

Результаты показывают, что кинетика процесса выхода ионов Ca^{2+} из образцов возрастает в 4-6 раз при содержании и увеличении концентрации соли NaCl и, в частности, хлорид-ионов с 5,85 до 14,6 г/л. Процесс вымывания из бетона Ca^{2+} замедляется уже после 3 суток замачивания образцов и далее наблюдается равновесное и незначительное снижение Ca^{2+} в дистиллированной воде.

При содержании хлорид-ионов в воде, т. е. в растворе соли, процесс выхода ионов кальция в раствор без снижения кинетики продолжается в течение 7 суток, далее наблюдается резонанс снижения содержания Ca^{2+} .

Полученные данные позволяют выявить математическую зависимость кинетики процессов вымывания ионов Ca^{2+} из силикатного бетона при наличии различных концентраций ионов Cl^- , являющихся наиболее химически активными по отношению к кальцию, что может позволить проводить диагностику образцов силикатных бетонов, подвергшихся агрессивному воздействию внешней среды.

Список цитированных источников

1. Москвин, В.М. Коррозия бетона и железобетона, методы их защиты / В.М. Москвин [и др.]. – М.: Стройиздат, 1980.
2. Рыбьев, И.А. Материаловедение в строительстве: учебное пособие для студентов высших учебных заведений / И.А. Рыбьев [и др.]. – 2-е изд. испр. – М.: Издательский центр «Академия», 2007.

УДК 691.51

Тур А.В.

Научный руководитель: доцент, к.т.н. Тур Э. А.

ИССЛЕДОВАНИЕ ФАСАДОВ ЗДАНИЯ БРЕСТСКОГО ОБЛИСПОЛКОМА КАК ОБЪЕКТА ИСТОРИКО-КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Основным направлением развития современного строительства является повышение технологичности и качества вновь возводимых объектов. Однако постоянное совершенствование методов строительных работ не снимает одну из важнейших задач – сохранения архитектурного наследия прошлого с учётом старых технологий. Научный подход к вопросам реставрации памятников культуры в Республике Беларусь позволяет сохранить историко-культурное наследие Республики Беларусь. Реставрация объекта, представляющего историко-культурную ценность, должна опираться на многосторонние комплексные исследования. Комплексные лабораторные исследования отобранных образцов (фрагментов фасадов, штукатурки и т. д.) включают в себя: изучение химического состава раствора с определением процентного соотношения основных компонентов; гранулометрический анализ, являющийся путём просеивания сквозь серию сит с разными ячейками распределение заполнителя минерального строительного раствора по фракциям; петрографический анализ – изучение под микроскопом шлифов раствора и других материалов [1]. Количественные соотношения компонентов раствора определяются в основном химическим анализом. Но возможны приближённые подсчёты при микроскопическом изучении образцов. Гораздо большие результаты даёт изучение качественного состава. Наличие тех или иных незначительных, но характерных примесей, особенности строения зёрен песка могут служить свидетельством не только технологических различий, но и использования материалов, добытых в разных карьерах. Микроскопические исследования дают важные результаты при изучении не только растворов, но и окрасочных составов.

Окончательный вывод относительно состава исследуемых материалов может быть сделан лишь на основании всего комплекса проводимых анализов.

Правильность полученных результатов во многом зависит от тщательности отбора образцов, которые должны изыматься с разных участков здания или сооружения во избежание случайных ошибок [2].

Целью настоящей работы является проведение физико-химических исследований минеральных строительных растворов и окрасочных составов реставрируемого здания по улице Ленина, д.11 в г. Бресте (здание Брестского областного исполнительного комитета) и разработка рекомендаций по проведению отделочных реставрационных работ объекта, внесенного в Перечень объектов историко-культурного наследия Республики Беларусь.

Улица Ленина в Бресте расположена в центральной части города. Протяженность около 1700 м - от автомобильного моста через железнодорожные пути станции Брест-Центральный до улицы Интернациональной, пересекает площадь Ленина. Застроивалась с конца 1830-х годов. Сохранились здание казармы (ныне жилой дом) и два 2-этажных особняка (в одном размещается музей «Спасенные художественные ценности»), спроектированные архитектором Юлианом Лисецким в 20-х годах прошлого века. В 1935 году были построены больница скорой медицинской помощи (ныне Брестская городская больница скорой медицинской помощи), в 1938 году - высокое здание Полесского воеводства (сейчас здесь расположены областной исполнительный комитет, областной Совет депутатов и Комитет государственного контроля Брестской области). Здание Брестского облисполкома, построенное в 1938 году, спроектировано в стиле модного в те годы конструктивизма. Облисполком не влез в корпус 1938 года, и в 1960 году к нему пристроили левое крыло (архитектор О. Суворова).

Анализ образцов штукатурных растворов и окрасочных составов выполнялся по стандартным методикам выполнения измерений. Для анализа представленных образцов применяли микрохимический, гранулометрический и петрографический методы исследований [1, 2, 3]. Основными задачами петрографических исследований являлись: диагностика минеральных материалов и определение количественно-минералогического и химического состава растворов. Состав минералов определяли иммерсионным методом (определения показателей преломления), основанном на погружении зерен минералов в различные жидкости и сравнении показателей преломления минерала и жидкости.

Гранулометрический состав наполнителей строительных растворов определяли ситовым методом. Он характеризуется содержанием в растворе зерен различной крупности и определяется просеиванием средней пробы через сита. Набор стандартных сит для просеивания песка включал сита с отверстиями 10; 5; 2,5; 2; 1; 0,5; 0,25; 0,125; 0,63; 0,315 и 0,16 мм. Сита с отверстиями 10 и 5 мм служат для выявления засоренности песка зернами гравия или щебня.

Пробу сухого раствора, разрушенного вручную или при помощи лабораторного пресса, массой 100 г высыпали на сито с отверстиями 2,5 мм, под которым располагали остальные сита (в порядке последовательного уменьшения размеров отверстий) и поддон. После просеивания раствора через сита ручным встряхиванием определяли частные остатки на ситах, выражаемые в процентах к общей массе пробы, и полные остатки, которые получились бы на каждом сите, если бы всю пробу раствора просеивали только сквозь него. Полные остатки находили суммированием частных остатков на данном сите и всех ситах с более крупными отверстиями. Сквозь мелкое сито с отверстиями 0,16 мм проходило не более 5% массы пробы.

Цвета лакокрасочных покрытий и отделочных составов указаны по современному каталогу «3D plus System» компании «CAPAROL», который используется в настоящее время архитекторами. Цвет покрытия определяли путём визуального сравнения образца с эталонной типографской выкраской [3]. Для устранения метамерии определение цвета проводили при рассеянном естественном освещении.

Определение водородного показателя водной вытяжки растворов осуществлялось потенциометрическим методом при помощи рН-метра HANNA HI 98127. Метод основан на изменении разности потенциалов, возникающих на границах между внешней поверхностью стеклянной мембраны электрода и исследуемым раствором, с одной стороны и внутренней поверхностью мембраны и стандартным раствором с другой стороны.

Были исследованы известково-цементно-песчаные, цементно-песчаные и известково-песчаные растворы, ремонтные цементно-песчаные растворы выделяются явным недоделанием цемента. Минеральный состав наполнителя полевшпатово-кварцевый, в основном, кварцевый песок. Результаты исследования строительных растворов приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Результаты исследования строительных растворов

№	Физико-химические показатели строительных штукатурных растворов					
	Вид раствора	Количественное соотношение компонентов	Содержание фракции кварцевого песка с размером зерна (мм), %			
			0,25-0,125	0,5-0,25	1,0-0,5	более 1
1	Изв.-цем.-песч.	1:1:4 - 1:1:4,5	34	49	15	2
2	Изв.-цем.-песч.	1:1:6	33	46	19	2
3	Изв.-цем.-песч.	1:1:8	33	54	13	-
4	Изв.-песчан.	1:5	30	59	11	-
5	Изв.-песчан.	1:6	29	56	15	-
6	Изв.-песчан.	1:4,5-1:5	35	24	33	8
7	Цем.-песчан.	1:20	21	57	21	1
8	Цем.-песчан.	1:27	22	56	21	1

При изучении шлифов штукатурного раствора №6 под микроскопом и при измельчении раствора обнаружено, что штукатурный раствор накладывали слоями: слой известково-песчаного раствора – очень тонкий слой желтой охры с незначительным добавлением слюды – слой известково-песчаного раствора – очень тонкий слой желтой охры с незначительным добавлением слюды и т. д. Состав сохранил высокую прочность. При исследовании штукатурных растворов №7 и №8 определено, что в составах отсутствует связь между структурными элементами (легко разрушаются) вследствие очень малого количества вяжущего. Очевидно – составы ремонтные, нарушено соотношение компонентов при приготовлении растворов (недоделание цемента).

Лицевая поверхность главного фасада окрашена силикатным составом на минеральной основе (связующее – жидкое калиевое стекло K_2SiO_3) грязно-молочного цвета. Цвет близок к образцу «Off White». Отмечена высокая адгезия к подложке (связана с химическим сродством). Также отмечены следы незначительной деструкции (небольшое меление, небольшое грязеудержание), связанной с длительным сроком эксплуатации здания без ремонта. Лицевая поверхность бокового фасада составом на минеральной основе грязно-бежевого цвета. Цвет близок к образцу «Ginster 80». Отмечены следы фотоокислительной деструкции – состав сильно «выгорел», предположительно изначально был на тон темнее, т. е. близок к образцу «Ginster 75». Лицевая поверхность бокового фасада слева от декоративной металлической решетки окрашена составом на минеральной основе грязно-серовато-бежевого цвета. Цвет близок к образцу «Circuta 60».

Лицевая поверхность плоскости стены бокового фасада старого здания окрашена структурным отделочным составом на минеральной основе (связующее – жидкое калиевое стекло K_2SiO_3) грязно-бежевого цвета. Цвет близок к образцу «Circuta 90». Отмечены следы деструкции – меление, возможно потеря изначального цветового тона вследствие фотоокислительной деструкции. Лицевая поверхность плоскости стены дворового фасада окрашена структурным отделочным составом на минеральной основе (связующее – жидкое калиевое стекло K_2SiO_3) грязно-бежевого цвета. Цвет близок к образцу «Ginster 55».

Старое здание и пристроенные позже блоки ранее не перекрашивались, а лишь ремонтировалось отдельными фрагментами. Поэтому изначально и главный, и дворовые фасады центрального старого здания были окрашены высококачественным структурным отделочным составом на минеральной основе (связующее – жидкое калиевое стекло K_2SiO_3) грязно-бежевого цвета. Цвет близок к образцу «Ginster 55». Новые пристроенные здания также окрашивались высококачественными силикатными составами, цвета которых подбирали в тон или близкими по цвету к старому зданию. Таким образом, главный фасад был окрашен силикатным составом на минеральной основе грязно-молочного цвета. Боковой фасад был окрашен составом на минеральной основе грязно-бежевого цвета. Фасад старого здания был окрашен структурным отделочным составом на силикатной основе грязно-бежевого цвета. Новые пристроенные здания также окрашивались высококачественными силикатными составами, цвета которых подбирали в тон или близкими по цвету к старому зданию.

Практически у всех окрасочных составов отмечены следы деструкции (меление, небольшое грязеудержание), связанной с длительным сроком эксплуатации здания без ремонта. Кроме того, отмечены следы фотоокислительной деструкции – составы сильно «выгорели».

Ранние штукатурные работы (на старом здании и пристроенных позже блоках) производились известково-песчаными составами, поздние ремонтные – известково-цементно-песчаными и цементно-песчаными составами.

При проведении реставрационных работ следует учитывать, что ранние исследованные штукатурки выполнены известково-песчаными составами (бесцементными), обладающими высокой пористостью, газо- и паропроницаемостью. В связи с этим к материалам, используемым при проведении реставрационных работ, предъявляются следующие требования: материалы по своим эксплуатационным характеристикам должны быть аналогичны первоначальным; материалы должны быть химически совместимы с оригинальными и обладать высокой щелочестойкостью. Проведению штукатурных и окрасочных работ должны предшествовать такие вспомогательные работы, как ремонт кровли, водосточных систем, а также работы по гидроизоляции здания.

Поэтому рекомендуется следующая схема проведения ремонтно-реставрационных работ: удаление всех имеющихся слоёв окрасочных составов, а также деструктированных (разрушенных) фрагментов штукатурного слоя; подготовка поверхности под покраску: восполнение утраченных фрагментов штукатурки, по необходимости – новые штукатурные работы; грунтование поверхности фасадов; окрашивание поверхности фасадов.

Все отделочные слои фасада здания (штукатурку, окрасочные составы) следует механически удалить до основания. Для этого необходимо использовать жёсткие щётки, а также скребки и шпатели. Допускается промывка поверхности холодной водой под давлением.

Силикатные окрасочные составы имеют хорошую адгезию к минеральному основанию вследствие химического сродства, поэтому их удаление может быть связано с определенными трудностями. Для восстановления штукатурного слоя рекомендуется использовать штукатурные смеси на основе известкового вяжущего, не содержащие цемента, обладающими водостойкостью, высокой паропроницаемостью и адгезией к основанию. Для получения высококачественной отделки рекомендуются штукатурки «Силитол» различной зернистости. Для выравнивания неровно затёртой штукатурки и затирки микротрещин рекомендуется использовать известковую затирку на основе диспергированной белой извести. Кроме того, для получения высококачественной наружной отделки на фасадах здания, рекомендуется затирать поверхность или отдельные участки ремонтной минеральной шпатлёвкой. Перед окраской поверхность рекомендуется обработать грунтовкой, изготовленной на основе высокоактивной гидратной извести. Грунтовка должна обла-

дать высокой паропроницаемостью, максимально приближенной к значению паропроницаемости минеральных составов. Грунтование проводится с целью уменьшения водопоглощения основания и улучшения адгезии к основанию последующего слоя лакокрасочного покрытия [4].

Окрашивание поверхности следует проводить составами, формирующими покрытие с высокой паропроницаемостью и низким водопоглощением. Для этого в наибольшей степени подходят краски на силикатной основе. Такие краски образуют наиболее микропористое покрытие, гидрофобное покрытие с низким грязеудержанием и могут наноситься на высокощелочные основания известковых штукатурок. В качестве альтернативы возможно применение высококачественных известковых красок, специально предназначенных для реставрационных работ по известковым основаниям, имеющим хорошую паропроницаемость. Производить покраску фасадов рекомендуется не ранее, чем через 28 суток после выполнения всех подготовительных (штукатурных и т. д.) работ [5].

Многие десятилетия из-за отсутствия средств реставрация зданий в большинстве случаев сводилась лишь к легкому косметическому ремонту. Неоднократные ремонты привели к образованию многослойного «пирога» из различных штукатурок и других отделочных материалов. При проведении обследования часто выясняется, что кроме реставрации самого фасада здания необходимо выполнить комплекс работ по усилению фундамента и устройству гидроизоляции в подвальных помещениях, по устранению причин капиллярного подсоса влаги в ограждающие конструкции здания [5].

Список цитированных источников

1. Никитин, Н.К. Химия в реставрации: справ.пособие / М.К. Никитин, Е.П. Мельникова. – Л.: Химия, 1990. – 304 с.
2. Ратинов, В.Б. Химия в строительстве / В.Б. Ратинов, Ф.М. Иванов. – М.: Стройиздат, 1969. – 198 с.
3. Ивлиев, А.А. Реставрационные строительные работы / А.А. Ивлиев, А.А. Калпын. – М.: ПрофОбрИздат, 2001. – 272 с.
4. Брок, Т. Европейское руководство по лакокрасочным материалам и покрытиям / Т. Брок, М. Гротеклаус, П. Мишке; пер. с англ. под ред. Л.Н. Машляковского. – М.: Пэйнт-Медиа, 2004. – 548 с.
5. Фрессель, Ф. Ремонт влажных и повреждённых солями строительных сооружений / Ф. Фрессель. – М.: ООО «Пэйнт-медиа», 2006. – 320 с.

УДК 625.1.23

Яковец А. А.

Научный руководитель: к.г.н., доцент Шпендик Н. Н.

ЛЕСОЗАЩИТНЫЕ ПОЛОСЫ ВДОЛЬ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПОЛОТНА КАК СПОСОБ ЗАЩИТЫ ПРИРОДНЫХ КОМПЛЕКСОВ

Транспортный комплекс Республики Беларусь занимает исключительно важное место в жизнеобеспечении её многоотраслевой экономики и реализации социальной политики государства. В нашей стране перевозка грузов и пассажиров осуществляется шестью видами транспорта: автомобильным, железнодорожным, воздушным, водным, городским электрическим и трубопроводным. По данным Национального статистического комитета Республики Беларусь эксплуатационная длина железнодорожных путей в Республике Беларусь в 2008 году составила 5511 км, а в 2016 году 5500 км (рис. 1), а это подтверждает, что железнодорожный транспорт в нашей стране пользуется спросом [6].