

Лобзова Р.В., Ярош В.Н.

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ И ОТДЕЛОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ БОЛЬШОГО МОСКВОРЕЦКОГО МОСТА ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ПРОЕКТА ЕГО РЕСТАВРАЦИИ

Лобзова, Раиса Викторовна—канд. геол.-минер. наук, ведущий научный сотрудник, Государственный научно-исследовательский институт реставрации, Россия, Москва, lobzovarv@mail.ru;

Ярош, Валерия Николаевна—канд. хим. наук, независимый исследователь, Россия, Москва, yaroshvn@mail.ru.

В преддверии открытия парка «Зарядье» в процессе разработки проекта реставрации Большого Москворецкого моста были проведены работы по обследованию его строительных и отделочных материалов. В представленной работе рассматривается история Москворецкого моста, оценено современное состояние его каменной облицовки, шовных растворов и восполнений. Исследованы методом петрографии и электронной микроскопии разные виды гранита, искусственные материалы вставок и шовных выполнений, а также современные новообразования. Москворецкий мост—выстроен на месте старейшей переправы через Москва-реку. Это единственный из ближайших к Кремлю мостов через Москва-реку, который во все времена оставался на своем историческом месте. Конструкция моста менялась. Вначале—наплавной, затем—свайный деревянный, позднее деревянный на каменных быках и, наконец, железобетонный трехпролетный. На большей части облицовки моста сохранились исторические блоки красного гранита, реже использован был светло-серый гранит. Поверхность гранитных блоков шлифованная. В нижней части юго-восточного цоколя выявлены блоки лабрадорита. Многочисленные механические повреждения и утраты камня на гранитных облицовочных блоках связаны, в основном, с ремонтно-реставрационными работами, эксплуатацией и ненадлежащим уходом за мостом.

Ключевые слова: гранит, растворы, цемент, покраски, высолы, оксиды железа, минералогия, петрография, электронная микроскопия.

RESEARCH OF STRUCTURAL AND FINISHING MATERIALS OF THE MOSKVORETSK BRIDGE FOR DEVELOPMENT OF THE PROJECT OF ITS RESTORATION

Lobzova, Raisa Victorovna—Candidate of Science in Geology-Mineralogy, The Leading Research Fellow, the State Research Institute for Restoration, Russia, Moscow, lobzovarv@mail.ru;

Yarosh, Valeria Nikolaevna—Candidate of Science in Chemistry, Independent Researcher, Russia, Moscow, yaroshvn@mail.ru.

In anticipation of the opening of the Zaryadye Park, the process of developing the restoration project of the Bolshoy Moskvoretsky Bridge, work was carried out to survey the building and finishing materials of the bridge. In the presented work the history of Moskvoretsky bridge is considered, the modern condition of its stone facing, seam solutions and replenishments is estimated. Petrography and electron microscopy have been used to study different types of granite, artificial inserts and sutures, and modern neoplasms. Moskvoretsky bridge was built

on the site of the oldest crossing over the Moscow river. This is the only one bridge which is the closest to the Kremlin over the Moscow river, which at all times remained in its historic location. The design of the bridge had been varied. In the beginning filler, then pile wood, later wood on the stone piers and finally, reinforced concrete three-span. On the most part of the bridge's surface historic blocks of red granite are survived, less often were used light gray granite blocks. The surface of granite blocks is polished. In the lower part of the South-Eastern base are identified blocks of labradorite. Numerous mechanical damage and loss of stone on the granite facing blocks are associated with the repair and restoration work, exploitation and improper protection of the bridge.

Key words: granite, solutions, cement, painting, iron oxides, mineralogy, petrography, electron microscopy

Москворецкий мост — один из первых мостов через Москва-реку, его название дано по Москворецкой улице, расположенной на левом берегу реки и поднимавшейся от Подола на горку недалеко от восточной стены Кремля. По Подолу вдоль русла реки шла Великая улица. Этот участок был местом торговли, причала судов, идущих с юга и поднимавшихся вверх по течению к Кремлю. Мост вначале был наплавной, затем — свайный деревянный, позднее деревянные сваи были заменены каменными быками и, наконец, появился железобетонный трехпролетный мост (Рис. 1). История создания, конструктивные особенности и художественные образы Москворецкого моста подробно рассмотрены в работах Е. Симонова¹, Б.М. Надеждина², В.Н. Носарева и Т.А. Скрыбина³, а также в ряде архитектурных, искусствоведческих и художественных изданий. Нами основное внимание было уделено состоянию облицовочного материала моста, его текстурно-структурным особенностям, минеральному составу и характеру поверхностного изменения.

Основываясь на данных предыдущих исследователей, приведем краткую справку по истории Большого Москворецкого моста. Москворецкий мост выстроен на месте старейшей переправы. Это единственный из ближайших к Кремлю мостов через Москва-реку, который во все времена оставался на своем историческом месте. Он соединял центр Москвы — Кремль и Китай-город с Замоскворечьем, Серпуховскую (южную) и Тверскую (северную) дороги.

Как отмечал Б.М. Надеждин: «История моста — это история Кремля, история самой Москвы. В XIV веке район Китай-города назывался торговым посадом. Посад вытянулся вдоль берега Москвы-реки и под самым Кремлем, где находилось так называемое пристанище для разгрузки речных судов. С этого пристанища — от церкви Николы Мокрого, покровителя мореплавателей <...> со стороны Зарядья были расположены торговые помещения⁴. Во время строительства парка «Зарядье» археологическими раскопками были обнаружены остатки древнейшей улицы — Великой, которая датирована XII в. (по Л.А. Беляеву). Улица проходила вдоль реки от Беклемишевской башни в юго-восточном углу кремлевской стены до пристани. Церковь в Зарядье стояла у пристани еще в XIV в. (примерно на месте южного вестибюля гостиницы «Россия»). Из стоявших здесь церквей, церковь Николы Мокрого упоминается в летописях под 1468 и 1547 гг., здание, выстроенное в 1695–1697 гг., было снесено в 1932 г. До нашего времени на этой территории

¹ Симонов Е. Мосты и набережные столицы. М., 1938.

² Надеждин Б.М. Мосты Москвы. М., 1979.

³ Носарев В.А., Скрыбина Т.А. Мосты Москвы. М., 2004. С. 94–101.

⁴ Надеждин Б.М. Мосты Москвы. С. 63.

сохранилась лишь одна церковь — Зачатия Анны. Первоначально, когда Красная площадь походила на рыночную, она называлась «Торгом». После возведения Китайгородской стены (1535–1538 гг., Петрок Малый) площадь стала называться «Красной». Вдоль восточной стены Красной площади был выкопан ров (Алевизовский ров, 1508 г.), который соединял Москву-реку с р. Неглинной. Через ров шириной от 36 м в верхнем течении до 30 м в нижнем и глубиной от 8,5 до 13 м были устроены деревянные мосты. У восточной стены Китай-города был выкопан подобный же ров шириной 16 м и глубиной от 4 до 8 м.



Рис. 1 Вид части Москворецкого моста и Кремля, 2016 г.

«Мостовики» принадлежали к особому сословию военных строителей и вместе с квалифицированными плотниками ими были освоены многие «способы постройки мостов из дерева: с опорами в виде срубов, городней и бревенчатым настилом полотна <...> Дальнейшей ступенью развития были мосты с режевými опорами из бревенчатых сплошных срубов, заполненных камнем»⁵. Прежние деревянные мосты стали заменять арочными из камня, один из первых каменных мостов из кирпича Троицкий сохранился, он соединяет Троицкие ворота с отводной Кутафьей, стоит на сухом месте, а ранее пересекал реку Неглинную, ныне заключенную в трубу⁶.

Москворецкий мост в конце XV в. был наплавным. Он соединял два берега реки в ее самом узком месте. Переправа была одна из самых близких к Кремлю и наиболее удобная. Каким был мост в раннюю свою историю можно видеть на рисунках и картинах А.М. Васнецова.

⁵ Там же. С. 11.

⁶ См.: «Обычной конструкцией средневековых каменных мостов Европы были своды, выложенные из тесаных блоков клиновидной формы, опирающиеся на массивные речные опоры — быки <...> высота проезжей части и ее уклоны определялись размерами пролетов и очертанием сводов. На берегах мост заканчивался устоями. Такими же были и каменные мосты, которые стали строить на реках России, начиная с XVII века». Там же. С. 12.

В конце XVIII в. плавучий Москворецкий мост заменили деревянным на сваях, «... на перекрытие пролетов свайного моста поставили деревянные балки на подкосах, а над проезжей частью устроили перила»⁷. При перестройке моста изменили его конструкцию.

В первой трети XIX в. деревянные сваи моста были заменены каменными быками — опорами. На опоры опирались все еще деревянные арочные 28-метровые строения. К этому времени были уже построены набережные: Москворецкая, Софийская, Кремлевская, Раушская. Стенки набережных были облицованы татаровским камнем — песчаником. Они венчались валом, а наверху были ограждения в виде чугунных решеток с каменными тумбами. В тело набережных были заглублены ведущие к реке сходы и спуски для лошадей.

В 1872 г. вместо сгоревших пролетных строений на тех же опорах были устроены металлические арочные пролетные строения.

Возведение ныне существующего Москворецкого моста (1938–1939 гг.) было предусмотрено Генеральным планом реконструкции Москвы, принятым в 1935 г. Согласно этому плану Москворецкую излучину должны были пересекать пять мостов: Большой Каменный, Крымский, Большой Устьинский, Большой Краснохолмский. Идущие от них дороги должны были сходиться в Замоскворечье на Серпуховской (ныне Добрынинской) площади.

Большой Москворецкий мост отличается от остальных мостов красным цветом гранитной облицовки. Такая же облицовка красным гранитом была применена для его продолжения — Малого Москворецкого моста, устроенного в 1937 г. через Водоотводной канал.

Из нескольких предложенных проектов был одобрен проект инженера В.С. Кириллова, архитектора А.В. Щусева при участии П.М. Сардаряна.

По одному из проектов Москворецкий мост должны были украшать скульптуры работы В.И. Мухиной, но они не были установлены (по одной из версий — из-за нехватки средств). Из моделей четырех скульптур В.И. Мухиной были отлиты в металле только скульптуры «Вода» и «Земля», которые в настоящее время можно видеть в Лужниках по обе стороны Престижной набережной (Лужнецкой), но в уменьшенном варианте и на постаменте из серого диорита⁸.

Красный гранит для облицовки моста был выбран не случайно. На Красной площади находятся два памятника: в дореволюционный период первым крупным сооружением, в котором использовался красный гранит, стал памятник Минину и Пожарскому (скульптор И.М. Мартос, 1818 г.), в советский период — ныне существующий Мавзолей В.И. Ленина (архитектор А.С. Щусев с коллективом авторов, 1929–1930 гг.). Красный гранит крупных блоков пьедестала памятника Минину и Пожарскому добывали на побережье Финского залива, вблизи Выборга. По данным М.С. Зискинда для монументального сооружения Мавзолея камень завозили из двух регионов СССР: красные граниты Лезниковского месторождения (Украина), черный лабрадорит Турчинского месторождения (Украина), малиново-красный кварцит («шокшинский порфир») Шокшинского месторождения (Карелия); вымостка площади брусчаткой из габбро-диабазов Ропручейского месторождения (Карелия)⁹. Также в 1930-е гг. в Карелии разрабатывалось Ванжозерское месторождение красновато-серых гранитов, ими были облицованы цоколь и порталы Дома

⁷ Там же. С. 54.

⁸ Реставрация скульптур проведена в 2017 г. под руководством Е.И. Антоновой, заведующей Отделом Монументальной скульптуры Государственного научно-исследовательского института реставрации (Москва, Россия).

⁹ См.: Зискинд М.С. Декоративно-облицовочные камни. Л., 1989.

Совета Министров СССР (1934 г.), ныне—Городская Дума. Как пишет М.С. Зискинд: «В 1930-е годы дополнительным источником камня в Москве служили здания различного назначения, подвергшиеся разборке в связи с осуществлением реконструкций улиц и площадей, а также блоки камня, завезенные на склады Москвы, оставшиеся неиспользованными из-за начала Первой Мировой войны»¹⁰. Москва становилась главным центром потребления декоративного камня, поставляемого из многих районов страны. Красный гранит в облицовке Большого Москворецкого моста гармонировал с символическими постройками из красного и черного камня Красной площади.

Обследование состояния объекта

Натурное обследование элементов архитектурно-художественного оформления моста—гранитных блоков парапета пешеходной части, барьерного ограждения проезжей части, смотровых площадок, облицовки стен лестниц, сводов арок под береговыми пролетами моста, а также разновременных реставрационных материалов (вставок на граните, заделок швов) позволило выявить следующее:

1. На большей части облицовки моста сохранились исторические блоки красного гранита, блоки определенных размеров и форм, а также цвета, фактуры и строения камня. Поверхность гранитных блоков шлифована. В каменной облицовке есть большое количество гранитных блоков светлого, оранжево-красного цвета, с крупными полевошпатовыми включениями, жилами и овоидами, характерными для Выборгских гранитов. Реже на парапете пешеходной части, на стенах и валиках сходов-лестниц моста встречаются гранитные блоки светло-серого цвета с холодным лиловатым оттенком. Кроме того, в облицовке моста встречаются отдельные блоки и группы гранитных блоков, отличающиеся от исторических как по цвету и строению, так и по тщательности обработки поверхности блоков. Скорее всего, это примеры разновременных ремонтных работ, которые проводились, в том числе, по переборке парапетов, карнизов и облицовки стен (например, известны ремонтные работы 1988–1989 и 1996–1997 гг.).

2. На гранитных блоках замечены разрушения механического характера: трещины разной глубины и толщины, царапины и отслоения, сколы, полости, отверстия и утраты разной величины. Большие отверстия, сколы и царапины, вероятно, являются результатом антропогенного воздействия, а образование трещин, отслоения и выкрошки зерен породы—скорее всего, следы действия природных факторов

3. Кроме следов переборки гранитных блоков и замены разрушенных блоков облицовки во многих местах видны небольшие реставрационные вставки искусственного камня, сделанные в местах повреждений или сколов исторического гранита, по цвету и фактуре близкие к природному камню, а также разновременные заделки швов.

4. Следует отметить различный характер намокания облицовочной кладки, максимально проявленный около швов. Материал швов выветривается быстрее, чем гранит. С вымыванием материала кладочных растворов и штукатурок связано появление минеральных новообразований на поверхности гранитной облицовки.

5. Минеральные новообразования представлены белыми «высолами», часто покрытыми буроватым налетом и коричневыми пятнами ржавчины в местах стальных крепежных элементов—анкеров.

6. Своды проездной арки берегового пролета между Софийской и Раушской набережными оштукатурены и покрашены белой краской. На гранитных блоках стен

¹⁰ Там же. С. 167.

арки — конденсат, высолы, пятна ржавчины. Поверхность сводов арок и их оснований, расположенных на береговых пролетах моста у Васильевского спуска и у Москворецкой набережной, оштукатурены и покрашены краской яркого красного цвета. В целом, состояние отделочных материалов — неудовлетворительное. Штукатурка и покраски потрескались, материалы разрушены и местами утрачены.

7. На участке пешеходной зоны моста с выходом к ул. Балчуг (Замоскворецкий подход моста) нами обнаружена облицовка цоколя парапета полированными темными плитами — лабрадоритом. Эти небольшие блоки скреплены двумя типами цементного раствора. Это участок исторической кладки, который необходимо сохранить. Видимо такой же тип завершения моста был и на противоположной стороне, но уничтожен при неоднократном проведении строительных работ монтажа и демонтажа зданий.

Исследование материалов естественнонаучными методами

Нами было проведено детальное минералого-петрографическое и электронно-микроскопическое исследование различных видов гранита, цементных вставок, разновременных шовных заделок и минеральных новообразований в виде солевых выцветов. Проведенные исследования каменной облицовки моста выявили различный минеральный состав использованных гранитов.

Различаются следующие текстурные разновидности красного гранита:

1. В бордюрном ограждении проезжей части моста выявлены два типа красного гранита — гранит красный массивный крупнозернистый с редкими овоидами и гранит среднезернистый малинового оттенка с прожилками крупнозернистой породы. Встречаются также блоки гранита трахитоидной структуры. Блоки небольшие, со следами их вторичного использования.

2. В парапете-ограждении пешеходной зоны моста со стороны реки встречаются блоки красного гранита разных цветовых оттенков (от оранжевого и красного — до малинового) и разных текстурно-структурных особенностей. Для красного гранита парапета характерна крупная и средняя зернистость, массивная или однородная текстура, реже — ориентированная, неравномерно зернистая, участками порфировидная, обусловленная крупными до 3–3,5 см таблицами калиевого полевого шпата и очень редко — овоидная. В красном граните парапета отмечено наличие пегматоидных жил, прожилков и гнезд, а также — в небольшом количестве — скопления, обогащенные темноцветными минералами.

3. В облицовке устоев и декоративном фонтане на набережной использовались также различные типы красного гранита. На граните в облицовке устоев моста имеются многочисленные «солевые» потеки, удалять которые следует очень осторожно, т.к. красный полевой шпат гранита может изменить свой цвет на бурый и даже обесцветиться.

4. В целом, минеральный состав красных гранитов облицовки моста довольно однообразен: главные составляющие минералы — кварц и полевой шпат, в основном представленный микроклином и олигоклазом, второстепенные — биотит, акцессорные — флюорит, циркон, монацит. В небольшом количестве присутствуют вторичные минералы — хлорит, кальцит, оксиды железа, окрашенные в бурый цвет, глинистые смешанно-слоистые образования, приуроченные к калиевому полевоому шпату. В шлифах наблюдается выветривание поверхностное по трещинам спайности полевого шпата. Наибольшим изменениям подвергались темноцветные минералы, в местах их деструкции образовались мелкие впадины, в которых скапливалась вода и пылевидные частицы.

5. Электронно-микроскопические исследования выявили наличие минералов, содержащих в своем составе редкоземельные элементы группы лантаноидов.

6. Серый гранит. Иногда блоки красного и серого гранита находятся рядом, например, на парапете (Рис. 2), валиках декора лестничного проема. Серый гранит, в отличие от красного, более однообразен, как по цвету, так и по текстурно-структурным особенностям и минеральному составу. Он сложен полевыми шпатами, главным образом плагиоклазом (олигоклаз до андезина), кварцем, и темноцветными минералами (биотит, роговая обманка, редко пироксен). Местами отмечается наличие тонких темных прожилков, сложенных темноцветными минералами—это так называемые «залеченные» трещины. При реставрации они не должны быть раскрыты, т.к. не представляют опасности в отличие от трещин открытых, которые в блоках встречаются редко.



Рис. 2 Вид части Замоскворецкого подхода моста, выход к Балчугу. Блоки красного и серого гранитов, отделка цоколя лабрадоритом, 2016 г.

Лабрадорит темного цвета, крупнозернистый, сложен таблитчатыми полисинтетически-сдвойникованными кристаллами лабрадора. Местами отмечается иризация в синих тонах.

Бетонные вставки и швы. Вставки, имитирующие красный гранит. Фактура и цвет бетона были подобраны так, чтобы он мог конкурировать с камнем. Сохранность их хорошая, прочность высокая, несмотря на солидный возраст. Они изготовлены из красной гранитной крошки и сцементированы гидравлическим цементом (Рис. 3).

Кроме красных вставок имеются шовные заполнения, различающиеся как по качеству заполнителя, так и виду вяжущего. В более ранних растворах среди песчаного заполнителя, кроме преобладающих кварцевых зерен, встречается известняковая крошка с фауной типичной для местных известняков (Рис. 4). В поздних шовных заделках песчаный заполнитель не сортирован. Вставки выполнены на основе цементного раствора с заполнителями.

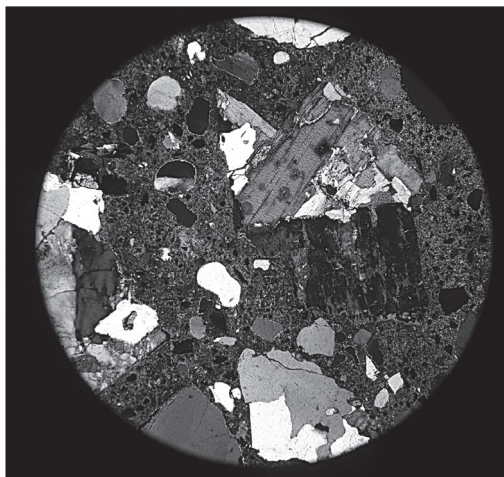


Рис. 3 Микрофотография красной вставки под гранит. Крупная гранитная крошка в заполнителе. Шлиф с анализатором

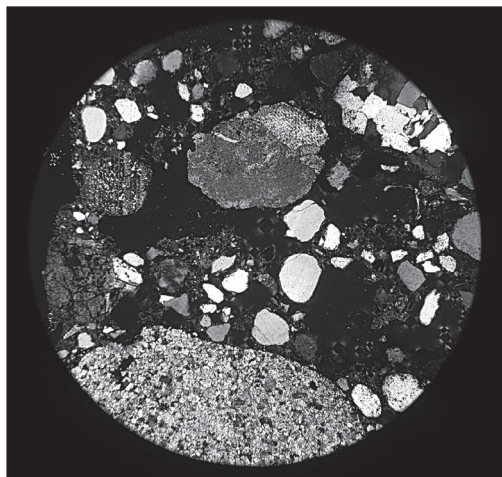


Рис. 4 Микрофотография шовного раннего раствора. Крупная крошка известняка в заполнителе. Шлиф с анализатором

Минеральные новообразования — многочисленны, особенно в проемах южной части моста. Они представлены пористыми известковыми отложениями различной толщины. Известковые во внутренней (нижней, прилегающей к камню) части, они постепенно сменяются светло-бурыми и бурыми, окрашенными окислами железа. Это явление свидетельствует о внутренней коррозии железобетонных элементов. Белесые потеки около швов появляются в результате вымывания извести из некачественного цемента и раскрытия швов.

Заключение

1. Историческая кладка облицовочного камня является образцом высокого технологического мастерства. Блоки тщательно шлифовались и подгонялись один к другому. Кладочный раствор готовили необходимой консистенции, использовали цемент высокой марки и чистый, без вредных примесей, песок. Сохранившиеся кладочные швы тонкие (не более 2–3 мм), в некоторых местах — с подрезкой. Раствор никогда не оставался на поверхности камня. На участках кладки рельефных элементов декора швы и раствор почти не видны, создается впечатление целостного декоративного каменного рельефа (например, на деталях оснований архивольтов арок).

2. В отношении состояния гранитной облицовки можно отметить следующее. Гранит — одна из долговечных пород, наиболее устойчивых к воздействию внешней агрессивной среды мегаполиса. Но в течение почти 80 лет эксплуатации в непосредственной близости к воде и к некоторым промышленным предприятиям (в т.ч. МОГЭС), в условиях нашего климата с переменными температурами от замораживания до оттаивания воды, камень подвергался активному, разрушительному воздействию всех факторов окружающей среды. Подобные явления выветривания гранитной облицовки архитектурных объектов наблюдались в Санкт-Петербурге и описаны в работах исследователей¹¹. По

¹¹ См.: Булах А.Г., Власов Д.Ю., Золотарев А.А. Экспертиза камня в памятниках архитектуры: основы, методы, примеры. СПб., 2005; Строительный камень: от геологии до архитектуры. Отв. Ред. Е.Н. Кузьминых. Петрозаводск, 2015; Оценка состояния гранита в памятниках архитектуры. Под ред. Е.П. Пановой, Д.Ю. Власова. СПб., 2015.

мнению Б.П. Беликова долговечность гранитов и лабрадоритов оценивается сотнями лет¹². Начало разрушения 220–350 лет, угрожающее состоянию 220–1070 лет¹³. Таким образом, основным материалом облицовки парапета пешеходной зоны и смотровых площадок Москворецкого моста является красный гранит, довольно устойчивый к выветриванию.

3. Многочисленные механические повреждения и утраты камня на гранитных облицовочных блоках связаны, в основном, с ремонтно-реставрационными работами, эксплуатацией и ненадлежащим уходом за мостом. Уборочная техника, оснащенная металлическими приспособлениями, жесткими щетками и антигололедными реагентами, оставляет след на материалах моста. Пылевые, почвенные загрязнения, биопоражения, следы высолов белого и бурого цвета, отложения ржавчины коричневого цвета, а также надписи фломастером, пятна масел, капли и брызги масляных красок, птичий помет и др. также не способствуют сохранности облицовочного камня и портят внешний вид этого гранитного «краснокаменного» моста.

4. Проведенные нами исследования позволяют дать некоторые рекомендации при проведении реставрационных работ. Основное внимание при реставрации кладки гранитных блоков надо уделять качеству кладочного раствора и цементным вставкам (пример подражания — исторические вставки в красном граните). Для предотвращения появлений пятен ржавчины следует применять антикоррозионную обработку металлических крепежных элементов или использовать элементы из нержавеющей стали.

Список литературы

Булах А.Г., Власов Д.Ю., Золотарев А.А. Экспертиза камня в памятниках архитектуры: основы, методы, примеры. СПб.: Наука, 2005. 198 с.

Григорович М.В., Немировская М.Г. Месторождения минерального сырья для промышленности строительных материалов. М.: Недра, 1987. 145 с.

Залесский Б.В., Беликов Б.П. Физико-механические исследования и опыт определения долговечности главнейших типов облицовочных камней из месторождений СССР // Труды ИГЕМ АН СССР. 1948. Вып. 89. С. 21–28.

Зискинд М.С. Декоративно-облицовочные камни. Л.: Недра, Ленинградское отделение, 1989. 255 с.

Надеждин Б.М. Мосты Москвы. М.: Московский Рабочий, 1979. 112 с.

Носарев В.А., Скрябина Т.А. Мосты Москвы. М.: Вече, 2004. 256 с.

Оценка состояния гранита в памятниках архитектуры. Под ред. Е.П. Пановой, Д.Ю. Власова. СПб.: Наука, 2015. 190 с.

Симонов Е. Мосты и набережные столицы. М.: Московский рабочий, 1938. 62 с.

Строительный камень: от геологии до архитектуры. Отв. Ред. Е.Н. Кузьминых. Петрозаводск: КНЦ РАН, 2015. 180 с.

References

Bulakh A.G., Vlasov D.Yu., Zolotarev A.A. *Jekspertiza kamnja v pamjatnikah arhitektury: osnovy, metody, primery* [Examination of stone in monuments of architecture: bases, methods, examples]. Saint-Petersburg: Nauka Press, 2005. 198 p.

¹² Залесский Б.В., Беликов Б.П. Физико-механические исследования и опыт определения долговечности главнейших типов облицовочных камней из месторождений СССР // Труды ИГЕМ АН СССР. 1948. Вып. 89. С. 21–28.

¹³ Григорович М.В., Немировская М.Г. Месторождения минерального сырья для промышленности строительных материалов. М., 1987. С. 113.

Grigorovich M.V., Nemirovskaya M.G. *Mestorozhdenija mineral'nogo syr'ja dlja promyshlennosti stroitel'nyh materialov* [The deposits of mineral raw materials for the building materials industry]. Moscow: Nedra Press, 1987. 145 p.

Nadezhdin B.M. *Mosty Moskvy* [The bridges of Moscow]. Moscow: Moskovsky rabochiy Press, 1979. 112 p.

Kuzminykh E.N. (Eds.). *Stroitel'nyj kamen': ot geologii do arhitektury* [Building stone: from geology to architecture]. Petrozavodsk: KSC RAS Press, 2015. 180 p.

Nosarev V.A., Skryabina T.A. *Mosty Moskvy* [The bridges of Moscow]. Moscow: Veche Press, 2004. 256 p.

Panova E.P., Vlasov D.Yu. (Eds.). *Ocenka sostojanija granita v pamjatnikah arhitektury* [The evaluation of the state of granite in monuments of architecture]. Saint-Petersburg: Nauka Press, 2015. 190 p.

Zalessky B.V., Belikov B.P. Fiziko-mehanicheskie issledovanija i opyt opredelenija dolgovechnosti glavnejshih tipov oblicovочnyh kamnej iz mestorozhdenij SSSR [The physical and mechanical studies and experience in determining the durability of the main types of facing stones from the USSR deposits], in *Trudy IGEM AN SSSR*. 1948. Vol. 89. P. 21–28.

Ziskind M.S. *Dekorativno-oblicovочnye kamni* [A decorative facing stones]. Leningrad: Nedra Press, Leningrad Branch, 1989. 255 p.