

Строительные материалы и изделия Building materials and products

Научная статья

УДК 691.21

DOI: 10.14529/build250103

ПОКРАСКА ИЗДЕЛИЙ ИЗ ГРАНИТА МАНСУРОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ МЕТОДОМ ОБЪЕМНОЙ ПРОПИТКИ

Г.Н. Симаков[✉], Ш.Р. Мусин, Р.М. Утарбаев

*Сибайский институт (филиал) Уфимского университета науки и технологий,
Сибай, Россия*

[✉] gnsimakov@yandex.ru

Аннотация. Покраска облицовочных изделий из природного камня оказывает существенное влияние на показатель декоративности этих изделий. При этом лучшие показатели декоративности достигаются при объемной пропитке структуры камня клеевыми красящими составами. Предметом данного исследования является процесс покраски мансуровского гранита указанными составами. В ходе исследования были изготовлены окрашенные в разные цвета образцы гранита и изучено влияние технологических факторов на качество изделий из него. При этом было установлено, что окрашенные клеевой пропиткой поверхности камня устойчивы к воде, пролитым на них чаю, кофе, подсолнечному, трансформаторному и др. маслам. Основным результатом, полученным в ходе данного исследования, является теоретическое обоснование и экспериментальное подтверждение возможности покраски мансуровского гранита в различные цвета методом его объемной пропитки.

Ключевые слова: мансуровский гранит, физико-механические показатели, клей, окраска, цвет, технологический процесс

Для цитирования. Симаков Г.Н., Мусин Ш.Р., Утарбаев Р.М. Покраска изделий из гранита Мансуровского месторождения методом объемной пропитки // Вестник ЮУрГУ. Серия «Строительство и архитектура». 2025. Т. 25, № 1. С. 26–31. DOI: 10.14529/build250103

Original article

DOI: 10.14529/build250103

DEVELOPMENT OF THE TECHNOLOGICAL PROCESS OF PAINTING GRANITE OF THE MANSUROVSKY DEPOSIT

G.N. Simakov[✉], Sh.R. Musin, R.M. Utarbayev

Sibai Institute (branch) Ufa University of Science and Technology, Sibai, Russia

[✉] gnsimakov@yandex.ru

Abstract. Painting of facing products made of natural stone has a significant impact on the decorative value of these products. At the same time, the best decorative indicators are achieved by volumetric impregnation of the stone structure with adhesive coloring compounds. The paper focuses on the process of painting Mansurov granite with these compositions. It highlights the creation of granite samples painted in different colors and studies the influence of technological factors on the quality of products made from it. At the same time, it was found that the surfaces of the stone painted with adhesive impregnation are resistant to water, tea, coffee, sunflower, transformer and other oils spilled on them. The main result obtained in the course of this study is the theoretical justification and experimental confirmation of the possibility of painting Mansurov granite in various colors by the method of its volumetric impregnation.

Keywords: Mansurov granite, physical and mechanical parameters, glue, coloring, color, technological process

For citation. Simakov G.N., Musin Sh.R., Utarbayev R.M. Development of the technological process of painting granite of the Mansurovsky deposit. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Construction Engineering and Architecture*. 2025;25(1):26–31. (in Russ.). DOI: 10.14529/build250103

© Симаков Г.Н., Мусин Ш.Р., Утарбаев Р.М., 2025.

Введение

В настоящее время многие камнеобрабатывающие предприятия, изготавливающие облицовочные изделия из природного камня, проявляют интерес к покраске мрамора и гранита различными красящими составами. При этом с помощью покраски планируется расширить цветовую гамму выпускаемых изделий, повысить однородность и насыщенность цвета камня, улучшить качество полировки изделий и повысить устойчивость цвета камня к отрицательному воздействию различных атмосферных факторов. Ожидаемым следствием улучшения перечисленных выше показателей качества изделий является расширение ассортимента выпускаемой продукции и повышение спроса на нее. Необходимость расширения ассортимента и повышения спроса на выпускаемую каменную продукцию особо актуально на предприятиях, работающих на одном виде каменного сырья.

Интерес к покраске каменных изделий проявляется также у предприятий занимающихся реставрационными работами, а именно: при подборе цвета камня, близкого цвету уложенных ранее плит, или при необходимости замены какого-нибудь поврежденного участка изготовленной ранее каменной конструкции. В качестве примера можно взять г. Санкт-Петербург, основные каменные изделия которого изготовлены из местного гранита бледно-красного цвета. При этом в случае применения вместо этого камня крашеного мансуровского гранита можно ожидать снижение стоимости камня при одновременном повышении качества каменных изделий.

В соответствии с ГОСТ 30629-2011 (Материалы и изделия облицовочные из горных пород) пригодность горной породы, используемой в качестве сырья при производстве облицовочных изделий, оценивается по результатам минералого-петрографического анализа, физико-механических и химических показателей горной породы, а также по результатам оценки ее декоративности [1, 2]. Последний показатель оказывает существенное влияние на спрос изделий из добываемого камня. При этом, как правило, чем выше декоративность камня, тем больше спрос на изделия из него.

Декоративность горной породы оценивается по значениям следующих основных показателей камня: полируемость, показатель цвета, декоративность рисунка и структура камня. Полируемость зависит от свойств камня и правильного выбора инструмента для его полировки. Показатель цвета камня определяется его цветностью, насыщенностью, светлотой, цветовым предпочтением (уникальностью), однородностью и сочетанием цветов.

Зависимость показателя цвета камня от вышеперечисленных факторов позволяет в опреде-

ленной мере управлять его декоративностью. Такое управление может быть осуществлено воздействием на параметры цвета камня окраской. Так, например, изменение цветности, насыщенности, однородности или уникальности расцветок рабочих поверхностей каменных изделий приведет к изменению показателя цвета камня и, как следствие, к изменению показателя его декоративности.

Используемые в настоящее время способы окраски камня условно можно разбить на три основных вида: поверхностная окраска лаком [3, 4], обеспечивающая достижение мокрого эффекта камня, поверхностная окраска клеевыми составами, проникающими в дефекты камня в виде разных видов трещин и других дефектов [5, 6], и объемная пропитка камня полимерными составами, обеспечивающая проникновение полимерных композитов в структуру камня [7]. При объемной пропитке камня он приобретает в большинстве случаев свойство водоотталкивания и свойство мокрого эффекта.

Исходя из сказанного выше, в качестве основного метода покраски камня был принят метод объемной пропитки, а воздействие на цветовую гамму камня осуществлялось путем изменения цвета пропитывающих камень составов.

Выбор в качестве пропитываемого камня мансуровского гранита обусловлен целым рядом положительных свойств этого гранита. В частности, это его практически белый цвет, оптимально сочетающиеся между собой физико-механические и минералого-петрографические свойства, а также невысокая цена продажи (реализации) мансуровского гранита как в виде блоков, так и в виде пиленых заготовок. При этом исследования возможности окраски мансуровского гранита полимерными композитами в отечественной литературе практически отсутствуют. В связи с этим такое исследование является актуальным.

Объекты, предметы и методы

Объектом исследования является процесс окраски камня полимерными композитами. Предмет исследования – процесс окраски гранита Мансуровского месторождения. Цель исследования – изучение возможности покраски мансуровского гранита методом объемной пропитки полимерными композитами. Задачи исследования: проанализировать основные показатели (параметры) мансуровского гранита, осуществить покраску мансуровских образцов в разные цвета, изучить свойства покрашенных образцов. В ходе исследования были выявлены свойства экспериментальных образцов. Глубина проникновения клея в структуру камня определялась экспериментально на сколе камня в направлении, перпендикулярном плоскости пропитки. Качество полировки проклеенных образцов гранита определялось с помощью блескомера марки IG-330.

Результаты исследования

Ниже представлены основные физико-механические характеристики мансуровского гранита:

- цвет: однородный, светло-серый, ближе к мраморному белому; присутствуют черные, темно-серые, коричневые прожилки и разводы, иногда бывает легкий зеленоватый оттенок;
- структура: однородная, среднезернистая и мелкозернистая;
- средняя плотность: 2750 кг/м³;
- коэффициент общей пористости: 1,9 %;
- коэффициент водопоглощения: 0,43 %;
- истираемость: 0,37 г/см²;
- сопротивление на сжатие: 117–127 МПа;
- морозостойкость: F 300.

Из сравнительного анализа указанных характеристик можно сделать вывод о неизменности при его окраске таких показателей, как структура гранита, его истираемость и сопротивление на сжатие. В свою очередь, проникновение клея в структуру камня должно сказаться на повышении его средней плотности и на уменьшении значений коэффициента общей пористости и коэффициента водопоглощения. При этом, очевидно, должен измениться и цвет камня.

В ходе исследования глубина проникновения клеевого состава в структуру камня подбиралась экспериментально, исходя из условия, что покраска гранита осуществлялась после алмазной распиловки блока на требуемые заготовки. При указанных условиях суммарный припуск на шлифовку-полировку рабочих поверхностей камня выбирался равным 2 мм. С учетом фактического запаса на колебания толщины дефектного слоя глубина пропитки камня принималась равной 3–5 мм. Экспериментально глубина пропитки мансуровского гранита определялась по сколу в направлении, перпендикулярном плоскости пропитки. Пропитанный со всех сторон гранитный брусок раскалывался пополам. При этом глубина пропитки бруска определялась с помощью линейки по визуально видимой границе между пропитанной и непропитанной частью бруска.

В качестве красящего состава использовался полимерный композит, состоящий из клеевой основы и красящего компонента. Клеевая основа полимерного композита включает в себя смолу и отвердитель или смолу, ускоритель и отвердитель. Примерами таких вариантов клеевой основы служат эпоксидный и полиэфирный клеи. При выборе основы клея для пропитки и покраски мансуровского гранита учитывалась, в первую очередь, его безопасность для жизни и здоровья людей, а также его экологическая безопасность для окружающей среды. При этом эпоксидные смолы в жидком и в отвержденном состоянии относятся к 2-му классу вредных веществ, а полиэфирные смолы относятся

к 3-му или к 4-му классу вредных веществ. В связи с этим при анализе вариантов клеевой основы для покраски заготовок из мансуровского гранита предпочтение было отдано применению полиэфирной смолы. В ходе исследования в качестве красящих компонентов использовались наиболее устойчивые к действию ультрафиолетового излучения жирорастворимые красители. Примеры окрашенных образцов мансуровского гранита представлены на рис. 1.

Следует отметить, что при копировании цвета образцов на компьютере не всегда достигается требуемое качество передачи цвета.

В ходе исследования покрашенных образцов гранита установлена зависимость результатов покраски от концентрации красящего компонента в смоле. Так, например, при относительно низкой концентрации красителя в смоле (до 5 %) визуально структура покрашенных образцов выглядит как крупнозернистая (рис. 2). При этом насыщенность цвета покрашенных образцов невысокая. При увеличении концентрации красителя в смоле (до 10 %) наблюдается уменьшение визуальной зернистости покрашенных образцов при одновременном повышении насыщенности их цвета (см. рис. 2). При этом максимальная насыщенность цвета и минимальная визуальная зернистость покрашенных образцов мансуровского гранита достигается при концентрации красителя в полиэфирной смоле 20 % (см. рис. 2).

При исследовании влияния покраски мансуровского гранита на его полируемость было установлено, что указанная покраска позволяет в определенной мере повысить качество полировки гранита. В частности, при полировке изделий из мансуровского гранита максимальное значение коэффициента отражения, определяемого с помощью блескомера, как правило, не превышает 70 %, в то время как у покрашенных изделий значение коэффициента отражения колеблется в пределах 80–90 %.

Среди положительных свойств и качеств процесса покраски изделий из мансуровского гранита следует выделить их повышенную стойкость к воздействию целого ряда внешних факторов. В частности, окрашенные клеевой пропиткой поверхности камня устойчивы к воде, пролитым на них чаю, кофе, подсолнечному, трансформаторному и другим маслам. При этом после нанесения на покрашенный мансуровский гранит перечисленных выше составов и их выдержки на нем в течение суток эти составы легко удаляются с поверхности камня чистой тряпкой. В то же время исследование устойчивости красящего состава к различным видам бытового и атмосферного воздействий в настоящее время еще не закончено. В частности, изучается устойчивость красителей к ультрафиолетовому излучению и другим видам воздействия.

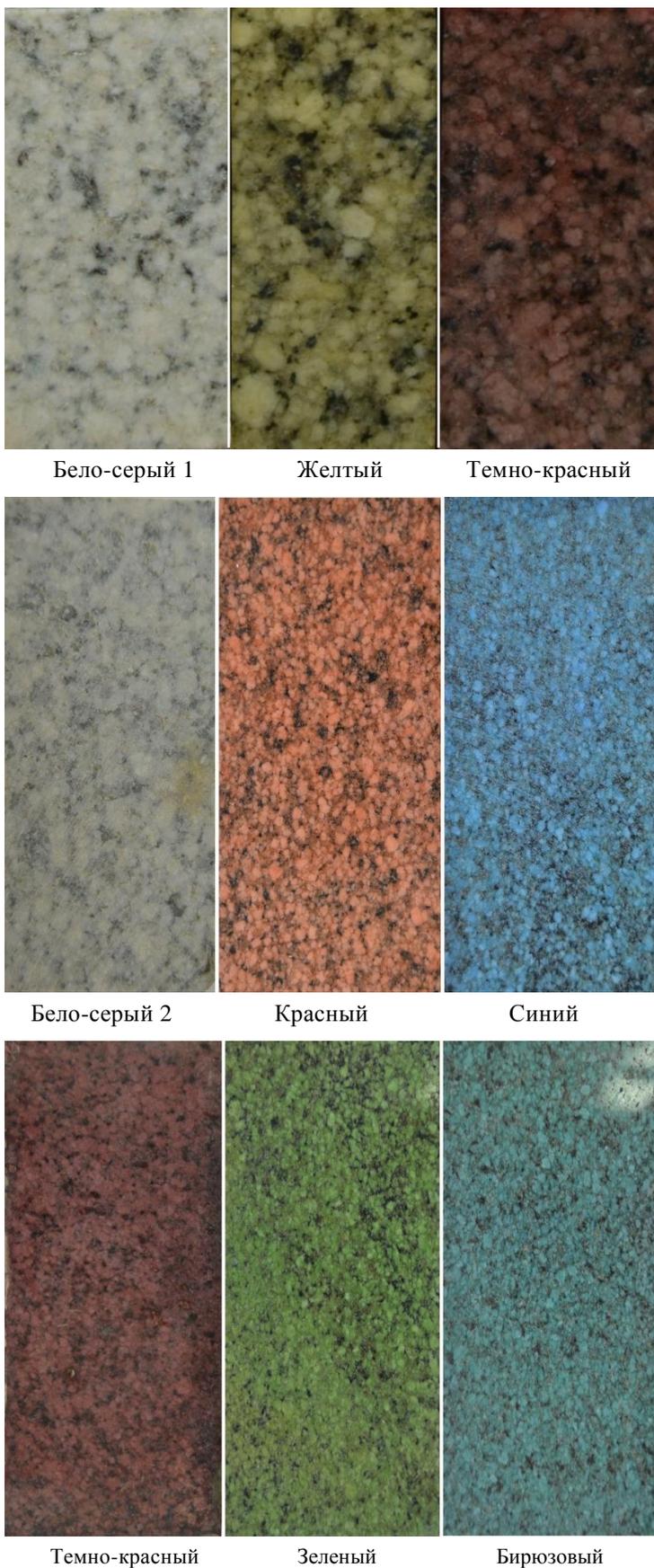


Рис. 1. Примеры окрашенных образцов мансуровского гранита

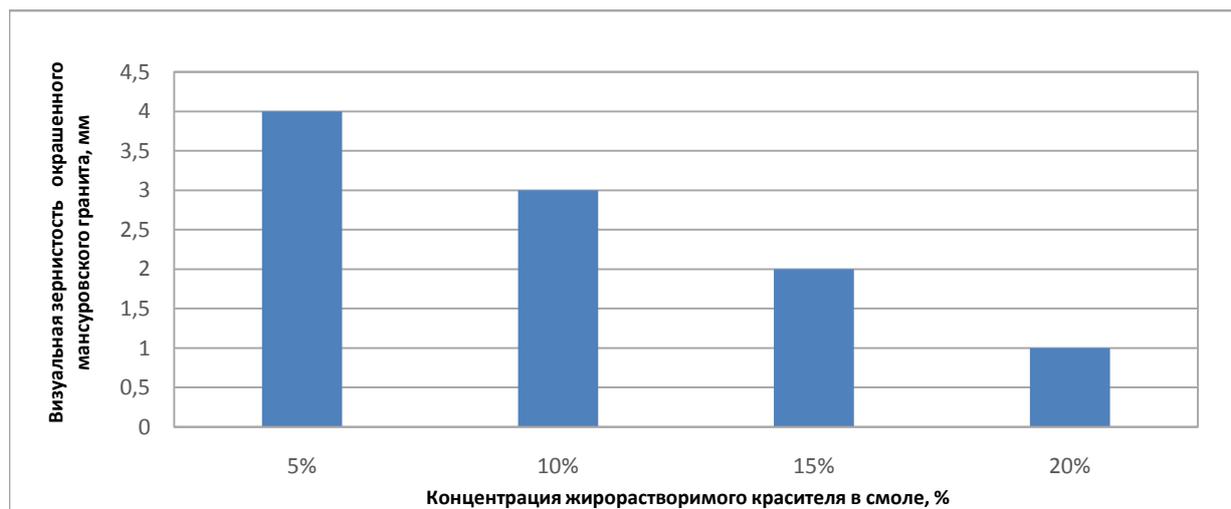


Рис. 2. Зависимость визуальной зернистости окрашенного мансуровского гранита от концентрации жирорастворимого красителя в смоле

Выводы (в том числе новизна, научная и практическая ценность)

1. По результатам проведенного исследования было установлено, что процесс покраски изделий из гранита Мансуровского месторождения методом объемной пропитки обеспечивает существенное расширение цветовой гаммы изготовления этих изделий.

2. К важным достоинствам рассматриваемого процесса окраски следует отнести сохранность высоких физико-механических свойств гранита и устойчивость покрашенных заготовок к разного

рода бытовым воздействиям. Этим обеспечивается возможность более полного удовлетворения эстетических запросов потребителей каменных изделий.

3. Изготовлены и апробированы натурные образцы мансуровского гранита, окрашенного методом объемной пропитки.

4. В ходе анализа возможности внедрения рассматриваемого техпроцесса установлено, что такое внедрение не требует больших капитальных затрат.

5. Определены направления дальнейшей проработки проблемы.

Список литературы

1. Капошко И.А. Изучение декоративных особенностей и вещественного состава долеритов юга Сибирской платформы // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2004. № 2(18). С. 156–157. EDN: PCLYHF
2. Капошко И.А. Долерит – горная порода и ее использование в дизайне ювелирных изделий. LAP LAMBERT Academic Publishing, 2014. 152 с.
3. Яблинчук А.М., Ляпунова К.А. Современные средства реставрации природного камня // Научный журнал. 2019. № 9-2(63). С. 81–84.
4. Яблинчук А.М., Ляпунова К.А. Средства для обработки, очистки и защиты натурального камня // Вестник науки и образования. 2019. № 5(39). С. 100–104.
5. Симаков Г.Н. Исследование возможности «лечения» камней путем их проклейки полимерными композитами // Камень вокруг нас. 2006. Вып. 15. С. 42.
6. Симаков Г.Н., Дайнеко С.Н. Повышение эффективности производства изделий из природного камня путем их проклейки полимерными композитами // Горный журнал. 2008. № 1. С. 57–59. EDN: IIRNXX
7. Сычѳв Ю.И. Патология природного камня: диагностика, лечение, восстановление, профилактика. М.: Полет Камни и Мы, 2009. 275 с.

References

1. Kaposhko I.A. [Study of decorative features and material composition of dolerites of the south of the Siberian platform]. *Vestnik Irkutskogo gosudarstvennogo texnicheskogo universiteta* [Bulletin of Irkutsk State Technical University], 2004, no. 2(18), pp. 156–157. (in Russ.) EDN: PCLYHF
2. Kaposhko I.A. *Dolerit – gornaya poroda i ee ispol'zovanie v dizajne yuvelirny`x izdelij* [Dolerit is a rock and its use in jewelry design]. LAP LAMBERT Academic Publishing, 2014. 152 p. (in Russ.)

3. Yablinchuk A.M., Lyapunova K.A. [Modern means of restoration of natural stone]. *Nauchnyy zhurnal* [Scientific Journal], 2019, no. 9-2(63), pp. 81–84. (in Russ.)
4. Yablinchuk A.M., Lyapunova K.A. [Means for processing, cleaning and protection of natural stone]. *Vestnik nauki i obrazovaniya* [Bulletin of Science and Education], 2019, no. 5(39), pp. 100–104. (in Russ.)
5. Simakov G.N. [Research on the possibility of “treating” stones by sizing them with polymer composites]. *Kamen` vokrug nas* [Stone around us], 2006, no. 15, p. 42. (in Russ.)
6. Simakov G.N., Dayneko S.N. [Increasing the efficiency of production of natural stone products by sizing them with polymer composites]. *Gornyy zhurnal* [Mining Journal], 2008, no. 1, pp. 57–59. (in Russ.) EDN: IIRNXZ
7. Sychev Yu.I. *Patologiya prirodnogo kamnya: diagnostika, lechenie, vosstanovlenie, profilaktika* [Pathology of natural stone: diagnosis, treatment, restoration, prevention]. Moscow, Flight of Stones and We, 2009. 275 p. (in Russ.)

Информация об авторах:

Симаков Геннадий Николаевич, кандидат технических наук, доцент кафедры эксплуатации транспортно-технологических машин и комплексов, Сибайский институт (филиал) Уфимского университета науки и технологий, Сибай, Россия; gnsimakov@yandex.ru

Мусин Шагит Ришатович, кандидат педагогических наук, доцент кафедры эксплуатации транспортно-технологических машин и комплексов, Сибайский институт (филиал) Уфимского университета науки и технологий, Сибай, Россия, musin.02rus@mail.ru

Утарбаев Раиф Маратович, старший преподаватель кафедры эксплуатации транспортно-технологических машин и комплексов, Сибайский институт (филиал) Уфимского университета науки и технологий, Сибай, Россия; raifutarbaev@mail.ru

Information about the authors:

Gennady N. Simakov, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Operation of Transport and Technological Machines and Complexes, Sibai Institute (branch) of Ufa University of Science and Technology, Sibai, Russia; gnsimakov@yandex.ru

Shagit R. Musin, Candidate of Pedagogical Sciences. Associate Professor of the Department of Operation of Transport and Technological Machines and Complexes, Sibai Institute (branch) of Ufa University of Science and Technology, Sibai, Russia; musin.02rus@mail.ru

Raif M. Utarbayev, Senior Lecturer of the Department of Operation of Transport and Technological Machines and Complexes, Sibai Institute (branch) of Ufa University of Science and Technology, Sibai, Russia; raifutarbaev@mail.ru

Статья поступила в редакцию 24.09.2024, принята к публикации 10.10.2024.

The article was submitted 24.09.2024, approved after reviewing 10.10.2024.