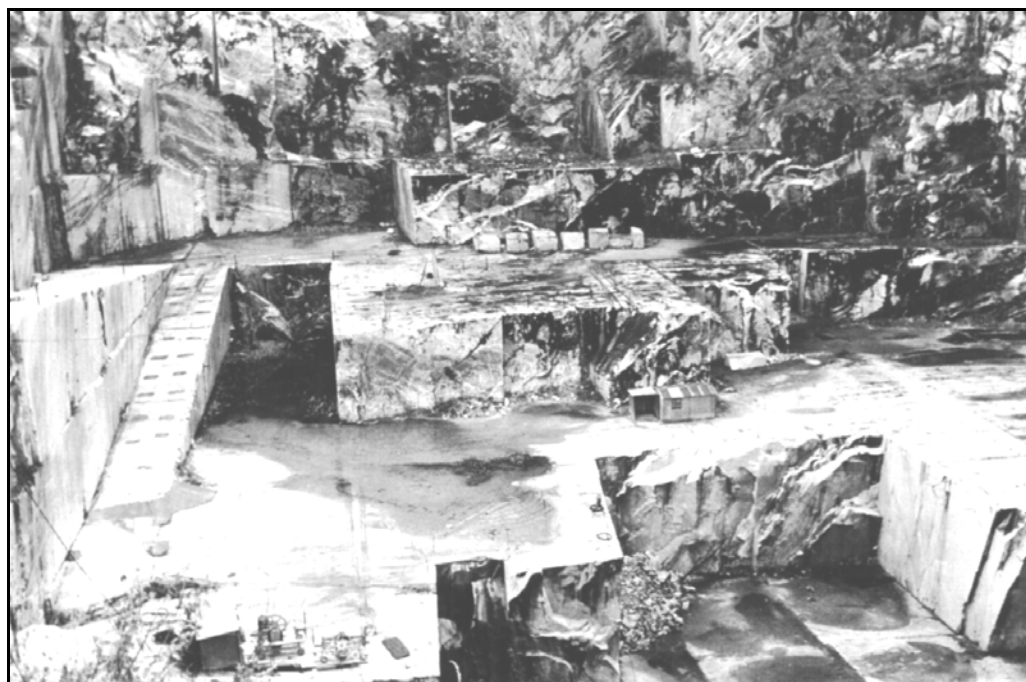


Рис. 1.3. Мраморный карьер Каррарского месторождения

Научное издание

Анжела Манвеловна Орлова

Егор Николаевич Евсеев

**ПОВЫШЕНИЕ
ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ
ИЗВЕСТНЯКА И МРАМОРА
В ОБЛИЦОВКЕ СТЕН**

Редактор: Г.М. Мубаракшина

Дизайн обложки: Н.С. Романова

Компьютерная верстка: Т.А. Кузьмина, Е.М. Лютова

Лицензия ЛР № 0716188 от 01.04.98.

Подписано к печати 20.05.10. Формат 70x100/16.

Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Печать офсетная.

Усл. 6 п.л. Заказ №

Издательство Ассоциации строительных вузов (АСВ)

129337, Москва, Ярославское шоссе, 26, отдел реализации оф. 511
тел., факс: (499)183-56-83, e-mail: iasv@mgsu.ru, <http://www.iasv.ru/>