

УДК 624.131:551.73(470)

ЗНАЧЕНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ ПРИ РЕСТАВРАЦИИ ИСТОРИЧЕСКИХ ПАМЯТНИКОВ, ПОСТРОЕННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ «БЕЛОГО КАМНЯ»

А.С. АЛЕКСЕЕВ¹,
И.В. ЛЕУШИНА², Л.Л. ПАНАСЬЯН¹

¹МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА

²ЦЕНТРАЛЬНЫЕ НАУЧНО-РЕСТАВРАЦИОН-
НЫЕ ПРОЕКТНЫЕ МАСТЕРСКИЕ

На примере реставрации белокаменной лестницы в Ново-Иерусалимском монастыре показано важное значение информации об источниках, геологической позиции, возрасте, структуре и свойствах оригинального камня и известняка, использованного при восстановлении сооружения.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: карбонатные породы, физико-механические свойства, каменноугольная система, реставрация, Подмосковье, Россия.

Сохранение и реставрация памятников культуры – важнейшая часть сбережения наследия как общенационального достояния. Одной из главных задач Центральных научно-реставрационных проектных мастерских, существующих с 1947 г., является восстановление памятников архитектуры в первоначальном виде, для чего необходимо располагать детальной информацией о применяемых для этой цели материалах. С древних времен в строительстве использовался естественный камень различных пород. Значительную часть таких объектов в России составляют старинные архитектурные постройки, в которых использован подмосковный известняк каменноугольного возраста, за которым закрепилось название «белый камень».

Особенно широко он применялся в монументальных сооружениях – церквях, соборах, строениях Московского Кремля, чаще всего в фундаментах и стенах, но и как резной белокаменный декор. Особенности и свойства белого камня, его источники и роль в постройках Центральной России довольно подробно изучены, чему целый ряд теперь уже ставших классическими работ посвятили Л.И. Звягинцев [3, 7–9] и А.М. Виктор [2]. Позднее была опубликована мо-

IMPORTANCE OF GEOLOGICAL INFORMATION FOR RESTORATION OF ANCIENT MONUMENTS CONSTRUCTED OF «WHITE STONE»

A.S. ALEKSEEV,
I.V. LEUSHINA, L.L. PANASIAN

The importance of information on sources, geological position, age, structure and physical and mechanical properties of original stone and limestone used for restoration shown on the example of old white stone staircase reconstruction in the Novy Ierusalim Monastery.

KEYWORDS: carbonate rocks, physical and mechanical properties, Carboniferous System, restoration, Moscow Region, Russia.

нография С.В. Заграевского [4], однако лишь малая часть важных исторических объектов остается на этот счет исследованной, хотя знание о составе и структуре «белого камня» имеет важнейшее значение для реставрации [18].

Для качественной реставрации белокаменных деталей построек необходимо использовать или идентичные им по месту и геологическому возрасту, иногда даже по конкретному слою, или же должны быть подобраны наиболее сходные разности, которые можно получить при разработке современных карьеров. Они должны иметь соответствующие древним образцам текстурные, структурные и физико-механические свойства. Последние во многом определяются первичными особенностями осадконакопления, происходившего в далеком прошлом.

Карбонатные породы каменноугольного возраста в Московском регионе формировались в условиях циклических масштабных колебаний уровня морского бассейна, которые привели к ритмичному строению разреза с многократным повторением определенной последовательности основных литотипов, образующих циклиты различного порядка [14, 21]. В связи с

этим каждый из литотипов имеет характерные литолого-минералогические, структурные и физико-механические особенности. Поэтому при инженерно-геологических работах необходимо учитывать положение образцов в циклической последовательности накопления осадков, послуживших основой для массива пород, их структурно-текстурные особенности, которые тесно связаны и во многом определены первичными условиями седиментации, древними вторичными преобразованиями при понижении уровня моря и формировании палеопочвенных профилей [1].

БЕЛЫЙ КАМЕНЬ В ПОСТРОЙКАХ НОВО-ИЕРУСАЛИМСКОГО МОНАСТЫРЯ

При строительстве Ново-Иерусалимского монастыря Святейший Патриарх Никон применил белый камень, как считается, Старицкого месторождения (район г. Старица в верхнем течении р. Волги на юге Тверской области примерно в 150 км к северо-западу от монастыря).

В Воскресенском соборе белый камень использован в виде мощных плит при закладке фундаментов и в нижней части стен. Из крупных блоков сложено погребальное ложе Спасителя, многие лестницы изготовлены из таких же пород, в частности, 9 ступеней Горнего места в главном алтаре, есть и вторично использованные надгробные плиты XVI и XVII вв. (рис. 1).

Проводившаяся в последние годы комплексная реставрация всего монастыря под контролем Центральных научно-реставрационных проектных мастерских для сохранения исторической идентичности требует детальных знаний о составе, структуре и состоянии известняковых блоков, которые пока мало изучены.

Необходимо знать ответ на важнейший вопрос – какое месторождение известняка является источником, откуда поступал белый камень при строительстве. На него пока нет точного ответа. Изучение палеонтологических остатков, содержащихся в известняке, прежде всего раковин фораминифер-фузулинид, показало, что он относится к верхней части подольского – нижней части мячковского горизонта московского яруса [10–12]. Породы этого возраста чрезвычайно широко распространены в европейской части России, что не позволяет на основании палеонтологических данных точно локализовать место добычи.

В исторических документах есть подтверждение о применении старицкого белого камня Святейшим Патриархом Никоном: «Патриарх в городе Старице соборную каменную церковь разрушал, и тот камень возили в Воскресенский монастырь зимним путем» (из архивных данных 1658 г.). Возможно также, что белый камень могли добывать не очень далеко от монастыря на левом берегу р. Москвы вблизи д. Хотяжи выше по течению от Звенигорода, где и сейчас хорошо сохранились следы древней разработки известняка на

А. С. АЛЕКСЕЕВ,
И. В. ДЕУШИНА, А. А. ПАНАСЬЯН
ЗНАЧЕНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ
ПРИ РЕСТАВРАЦИИ ИСТОРИЧЕСКИХ
ПАМЯТНИКОВ, ПОСТРОЕННЫХ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ «БЕЛОГО КАМНЯ»

обширном пространстве. С учетом того, что в то время камень был очень дорогим, хотя и добывался повсеместно, вероятнее всего он поступал не из одного, а из нескольких мест.

Источником белого камня в постройках Иосифо-Волоколамского монастыря (расположен севернее Волоколамска) и церквей в бассейне р. Нудоль (юго-западнее Клина) предполагаются каменоломни у г. Старица на Верхней Волге, откуда камень доставлялся по р. Ламе [9, с. 80–81]. Также считается, что в XV в. для постройки Успенского собора в Звенигороде и Рождественского собора Саввино-Сторожевского монастыря вблизи этого города белый камень доставлялся из ломок у д. Хотяжи [9, с. 53]. Эти сведения подтверждают правдоподобность использования при строительстве Ново-Иерусалимского монастыря камня из старицких месторождений.

МЕСТОРОЖДЕНИЯ ИЗВЕСТНЯКА В РАЙОНЕ Г. СТАРИЦА

В районе г. Старица добыча известняка для строительства и производства извести велась очень давно и преимущественно подземным способом в горизонтальных штольнях, заложенных чаще всего в два яруса по берегам р. Волги и впадающих в нее рек и оврагов. Суммарная длина штолен и их систем, проложенных выше и ниже от г. Старица, составляет многие десятки километров [4].

Среди добывавшихся здесь известняков и доломитов наибольшую известность получил т.н. «старицкий камень» – чистый (до 99% CaCO₃) белый тонкопористый мажущий известняк, почти не содержащий фораминифер [17]. По указанию В.Г. Хименкова [19, с. 173] он обладает способностью выдерживать резкие изменения температуры и «служил лучшим строительным материалом для всего Верхнего Поволжья».

Пачка такого известняка мощностью 1,5–3 м перекрыта прочным слоем сильно окремненного известняка или пластового кремня, образующего естественную кровлю штолен [19]. Его стратиграфическое положение определяется как верхняя часть улитинской свиты середины подольского горизонта [15, 17], то есть он древнее, чем установленные в постройках Ново-Иерусалимского монастыря блоки [12]. Однако следует отметить, что на данный момент из построек Нового Иерусалима изучено небольшое количество образцов разного типа известняков, поэтому присутствие «старицкого камня» или других разновидностей, добытых в районе Стариц, исключить нельзя.

ИЗВЕСТНЯКИ, ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ПРИ РЕСТАВРАЦИИ БЕЛОКАМЕННОЙ ЛЕСТНИЦЫ

В ходе реставрации предполагалось восстановить в первичном виде лестницу, ведущую к Церкви Входа Господня в Иерусалим. Поскольку считается, что оригинальный камень происходил из Старицы, то для

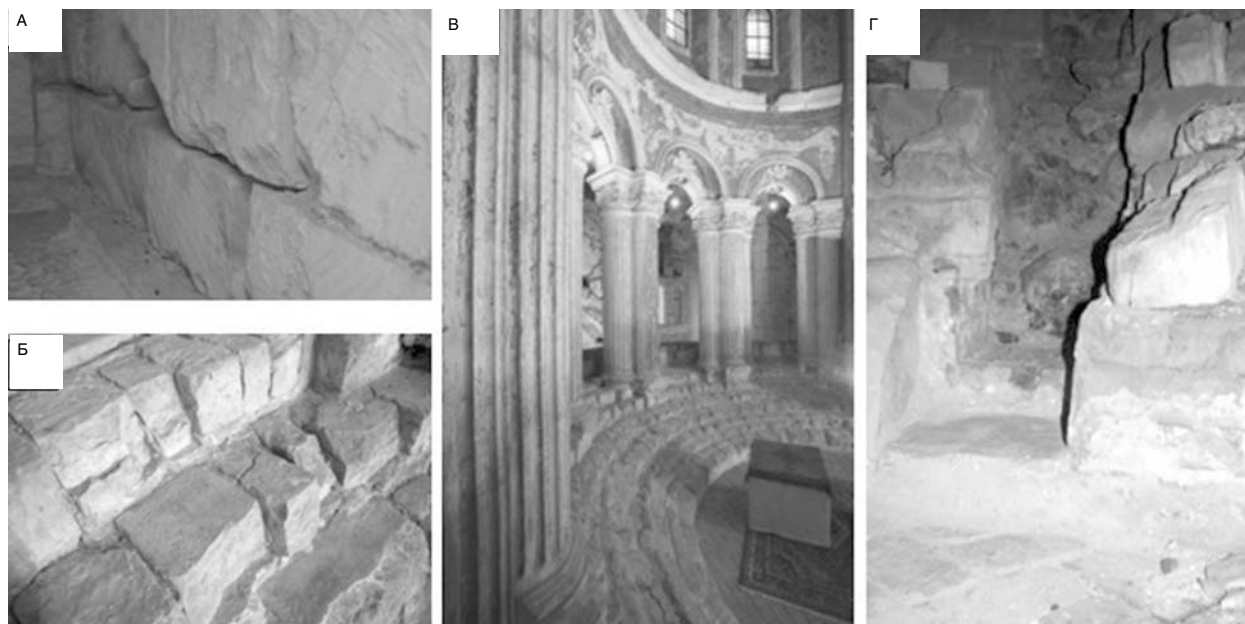


РИС. 1.

Примеры использованных блоков «белого камня»: А – Погребальное ложе Спасителя, Б–Г – Горнее место главного алтаря

ступеней лестницы были использованы блоки, по информации поставщика добытые в ныне действующем карьере, находящемся на южной окраине г. Старица. Судя по имеющимся фотографиям и местоположению, карьер вскрывает существенно известняковую улитинскую свиту и перекрывающие ее доломитизированные известняки и доломиты шуровской свиты подольского горизонта. Необходимо отметить, что в Старицком районе отложения более молодого мячковского горизонта присутствуют только в небольшом числе пунктов и не использовались для добычи белого камня. Предварительного изучения геологической позиции предназначенных для реставрации каменных блоков не было выполнено.

Лестница простояла лишь одну зиму, после чего выяснилось, что значительная часть блоков оказалась поврежденной, прежде всего за счет отслаивания линзовидных участков параллельно слоистости. Проведенный в мае 2014 г. визуальный осмотр показал, что использованные для реставрации блоки представлены двумя типами известняков (рис. 2).

К первому (I) типу (примерно 90% блоков) принадлежит органогенно-обломочный известняк с ярко выраженной макро-неоднородностью, светло-серого цвета, участками с зеленоватым оттенком, слабо глинистый и с признаками неправильной слоистости (рис. 2 А). Неоднородность связана с наличием в породе часто выклинивающихся на коротком расстоянии многочисленных тонких (обычно менее 1 см) волнистых прослоек зеленой глины или мергеля, которые распределены в известняке беспорядочно. На горизонтальных поверхностях видно, что глинистые

«линзочки» в основном представляют собой выстилку следов жизнедеятельности (проедания осадка) древними мягкотелыми животными (ископаемые следы *Zoophycos*). Такие следы широко распространены в каменноугольных отложениях Подмосковья [13] и приурочены к наиболее глубоководным частям циклитов. (В рассматриваемом случае циклит представляет собой часть разреза мощностью обычно от 2–3 до 10–15 м, сформированную в течение одного цикла колебания уровня моря – от мелководных осадков к наиболее глубоководным и снова к мелководным.) Известняки такого типа ранее не использовались при строительстве белокаменных сооружений, а употреблялись лишь для изготовления извести либо бута. Присутствие линзовидных прослоек вызывает быстрое разрушение блока при неоднократном замораживании и оттаивании зимой и при дополнительной обработке антигололедными реагентами. В результате таких процессов порода легко расслаивается, что хорошо видно на ряде ступеней лестницы.

Второй (II) тип (около 10% блоков) – это слегка желтоватый как бы пятнистый (неоднородный) неравномерно цементированный известняк, включающий большое количество мелких пор по растворенным фрагментам известковых скелетов морских организмов (брюхоногих и двустворчатых моллюсков, морских лилий и др.). Такой тип известняка в отложениях московского яруса приурочен к регрессивной части циклита. Осадок откладывался на достаточно малой глубине, а из-за последовавшего в дальнейшем осушения порода перекристаллизовалась, а затем произошло образование палеопочвенного профиля и калькретиза-

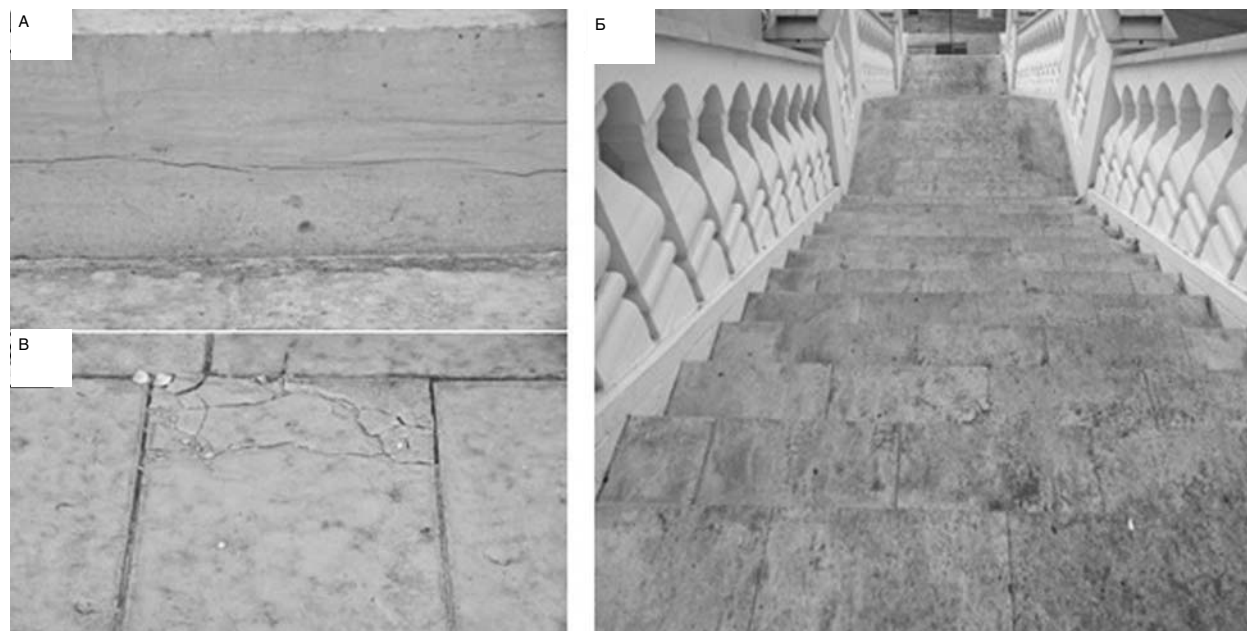


РИС. 2.

Воссозданная лестница Церкви Входа Господня в Иерусалим.

Типы известняков, использованных при реставрации: I тип (А) – органогенно-обломочный известняк с глинистыми прослойками; II тип (В) – известняк желтоватый, пятнистый, неоднородный, с увеличенной пористостью (см. таблицу свойств); (Б) – общий вид лестницы

ция, т.е. цементация вторичным карбонатом. Такой тип известняка также не принадлежит к числу характерных образцов т.н. «белого (мячковского) камня».

В отмостке Воскресенского собора, которая также реставрировалась, использованы те же два типа известняка, причем первый тип преобладает, однако многие блоки уложены в этом месте таким образом, что горизонтальной поверхностью является спил камня перпендикулярно слоистости. На таких блоках видно, что здесь во многих случаях первый тип представлен особой разновидностью, в которой присутствуют довольно толстые (3–5 см) близко расположенные прослои крупнозернистого детритового известняка (штормовые слои). На поперечных сечениях такого известняка видна хорошо сохранившаяся глинистая корочка, перекрывающая кровлю пласта, превращенного в калькрет на глубину до 5–6 см, а ниже следуют пятна перекристаллизации. Из-за различной устойчивости к внешним воздействиям, в том числе истиранию, такие блоки вероятно быстро утратят необходимые качества.

Результаты осмотра показали, что использованный при реставрации известняк не относится к «старицкому камню». Однако и «старицкий камень» не может быть сырьем для изготовления ступеней лестницы, так как на открытом воздухе он будет очень быстро истираться, особенно в современных условиях широкого использования в зимнее время песка, жидких и твердых противогололедных реагентов.

С целью уточнения возраста использованных при реставрации блоков две пробы были подвергнуты растворению в слабом растворе уксусной кислоты для выделения конодонтов – мелких фосфатных зубовидных элементов челюстных аппаратов вымерших примитивных позвоночных животных.

Проба из блока 14АЛ (II тип) весом 4,4 кг содержит свыше 50 конодонтовых элементов, среди которых доминируют *Idiognathodus delicatus* Gunnell и *I. trigonolobatus* Barskov et Alekseev. Также встречены редкие *Swadelina* cf. *makblinae* (Alekseev et Goreva) и *Hindeodus minutus* (Ellison). Эта ассоциация указывает на верхнюю часть кривякинского горизонта касимовского яруса верхнего карбона [16].

Вторая проба весом 6,4 кг характеризует разновидность I типа со штормовыми слоями и происходит из отмостки Воскресенской церкви. В ней обнаружено более 100 элементов, в том числе много рамиформных. Преобладает «*Streptognathodus*» *subexcelsus* Alekseev et Goreva, также присутствуют *Idiognathodus delicatus* Gunnell, *Hindeodus minutus* (Ellison), *Diplognathodus coloradoensis* (Murray et Chronis) и, что особенно интересно, относительно глубоководные ребристые *Gondolella* sp. Выявленный комплекс типичен для нижней части того же кривякинского горизонта (суворовская свита), а порода более всего похожа на хорошо известную в подмосковных карьерах так называемую «гарнашу» – переслаивание глин и мергелей со штормовыми грубозернистыми известняками.

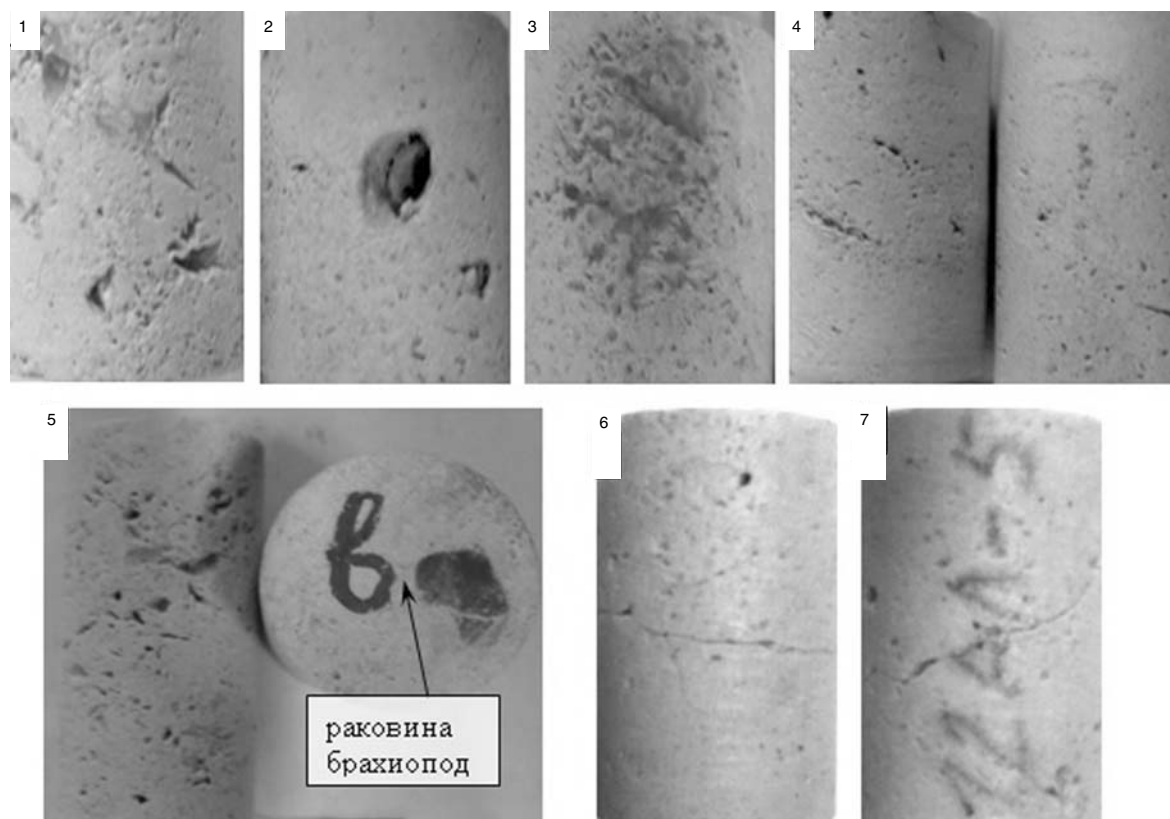


Рис. 3.

Образцы известняков, изготовленные из блоков, предназначенных для реставрации: 1, 2 — с кавернами от растворенных фрагментов известковых скелетов, 3 — групповое, частично ориентированное расположение каверн, 4 — пустоты, ориентированные вдоль слоистости с глинистой составляющей, 5 — образец из блока типа II, с включением окремненной раковины брахиоподы, 6, 7 — удлинение цепочек каверн и образование ветвящихся трещин после многоциклового промораживания известняка второго типа

Результаты изучения конодонтов показывают, что по крайней мере часть пошедшего на реставрацию материала никак не может происходить из Старицкого карьера, так как там вскрыты значительно более древние породы.

ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ИЗВЕСТНЯКА, ИСПОЛЬЗОВАННОГО ПРИ РЕСТАВРАЦИИ

Кроме визуального обследования нами дополнительно были изучено строение известняков с помощью микроскопа OLYMPUS, определены физические свойства стандартных образцов керна, выбуренных из этих блоков перпендикулярно слоистости. Для каждого типа исследовались по 6 столбиков керна, полученных из различных блоков, что необходимо для выявления степени изменчивости их свойств. По стандартным методикам определялись 18 показателей свойств, включая динамические характеристики.

Фотографии керна (рис. 3) свидетельствуют о значительной неоднородности пород, которая не должна присутствовать в материале, используемом для реставрации, особенно по количеству, расположению, группированию и ориентации каверн и включений.

В соответствии с требованиями ГОСТов 25.504-82, 21153.1-3, 12248-96, 9479-2011 и 8.136-74* ГСИ, которые соответствуют ISRM, выполнялся анализ плотности, пористости, прочности в сухом состоянии пород, а также фиксировались изменения этих показателей в водонасыщенном состоянии и после многоциклового замораживания-оттаивания. Для определения прочности использовался пресс ПГИ-500, скорость нагружения составляла 0,5 мм/с. Данный набор показателей является типовым при изучении свойств карбонатных пород, применяемых в строительстве [20].

Полученные данные, в том числе минимальные, максимальные и средние значения каждого параметра, приведены в таблице 1, также указаны особенности строения и пористости, описано состояние пород после их водонасыщения и замораживания.

Известняки I типа с глинистыми линзами имеют в целом меньшую пористость (16–23%) и большую прочность (обычно выше 200 и максимально 379 кг/см²) по сравнению с породами II типа, но в реальных условиях в крупных блоках из-за значительной макронесоднородности оказались подвержены более сильным разрушениям.

ТАБЛИЦА 1.

Результаты определения основных физико-механических свойств известняков

№ пробы (блока)	*Плотность воздушного грунта	Плотность воздушно-сухого грунта	Пористость	Водопоглощение	Прочность, одноосное сжатие		Прочность, одноосное		Коэффициент размягчаемости	Коэффициент морозостойкости	Краткое описание породы и примечания
					воздушно-сухие	водонасыщенные	после замораживания	после замораживания			
	$\rho_{\text{возд.-сух.}}$	$\rho_{\text{вод.}}$	n	W_p	R_c	$R_{\text{св}}$	$R_{\text{см}}$	K_p	K_m		
	г/см ³	г/см ³	%		кг/см ²			д.е.			
1-Ал тип II	$\frac{1,93-2,03}{1,99}$	$\frac{2,14-2,24}{2,22}$	$\frac{26-29}{27}$	$\frac{10,2-11,7}{11,1}$	$\frac{98-109}{103}$	$\frac{109-123}{116}$	$\frac{98-37}{38}$	1,12	0,36	Известняк высокопористый; каверны нередко ориентированы под углом 30–40°, каверны размером от долей до 3–4 мм вытянуты 1:4. Встречаются глинистые прослои. После промораживания образуются четко видимые трещины	
4-Ал тип I	$\frac{2,18-2,26}{2,21}$	$\frac{2,33-2,36}{2,34}$	$\frac{17-20}{19}$	$\frac{4,1-7,5}{6,4}$	$\frac{248-263}{255}$	$\frac{201-249}{225}$	$\frac{157-178}{168}$	0,88	0,66	Известняк неоднородный с включением органических остатков – раковин размером 4–5 мм брахиопод и одиночных кораллов, кавернозность гнездовидная, размером до 0,87x0,5x0,5см, развиты субвертикальные тонкие трещины	
11-Ал тип I	$\frac{2,09-2,14}{2,11}$	$\frac{2,22-2,28}{2,26}$	$\frac{21-23}{22}$	$\frac{3,8-9,6}{6,8}$	$\frac{177-221}{199}$	$\frac{112-190}{151}$	$\frac{96-160}{128}$	0,76	0,64	Известняк слоистый с мощностью слоев от 1 до 3 см. Каверны размером 1–3 мм овальные, вытянуты вдоль слоев, на отдельных участках объединяются в цепочкообразные пустоты, неравномерно распределенные (по вертикали и горизонтально), которые удлиняются после промораживания	
12-Ал тип I	$\frac{2,04-2,17}{2,09}$	$\frac{2,17-2,31}{2,24}$	$\frac{20-25}{23}$	$\frac{6,4-8,5}{7,4}$	$\frac{198-204}{201}$	$\frac{86-143}{115}$	$\frac{85-113}{89}$	0,57	0,49	Известняк неравномерно окрашен с желтоватым оттенком, имеет шарообразные поры диаметром ≈ 1 мм. После замораживания образуются трещины секут весь образец	
14-Ал тип II	$\frac{1,91-2,06}{2,01}$	$\frac{2,19-2,26}{2,24}$	$\frac{26-31}{27}$	$\frac{8,8-10,4}{9,7}$	$\frac{88-161}{125}$	$\frac{88-140}{114}$	$\frac{41-91}{56}$	0,91	0,53	Известняк макропористый, неоднородный по содержанию каверн, форма каверн тонко червеобразная длиной до 1 см шириной доли мм. Встречаются одиночные крупные раковины брахиопод. После замораживания образуются тонкие разветвленные трещины	
7-Л тип I	$\frac{2,15-2,25}{2,19}$	$\frac{2,30-2,34}{2,32}$	$\frac{17-21}{19}$	$\frac{6,4-7,6}{7,1}$	$\frac{146-379}{263}$	209	$\frac{136-161}{149}$	0,80	0,57	Известняк с неравномерно развитой по горизонтали пористостью и кавернозностью мощностью по 2–3 см. Остальная часть породы в образцах плотная, но с вертикальными ступенчатыми трещинами, что приводит при замораживании к образованию «вывалов»	
8-Л тип I	$\frac{2,21-2,31}{2,26}$	$\frac{2,33-2,38}{2,35}$	$\frac{15,6-19,4}{17,6}$	$\frac{4,4-5,5}{4,8}$	$\frac{266-362}{314}$	$\frac{185-222}{204}$	$\frac{215-260}{238}$	0,86	0,76	Известняк слоистый, с темными очень тонкими глинистыми прослойками. Кавернозность развита по слоям с неравномерно распределенными порами, размером доли мм, редко образуются крупные каверны. Известняк в несложной части плотный, хорошо окристаллизованный. При многократном промораживании происходит небольшое расширение глинистых прослоек.	
9-Л тип II	$\frac{1,90-2,09}{2,03}$	$\frac{2,23-2,29}{2,26}$	$\frac{24-31}{26}$	$\frac{8,9-10,8}{9,6}$	$\frac{129-139}{134}$	$\frac{170-280}{225}$	$\frac{67-115}{91}$	1,15	0,68	Аналог блока 1-Ал, с большим диапазоном прочности в разных частях блока и расширением глинистых прослоек при многократном промораживании	
10-Л тип II	$\frac{1,94-2,10}{2,04}$	$\frac{2,15-2,29}{2,23}$	$\frac{22-28}{24}$	$\frac{8,8-11,5}{10}$	$\frac{136-174}{155}$	$\frac{109-140}{125}$	$\frac{54-78}{66}$	0,80	0,42	Аналог блока 1-Ал, но содержит в меньшем количестве крупные каверны и их скопления. При промораживании происходит увеличение темных ореолов вокруг глинистых участков с образованием ветвящихся трещин.	
12-Л тип I	$\frac{2,11-2,18}{2,13}$	$\frac{2,25-2,32}{2,28}$	$\frac{20-23}{22}$	$\frac{6,0-7,8}{6,7}$	$\frac{139-224}{181}$	$\frac{127-149}{138}$	$\frac{120-160}{140}$	0,76	0,77	Аналог блока 12-Ал, с крупным включением неправильной формы (размером до 2 см) –возможно окремнение. При промораживании происходит расширение глинистых участков и объединение пор в трещинообразные цепочки.	

Как видно из таблицы, прочность на сжатие воздушно-сухих известняков I типа в среднем находится в пределах 200–300 кг/см², а II типа – 100–180 кг/см², в то время как у коробчевского «мрамора» она составляет 450–794 кг/см². Пористость достигает 27%, при этом в водонасыщенном состоянии прочность снижается на 30–50% в зависимости от типа пористости и наличия глинистых прослоев. Практически во всех изученных разновидностях после 25 циклов замораживания-оттаивания обнаружен невысокий коэффициент морозостойкости. Это позволяет сделать вывод о том, что известняки, использованные для реставрации лестницы, изначально имели для этой цели недостаточно высокие показатели.

Сведения о физических свойствах «старицкого камня» в литературе отсутствуют. Однако ранее достаточно подробно были изучены близкие по возрасту карбонатные породы Песковской группы месторождений (нижнее течение р. Москвы), относящиеся к нижней части мячковского горизонта [6] и Мячковской группы, включая районы Домодедово и Коробчевско на р. Оке у г. Коломна [5], принадлежащие также мячковскому горизонту. Из них известняки Коробчевско по возрасту наиболее близки к тем, которые установлены нами в постройках Ново-Иерусалимского монастыря. Именно в этих месторождениях издавна добывались известняки, получившие название «белый камень» и наиболее широко применявшиеся в строительстве.

Определенные нами физико-механические свойства использованных для реставрации известняков находятся в пределах, указанных вышеупомянутыми исследователями, причем более прочным ими считался мелкозернистый известняк «красенький» из нижней части песковской свиты мячковского горизонта с плотностью 1,86–2,20 г/см³, пористостью 20–25%, средней прочностью 260–308 кг/см² и коэффициентом морозостойкости 0,49–0,61 [5], что близко соответствует показателям I типа. Однако наличие глинистых прослоек резко снижает их морозостойкость.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные исследования показали, что использованные при реставрации лестницы известняки характеризуются сильной неоднородностью строения, имеют крайне невысокие физико-механические показатели, поскольку они были добыты из слоев, которые накапливались в относительно глубоководной обстановке или изменены древними палеопочвенными процессами.

Таким образом, знание происхождения, истории накопления осадков и дальнейшего развития геологической обстановки образовавшихся из них пород, состава, строения и состояния известняков, а также основных свойств являются необходимыми условия-

ми для установления наиболее экологичного, безопасного и экономичного их использования по назначению, особенно в процессе реставрационных работ.

Авторы выражают благодарность Н.Г. Гладкову за образцы и фотографии карьера у г. Старица, а Е.С. Казанцевой – за описание вскрытого в нем разреза.

ЛИТЕРАТУРА

1. АЛЕКСЕЕВ А.С., ГОЛОДКОВСКАЯ Г.А., ПАНАСЬЯН А.А. Актуальные проблемы инженерно-геологического изучения каменноугольных карбонатных пород на территории Москвы // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4. Геол. 2012. № 2. С. 25–34.
2. ВИКТОРОВ А.М., ВИКТОРОВА Л.А. Природный камень в архитектуре. М.: Стройиздат, 1983. 189 с.
3. ВИКТОРОВ А.М., ЗВЯГИНЦЕВ Л.И. Белый камень. М.: Наука, 1981. 120 с.
4. ЗАГРАЕВСКИЙ С.В. Новые исследования памятников архитектуры Владимиро-Суздальского музея-заповедника. М.: АЛЕВ-В, 2008. 190 с.
5. ЗАЛЕССКИЙ Б.В., СТЕПАНОВ В.Я., ФЛОРЕНСКИЙ К.П. Опыт изучения физических свойств известняков мячковского горизонта (Мячковская группа месторождений) // Тр. Ин-та геол. наук. Вып. 121. Петрографическая серия. № 36. М.: Изд-во АН СССР, 1950а. С. 68–105.
6. ЗАЛЕССКИЙ Б.В., СТЕПАНОВ В.Я., ФЛОРЕНСКИЙ К.П. Опыт изучения физических свойств известняков мячковского горизонта (Песковская группа месторождений) // Тр. Ин-та геол. наук. Вып. 122. Петрографическая серия. № 37. М.: Изд-во АН СССР, 1950б. С. 24–52.
7. ЗВЯГИНЦЕВ Л.И. Белый камень в русской архитектуре // Смирновский сборник – 96 (научно-литературный альманах). М.: Фонд им. академика В.И. Смирнова, 1996. С. 173–186.
8. ЗВЯГИНЦЕВ Л.И. Русь белокаменная. М.: Московский гос. горный ун-т, 2007. 306 с.
9. ЗВЯГИНЦЕВ Л.И., ВИКТОРОВ А.М. Белый камень Подмосковья. М.: Недра, 1989. 118 с.
10. ИСАКОВА Т.Н., АЛЕКСЕЕВ А.С., ЗАВЬЯЛОВ С.М., ПАСЫНКОВ С.В., ФЛОРЕНСКИЙ П.В. Каменноугольная фораминиферовая биота и ее прикладное значение для реставрационных работ белокаменных построек // Объекты палеонтологического и геологического наследия и роль музеев в их изучении и охране. Сборник научных работ. Кунгур: Кунгурский историко-архитектурный и художественный музей-заповедник, 2013. С. 27–31.
11. ИСАКОВА Т.Н., ЗАВЬЯЛОВ С.М., АЛЕКСЕЕВ А.С. Белый камень в постройках Ново-Иерусалимского монастыря и его источники // Докл. Московского общества испытателей природы. Т. 53. М.: МГУ имени М.В. Ломоносова, 2012. С. 8–12.
12. ИСАКОВА Т.Н., ЗАВЬЯЛОВ С.М., АЛЕКСЕЕВ А.С. Белокаменные материалы в постройках Ново-Иеру-

- салимского монастыря и окрестностей, их возможные источники // Бюл. МОИП. Отд. геол. 2014. Т. 89, вып. 1. С. 35–44.
13. **КАБАНОВ П.Б.** Бентогенные карбонатные фации фанерозоя: обзор и пример из карбона Восточно-Европейской платформы // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2009. Т. 17. № 5 С. 41–59.
 14. **КАБАНОВ П.Б., АЛЕКСЕЕВ А.С., БАРАНОВА Д.В. и др.** Изменения ориктоценозов в одной эвстатической циклотеме: домодсковская свита песковских разрезов (карбон, московский ярус) // Палеонтол. журн. 2006. № 4. С. 3–19.
 15. **МАХЛИНА М.Х., АЛЕКСЕЕВ А.С., ГОРЕВА Н.В. и др.** Средний карбон Московской синеклизы (южная часть). Т. 1. Стратиграфия. М.: Палеонтол. ин-т РАН, 2001а. 244 с.
 16. **МАХЛИНА М.Х., АЛЕКСЕЕВ А.С., ГОРЕВА Н.В. и др.** Средний карбон Московской синеклизы (южная часть). Т. 2. Палеонтологическая характеристика. М.: Научный мир, 2001б. 328 с.
 17. **РЕЙТЛИНГЕР Е.А., БАЛАШОВА Н.Н.** Стратиграфия среднекаменноугольных отложений Ржевского Поволжья // Региональная стратиграфия СССР. Т. 2. М.: Изд-во АН СССР, 1954. С. 121–200.
 18. **СУПРУН В.И.** Белый камень. М.: МГГУ, Горная книга, 2010. 153 с.
 19. **ХИМЕНКОВ В.Г.** Общая геологическая карта европейской части СССР. Лист 43. Калинин – Можайск – Духовщина – Торопец // Тр. Мос. геолого-гидрогеодез. треста. Вып. 7. М.-Л.: ОНТИ НКТП СССР, 1934. 216 с.
 20. **ШЛАИН И.Б.** Разработка месторождений карбонатных пород (для производства щебня). М.: Недра, 1968. 292 с.
 21. **BARANOVA D.V., Kabanov P.B., ALEKSEEV A.S.** Fusulinids (Foraminifera), lithofacies and biofacies of the Upper Moscovian (Carboniferous) of the southern Moscow Basin and Oka-Tsna Swell // Paleontol. J. 2014. Vol. 48, N 7. P. 701–849.

**А.С. АЛЕКСЕЕВ,
И.В. ЛЕУШИНА, А.А. ПАНАСЬЯН**
ЗНАЧЕНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ
ПРИ РЕСТАВРАЦИИ ИСТОРИЧЕСКИХ
ПАМЯТНИКОВ, ПОСТРОЕННЫХ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ «БЕЛОГО КАМНЯ»

Алексеев Александр Сергеевич,
д.г.-м.н., профессор МГУ имени М.В. Ломоносова

✉ e-mail: aaleks@geol.msu.ru

Леушина Ирина Валентиновна,
гл. инж. проектов ЦНРПМ

Панасьян Лейли Леоновна,
к.г.-м.н., с.н.с. МГУ имени М.В. Ломоносова

✉ 119991, г. Москва, Ленинские горы, д. 1