

УДК 691.4

*М.О. Асаматдинов, Е.Р. Пятаев,  
Г.Б. Румянцев, Ю.В. Сазонова*

НИУ МГСУ

**ИННОВАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ  
ПОКРЫТИЙ**

**Аннотация.** Реставрация памятников архитектуры представляет собой сферу деятельности, предъявляющую особо высокие требования к техническим специалистам и мастерам. В зависимости от задач по реставрации и отделке памятника архитектуры и имеющихся у него повреждений необходимо выбрать подходящие технологии и материалы.

Минеральные вещества в качестве наполнителей и неорганические (минеральные) красящие пигменты вместе с жидким калиевым стеклом образуют суперпрочную комбинацию материалов. Она придает краскам, изготовленным из этих минеральных веществ, чрезвычайно высокую атмосферостойкость и долговечность.

Принцип действия силикатных красок заключается в способности к силикатизации (окремнению) с другими минеральными строительными материалами. Силикатные краски — единственная красящая система, которая благодаря свойствам жидкого силиката калия вступает в химическое соединение с основанием. Связи образуются и между кварцевыми элементами в ее наполнителях. В результате это дает еще большую износостойкость и стойкость к мелению.

**Ключевые слова:** минеральные краски, силикатизация, фасады, силикат калия, реставрация, покрытия

DOI: 10.22227/2305-5502.2017.1.5

Декоративное оформление фасадов зданий является одним из действенных способов повышения их архитектурной выразительности. Использование лакокрасочных материалов (ЛКМ) направлено на реализацию именно этой цели. Одним из наукоемких направлений является использование ЛКМ на минеральной основе [1, 2]. Инновационные системы на основе силикатных (в т.ч. модифицированные) и известковых красок применяют как при реставрационных работах по штукатурным или каменным покрытиям, так и при декоративной отделке фасадов без утепления или обладающих теплоизоляционными свойствами [3, 4].

**Силикатные краски.** Их можно разделить на две группы:

- *двухкомпонентные силикатные краски*, именуемые также чисто-силикатными красками;

*М.О. Asamatdinov, E.R. Pyataev,  
G.B. Rumyantsev, Yu.V. Sazonova*

MGSU

**INNOVATIVE COATING SYSTEMS**

**Abstract.** Restoration of monuments of architecture is a sphere of activity which places particularly high demands on technical specialists and experts. It is necessary, depending on the objectives of restoration and finishing of a monument of architecture and its damages and defects, to select appropriate technologies and materials. Mineral substances as fillers, and inorganic (mineral) colouring pigments, along with liquid potassium glass form an ultrastrong combination of materials. It gives to paints made of these mineral substances, an extremely high weather resistance and durability. The functional concept of silicate paints is the ability to silicify with other mineral construction materials. Silicate paints are the only colouring system which enters into chemical compound with the base due to the liquid potassium silicate properties. Also, bonds between quartzitic elements in its fillers are formed. As a result, it provides yet greater wear resistance and resistance to chalking. In ICA MGSU bachelors-technologists are given the "Facade Materials in the Modern Architecture of Buildings" course, in which special attention is paid to decorative coatings of various types; also, scientific research for improvement of paintwork material application technologies is performed. Cooperation of the higher school entities with technical assistance centres of construction firms makes it possible to enhance the quality of training and competence of graduates, as well as create favorable conditions for development of modern domestic technologies including those in the sphere of execution of architectural facades using innovative systems.

**Key words:** mineral base paints, silicification, facades, potassium silicate, restoration, coatings

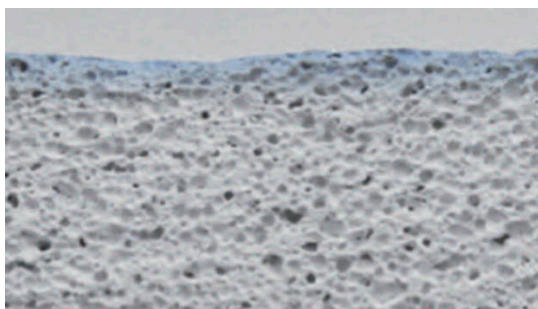
DOI: 10.22227/2305-5502.2017.1.5

Decorative design of facades of buildings is one of the most effective ways to enhance their architectural expressiveness. Use of paintwork materials is aimed at the realization of this objective. One of the science-intensive trends is the use of mineral base paintwork materials [1, 2]. Innovative systems on the base of silicate paints (including modified systems), as well as lime water colours are used both in restoration work on plaster or stone surfaces, and in decorative finishing of facades without insulation, or facades having thermal insulation properties [3, 4].

**Silicate paints.** They can be divided into two groups:

- *two-component silicate paints*, also named as pure silicate paints;

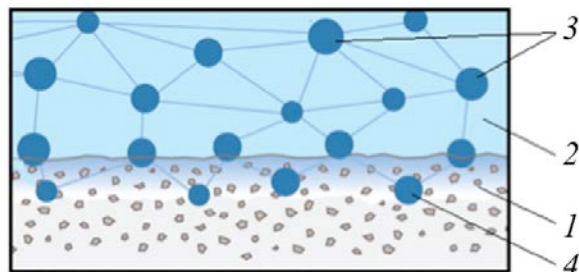
• *дисперсионно-силикатные краски* из жидкого калиевого стекла, пигментов, наполнителей, синтетической дисперсии и, при необходимости, гидрофобизатора. Общая доля органических веществ не должна превышать 5 %.



*a*

Рис. 1. Окремнение (силикатизация) краски на минеральном основании: *a* — структура; *б* — схема силикатизации: 1 — основание; 2 — слой краски; 3 — силикатизация; 4 — кварцевые наполнители

• *dispersion-silicate paints* made of liquid potassium glass, pigments, fillers, synthetic dispersion and, if necessary, water repelling agent. Overall proportion of organic substances must not exceed 5 %.



*б*

Fig. 1. Silicification of a mineral base paint: *a* — structure; *б* — schematic diagram of silicification: 1 — base; 2 — coat of paint; 3 — silicification; 4 — quartz fillers

*Двухкомпонентные силикатные краски* формируют покрытия с открытыми порами, обладающие высокой проницаемостью для воды, водяного пара и углекислого газа.

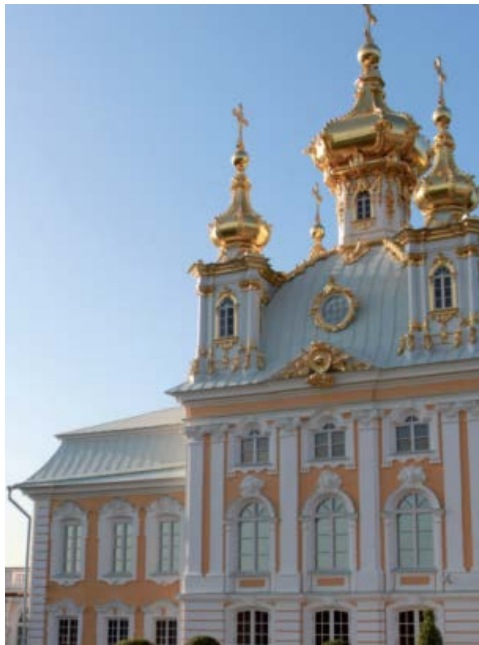
Силикатная краска отвердевает благодаря окремнению (силикатизации). В ходе этого процесса из водорастворимого жидкого калиевого стекла — фиксатива — образуется водонерастворимое, кислотостойкое стеклообразное связующее [5, 6]. Вследствие химического сродства жидкое калиевое стекло предпочтительнее реагирует с силикатными составными частями краски, особенно с кварцевой мукой. Кроме этого, при окремнении происходит реакция с силикатным основанием (рис. 1).

Оба компонента — пигментная паста и связующее — перед использованием должны быть смешаны в установленной пропорции. Эта смесь не является стабильной при хранении и должна быть использована в течение указанного производителем промежутка времени. Смешивание должно производиться особо тщательно, так как в противном случае качество покрытия может быть нарушено. Это делает целесообразным применение систем, состоящих из растертых в воде до пастообразного состояния компонентов краски: светостойких пигментов на основе оксидов металлов и связующего [7, 8]. Работа с пигментной пастой облегчена и безопасна, так как при смешивании компонентов краски не образуется пыль.

*Two-component silicate paints* form coatings with open pores, highly permeable to water, water vapour and carbon dioxide.

Silicate paint hardens due to silicification. During this process, out of the water-soluble liquid potassium glass (fixative) a water-insoluble, acid-resistant vitreous binder [5, 6] is formed. Due to the chemical affinity, the liquid potassium glass more preferably reacts with the silicate constituents of paint, especially with quartz flour. Besides, a reaction with silicate base occurs during silicification (Fig. 1).

Both components (pigment paste and binder) must be mixed in a fixed proportion before use. This compound is not stable during storage and should be used within the specified time indicated by the manufacturer. Mixing should be performed particularly thoroughly, otherwise the quality of coating may be damaged. It makes expedient the use of systems consisting of paint components pasted up in water: lightfast pigments on the base of metal oxides and binder [7, 8]. Work with the pigment paste is easy and safe, as the dust is not formed during mixing of paint components.



а

Рис. 2. Отреставрированные с использованием силикатных красок исторические объекты: а — церковный корпус Большого дворца Петергофа, Санкт-Петербург; б — здание ратуши в Хеппенхайме



б

Fig. 2. Historical sites restored using silicate paints: а — the churchbuilding of the Great Palace in Peterhof, Saint-Petersburg; б — building of the town hall in Heppenheim

*Дисперсионно-силикатные краски* более просты в использовании по сравнению с чисто силикатными и отличаются большим количеством вариантов применения (рис. 2). Фасадные краски, кроме того, обеспечивают диффузию водяного пара и дополнительно содержат водоотталкивающие добавки [9, 10]. Высокая стойкость основывается на так называемом двойном окремнении.

*Силикатные краски на основе кремниевого золя* являются более совершенной разновидностью дисперсионно-силикатных красок. В качестве связующего они содержат калиевое жидкое стекло и кремниевый золь, а также органическую часть в количестве до 5 %. Особым преимуществом данных красок является универсальное применение: их можно применять как на минеральных подложках, так и при перекрашивании старых дисперсионных покрытий. Материалы могут содержать в качестве дополнительного компонента связующего литиевое жидкое стекло [11, 12]. При окремнении литиевого жидкого стекла уменьшается в сравнении с окремнением калиевого жидкого стекла риск возникновения поташных выцветов, которые могут послужить поводом для рекламаций.

Температура окружающего воздуха и окрашиваемой поверхности должна быть не ниже +8 °С. Если краски используют при более низкой температуре, процесс отвердевания крас-

*Dispersion-silicate paints* are more simple in use compared to the pure silicate paints, with plenty of options for application (Fig. 2). Also, masonry paints provide diffusion of water vapour and additionally contain water-repellent additives [9, 10]. High durability is based on the so-called double silicification.

*Silicate paints on the base of silica sol* are the more advanced variation of the dispersion-silicate paints. They contain, as a binder, liquid potassium glass and silica sol, as well as organic portion at the rate up to 5 %. A particular advantage of these paints is a universal application : they can be applied both on mineral substrates and in repainting of old dispersion coatings. Materials may contain liquid lithium glass as an additional binder component [11, 12]. During silicification of the liquid lithium glass the risk of potash efflorescence which may give rise to claims is reduced in comparison with silicification of liquid potassium glass.

Temperature of ambient air and of substrate should not be below +8 °C. If paints are used at a lower temperature, the paint curing process is disturbed. Silicification of liquid potassium glass is not completed; as a result, formation of stains and chalking become possible.

ки нарушается. Окремнение жидкого калиевого стекла происходит не полностью; в результате становится возможным образование пятен и меление.

Двухкомпонентные силикатные краски можно наносить на прочные известковые, известково-цементные и цементные штукатурки. Блоки из песчаника должны иметь прочную поверхность и не должны осыпаться. При необходимости следует предварительно укрепить их эфиром кремниевой кислоты. Известняки не пригодны для покрытия двухкомпонентной силикатной краской, так как они не содержат кварца (или содержат только незначительное количество) и вследствие этого не способны к реакции окремнения. Старые покрытия с органическими компонентами (к примеру, с дисперсионными красками) покрывать двухкомпонентными силикатными красками нельзя, их следует удалять полностью [13, 14]. На поверхности с удаленным лакокрасочным покрытием лучше наносить дисперсионно-силикатные краски.

Возможности применения дисперсионно-силикатных красок значительно более разнообразны, чем двухкомпонентных силикатных красок, так как первые менее подвержены внутренним напряжениям и благодаря наличию органических связующих компонентов могут наноситься на подложки, представляющие сложность для покрытия. Двухкомпонентные силикатные краски наносятся по традиционной ремесленной технологии — кистью. Для этого подходят приработанные, короткие кисти, с помощью которых силикатная краска наносится и разглаживается крестообразными движениями.

Если штукатурка свежая, перед нанесением окрасочного слоя должно быть выдержано минимально необходимое для ее затвердевания время: для известковой штукатурки — не менее четырех недель; для высокогидравлической известковой штукатурки, известково-цементной штукатурки и цементной штукатурки — не менее двух недель.

Известковые штукатурки, имеющие высокую твердость и высыхающие с большими внутренними напряжениями, не подходят для покрытия двухкомпонентными силикатными красками. Эти штукатурки, в основном, следует покрывать известковыми красками. При использовании двухкомпонентных силикатных красок минимальная толщина отделочного слоя штукатурки должна быть не менее 5 мм.

Two-component silicate paints can be applied on solid lime, lime-cement and cement plasters. Blocks of sandstone should have a solid surface and must not crumble. If necessary, they should be preliminarily strengthened by ester of silicic acid. Limestones are not suitable for two-component silicate paint coating, as they do not contain quartz (or contain only a minor amount); therefore, they are not capable to undergo the silicification reaction. Old coatings with organic components (for example, with dispersion paints) must not be coated with two-component silicate paints can, they should be removed completely [13, 14]. It is better to apply dispersion-silicate paints on surfaces with removed paint-and-lacquer coatings.

Possibilities of application of dispersion-silicate paints are much more diversified than those of the two-component silicate paints, since the first are less prone to internal stresses, and due to the presence of organic binders can be applied on substrates which are difficult for coating. According to the traditional handicraft technique, two-component silicate paints are applied with a brush. For this approach the fit, short brushes are suitable; by use of such brushes the silicate paint is applied and smoothed in crosslike motions.

If the plaster is fresh, before applying of a paint coat a certain minimal time should be spent necessary for its hardening: for lime plaster — not less than four weeks; for high-hydraulic lime plaster, lime-cement plaster and cement plaster — not less than two weeks.

Lime plasters having high hardness and drying with large internal stresses, are not suitable for coating with two-component silicate paints. These plasters, in general, should be coated with lime paints. When using two-component silicate paints, minimum thickness of finishing layer of plaster must be at least 5 mm.

Sintered layers of plaster are removed either mechanically or by way of fluosilicate treatment, otherwise problems with durability of coating may occur, or stains can form. Old plasters having traces of weathering on their surfaces must for

Спекшиеся слои штукатурки удаляют либо механическим способом, либо путем флюатирования, в противном случае могут возникнуть проблемы со стойкостью покрытия или образоваться пятна. Старые штукатурки, имеющие на поверхности следы выветривания, для укрепления должны быть прогрунтованы составами, которые следует развести до необходимой консистенции в зависимости от впитывающей способности поверхности штукатурки.

Поверхности, пораженные водорослями и плесневыми грибами, тщательно очищают и обрабатывают биоцидным раствором. Собственной щелочности силикатных красок для защиты от водорослей и грибов недостаточно, так как наружная поверхность силикатных красок быстро становится нейтральной. В основном, причины образования водорослей и грибов носят комплексный характер. Для их предотвращения должны быть также учтены соответствующие условия на объекте реставрации или отделки.

**Известковые краски.** В качестве связующего вещества для известковых красок служит гашенная в воде известь, которая затем смешивается с минеральными пигментами и наполнителями. Отверждение известковых красок происходит в процессе карбонизации; в результате образуется известняк, т.е. атмосферостойкая субстанция.

Карбонизация протекает относительно медленно и может существенно нарушаться внешними факторами, в особенности высокой температурой, при которой происходит потеря влаги, или, наоборот, низкой температурой. Вследствие этого покрытия известковой краской сильно отбеливаются и преждевременно разрушаются в результате эрозии.

В определенных условиях известковые краски под воздействием атмосферных факторов разрушаются быстрее, чем современные силикатные краски. Это типично для промышленных регионов с высоким уровнем загрязнения воздуха. Известковые краски сравнительно менее стойки на поверхностях, подверженных прямому воздействию климатических факторов и не имеющих конструктивной защиты от попадания дождя, таких как верхние карнизы или другие выступающие конструктивные элементы фасадов.

Опыт последних лет показывает, что с помощью известковых красок на подходящей подложке при правильно подобранной рецептуре и правильной покраске можно получить достаточно долговечное фасадное покрытие. Реставраторы

strengthening be primed by compounds that need to be diluted to the required consistency depending on the plaster surface absorbency.

Surfaces affected by algae and fungi should be carefully cleaned and treated by a biocidal solution. Own alkalinity of silicate paints is not enough for protection against algae and fungi as the outer surface of silicate paints quickly becomes neutral. Basically, the causes of formation of algae and fungi are of complex character. For prevention of these causes, relevant conditions at a site of restoration or finishing should also be taken into account.

**Lime paints.** As a binder for lime paints a water-slaked lime is used which is then mixed with mineral pigments and fillers. Hardening of lime paints occurs in the process of carbonization which results in formation of limestone, i.e., weather-resistant substance.

Carbonization progresses relatively slowly and may be significantly damaged by external factors, particularly by high temperature at which a moisture loss occurs, or on the contrary, by low temperature. As a consequence, lime paint coatings are chalked much and are prematurely destroyed as a result of erosion.

In certain conditions, under the influence of atmospheric factors lime paints are destroyed faster than modern silicate paints. This is typical for industrial regions with high levels of air pollution. Lime paints are relatively less durable on surfaces exposed to direct influence of climatic factors and having no constructive protection against rainfall, such as upper cornices or other protruding structural elements of facades.

The experience of recent years demonstrates that it is possible to get a durable facade coating using lime paints on suitable substrates with proper formulation and proper painting technique. Restorers appreciate discriminant colour iridescence of lime paints, vapour permeability, and internal stresses which are small in comparison with silicate paints. To improve weatherability of lime paints, organic additives such as casein or linseed oil are used. It is important that the proportion of organic

ценят особые цветовые переливы известковых красок, их паропроницаемость, а также незначительные по сравнению с силикатными красками внутренние напряжения. Для повышения атмосферостойкости известковых красок используют органические добавки, такие как казеин или льняное масло. Важно, чтобы доля органических добавок не превышала 5 %, в этом случае паропроницаемость известковой краски сохраняется.

Для увеличения толщины окрасочного слоя используют минеральные наполнители, например известковую муку или кварцевый песок, что позволяет также добиться лучшей укрывистости. Долговечность покрытия известковыми красками при этом также увеличивается, так как удается получить более толстый слой, противостоящий атмосферным воздействиям и истиранию.

Известковые краски могут наноситься как в технике *a fresco* — на свежую, еще сырую штукатурку, так и в технике *a secco* — на затвердевший слой штукатурки, на старые минеральные покрытия или на гигроскопичный натуральный камень.

Окрашенные в технике *a fresco* известковые покрытия высыхают более или менее неравномерно. Из еще свежей штукатурки на окрашенную поверхность могут выступить известковые отложения, что приводит к образованию белых пятен. Поэтому вначале необходимо обработать пробную поверхность. Если предпочтение отдается равномерному окрашиванию поверхности, штукатурке вначале дают высохнуть (известковой штукатурке — приблизительно четыре недели). После этого штукатурка, так же как и при нанесении силикатных красок, флюатируется, смачивается и покрывается известковой краской. Натуральная игра цветов известковой краски устанавливается через некоторое время под воздействием атмосферных факторов.

В зависимости от подложки достаточно двух-трех проходов. При желании краски могут быть поставлены в виде лессировочного колерного состава. Наносится краска преимущественно кистью. В качестве средства для укрепления старых штукатурок хорошо зарекомендовала себя грунтовка на силикатной основе.

*Масляные краски для изменяющих размер строительных элементов.* Под изменяющими размер строительными элементами (в зависимости от влажности и температуры) понимают деревянную обшивку, заборы, а также фахверк. Материалы для нанесения покрытия должны

additives would not exceed 5 %, in this case the vapour permeability of lime paint is preserved.

To increase thickness of painting layer, mineral fillers are used, such as limestone flour or silica sand, which makes it possible also to achieve better opacity. Herewith, the durability of coating with lime paints also increases, as it becomes possible to obtain a thicker layer resisting weather impacts and abrasion.

Lime paints can be applied using both *a fresco* technique (on fresh, still wet plaster) and *a secco* technique (on hardened layer of plaster, on old mineral coatings, or on hygroscopic natural stone).

Lime paint coatings painted in *a fresco* technique dry more or less unevenly. Calcareous deposits may appear on painted surface out of still fresh plaster which leads to formation of white stains. Therefore, it is necessary to treat a trial surface first. If the preference is given for uniform painting of a surface, first the plaster is allowed to dry (for lime plaster, approximately four weeks). After that, the plaster undergoes fluosilicate application, is wetted and covered with the lime paint, in the same way as when coated with silicate paints. Natural play of colors of the lime paint sets after some time, under influence of atmospheric factors.

Two or three coatings are enough, depending on the substrate. If desired, paints can be supplied in a form of transparent color composition. Paint is applied preferably with a brush. Silicate base primer has proved itself as a good means for strengthening of old plasters.

*Oil paints for size-changing construction elements.* By the size-changing construction elements (depending on humidity and temperature) wood paneling, fence, and timber framing are meant. Materials for coating application should have the highest elasticity. *Linseed oil base paints* meet these conditions. Using the linseed base paint and with the right proportion of components it is possible to create very durable coatings. Due to relatively slow drying, these paints should be applied by thin coatings and spread well on the surface.

иметь максимально высокую эластичность. Этим условиям удовлетворяют *краски на основе льняного масла*. При правильном соотношении компонентов с помощью краски на основе льняного масла можно создать очень долговечные покрытия. Из-за относительно медленного высыхания эти краски следует наносить тонким слоем и хорошо распределять по поверхности.

**Условия для развития технологий использования ЛКМ.** Создание благоприятных условий для реализации ЛКМ включает несколько групп факторов:

1) организация изготовления продукции на территории России, которая позволяет не нести потерь, связанных с изменением курса валют, а также использовать льготное налогообложение;

2) создание инструментов жесткого контроля качества продукции, что минимизирует репутационные потери;

3) информационная поддержка системных решений, которая создает условия для поддержания имиджа фирмы;

4) воссоздание сети учебных центров подготовки специалистов и мастеров, которое позволяет свести к минимуму неграмотное применение ЛКМ.

Огромную роль в развитии различных направлений применения современных ЛКМ играет подготовка специалистов: в рамках программ бакалавриата высшей школы и в рамках учебных центров, создаваемых на фирмах-производителях лакокрасочной продукции. Например, ООО «ДАВ — Руссланд» в мае 2016 г. открыло свой учебный центр, на котором, в т.ч., предусмотрено и обучение студентов НИУ МГСУ.

В Институте строительства и архитектуры МГСУ бакалаврам-технологам читается курс «Фасадные материалы в современной архитектуре зданий», в котором особое внимание уделено декоративным покрытиям различных типов, также проводятся научные исследования по совершенствованию технологий применения ЛКМ. Сотрудничество субъектов высшей школы с центрами технической поддержки строительных фирм позволяет не только повысить качество подготовки и компетенции выпускников вузов, но и создать благоприятные условия для развития современных отечественных технологий, в т.ч. и в сфере выполнении архитектурных фасадов с использованием инновационных систем.

**Conditions for development of paintwork materials application technologies.** Creation of favorable conditions for realization of paintwork materials includes several groups of factors :

1) organization of manufacturing of products in Russia, which makes it possible not to incur losses related to the change of the exchange rate, as well as use preferential taxation;

2) creation of tools for strict control of product quality which minimizes reputational loss;

3) information support of system solutions which creates conditions for maintaining the company image;

4) recreation of network of training centres for training of specialists and experts which makes it possible to minimize an unskilled application of paintwork materials.

Training of specialists plays a very important role in development of various directions of application of modern paintwork materials : in terms of baccalaureate of the higher school and in terms of training centers created at companies-manufacturers of paintwork products. For example, in May 2016 "DAV — Russland" LLC opened its training center where, in particular, training of MGSU students is envisaged.

In the MGSU Institute of Construction and Architecture bachelors-technologists are given the "Facade Materials in the Modern Architecture of Buildings" course, in which special attention is paid to decorative coatings of various types; also, scientific research for improvement of paintwork material application technologies is performed. Cooperation of the higher school entities with technical assistance centres of construction firms makes it possible to enhance the quality of training and competence of graduates, as well as create favorable conditions for development of modern domestic technologies including those in the sphere of execution of architectural facades using innovative systems.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Орешкин Д.В., Семенов В.С. Современные материалы и системы в строительстве — перспективное направление обучения студентов строительных специальностей // Строительные материалы. 2014. № 7. С. 92–94.
2. Туремуратов Ш.Н., Нурымбетов Б.Ч., Адылов Д.К. Синтез и исследования известково-белитового вяжущего на основе мергеля Акбурлинского месторождения // Наука и образование Южного Казахстана. 2000. № 11. С. 223–225
3. Жуков А.Д., Орлова А.М., Наумова Т.А. и др. Экологические аспекты формирования изоляционной оболочки зданий // Научное обозрение. 2015. № 7. С. 209–212.
4. Жуков А.Д., Чугунков А.В., Химич А.О. и др. Комплексный анализ технологии газобетона // Вестник МГСУ. 2013. № 7. С. 167–175.
5. Жуков А.Д., Чугунков А.В., Химич А.О. Неавтоклавный малоусадочный ячеистый бетон для монолитных конструкций // Промышленное и гражданское строительство. 2013. № 3. С. 21–22.
6. Румянцев Б.М., Жуков А.Д. Теплоизоляция и современные строительные системы // Кровельные и изоляционные материалы. 2013. № 6. С. 11–13.
7. Жуков А.Д., Чугунков А.В., Жукова Е.А. Системы фасадной отделки с утеплением // Вестник МГСУ. 2011. № 1–2. С. 279–283.
8. Жуков А.Д., Чугунков А.В. Фасадная система с использованием материалов ячеистой структуры // Вестник МГСУ. 2012. № 5. С. 155–159.
9. Соков В.Н., Бегляров А.Э., Землянушнов Д.Ю. и др. Теплосиловой монолитно-слоистый блок // Вестник МГСУ. 2011. № 1–2. С. 309–312.
10. Семенов В.С. Противоморозные добавки для облегченных цементных систем // Строительные материалы. 2011. № 5. С. 16–19.
11. Соков В.Н., Бегляров А.Э., Солнцев А.А. Комплексный парогидротеплоизоляционный материал // Интернет-Вестник ВолгГАСУ. Серия: Политематическая. 2014. № 2 (33). Ст. 1. Режим доступа: <http://vestnik.vgasu.ru/?source=4&articleno=1614>.
12. Соловьева Е.В., Голованов А.В., Славин А.М. и др. О технологиях получения строительных материалов на основе отработанных полимеров // Промышленное и гражданское строительство. 2009. № 4. С. 56–57.

## REFERENCES

1. Oreshkin D.V., Semenov V.S. Sovremennye materialy i sistemy v stroitel'stve — perspektivnoe napravlenie obucheniya studentov stroitel'nykh spetsial'nostey [Modern Materials and Systems in Construction Is a Promising Direction of Training of Students of Building Specialities]. *Stroitel'nye materialy* [Construction Materials]. 2014, no. 7, p. 92. (In Russian)
2. Turemuratov Sh.N., Nurymbetov B.Ch., Adylov D.K. Sintez i issledovaniya izvestkovo-belitovogo vyazhushchego na osnove mergelya Akburlinskogo mestorozhdeniya [Synthesis and Research of Lime-Belite Cement on the Base of Chalky Clay of the Akburlinskoe Deposit]. *Nauka i obrazovanie Yuzhnogo Kazakhstana* [Science and Education of South Kazakhstan]. Shymkent, 2000, no. 11, pp. 223–225. (In Russian)
3. Zhukov A.D., Orlova A.M., Naumova T.A., et al. Ekologicheskie aspekty formirovaniya izolyatsionnoy obolochki zdaniy [Ecological Aspects of Formation of Insulation Envelope of Buildings]. *Nauchnoe obozrenie* [Science Review]. 2015, no. 7, pp. 209–212. (In Russian)
4. Zhukov A.D., Chugunkov A.V., Khimich A.O., et al. Kompleksnyy analiz tekhnologii gazobetona [Comprehensive Analysis of Aerated Concrete Technology]. *Vestnik MGSU* [Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering]. 2013, no. 7, pp. 167–175. (In Russian)
5. Zhukov A.D., Chugunkov A.V., Khimich A.O. Neavtoklavnyy malousadochnyy yacheisty beton dlya monolitnykh konstruksiy [Non-Autoclaved Low-Shrinkage Cellular Concrete for Monolithic Structures]. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo* [Industrial and Civil Engineering]. 2013, no. 3, pp. 21–22. (In Russian)
6. Rumiyansev B.M., Zhukov A.D. Teploizolyatsiya i sovremennye stroitel'nye sistemy [Heat Insulation and Modern Building Systems]. *Krovel'nye i izolyatsionnye materialy* [Roofing and Insulation Materials]. 2013, no. 6, pp. 11–13. (In Russian)
7. Zhukov A.D., Chugunkov A.V., Zhukova E.A. Sistemy fasadnoy odelki s utepleniem [Systems of Facade Finishing with Winterization]. *Vestnik MGSU* [Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering]. 2011, no. 1–2, pp. 279–283. (In Russian)
8. Zhukov A.D., Chugunkov A.V. Fasadnaya sistema s ispol'zovaniem materialov yacheistoy struktury [Facade System with Use of Materials of Cellular Structure]. *Vestnik MGSU* [Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering]. 2012, no. 5, pp. 155–159. (In Russian)
9. Sokov V.N., Beglyarov A.E., Zemlyanushnov D.Yu., et al. Teplosilovoy monolitno-sloisty blok [Thermal Power Monolithic Layered Unit]. *Vestnik MGSU* [Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering]. 2011, no. 1–2, pp. 309–312. (In Russian)
10. Semenov V.S. Protivomoroznye dobavki dlya oblegchenykh tsementnykh sistem [Antifreeze Additives for light-Weight Cement Systems]. *Stroitel'nye materialy* [Construction Materials]. 2011, no. 5, pp. 16–19. (In Russian)
11. Sokov V.N., Beglyarov A.E., Solntsev A.A. Kompleksnyy parogidroteploizolyatsionnyy material [Comprehensive Vapour-Water-Heat Insulating Material]. *Internet-Vestnik VolgGASU* [Internet Proceedings of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering]. 2014, no. 2 (33), p. 1. (In Russian)
12. Solov'eva E.V., Golovanov A.V., Slavin A.M., et al. O tekhnologiyakh polucheniya stroitel'nykh materialov na osnove otrabotannykh polimerov [About Technologies of Obtaining of Building Materials on the Basis of Waste Polymers]. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo* [Industrial and Civil Engineering]. 2009, no. 4, pp. 56–57. (In Russian)



13. Zhukov A.D., Bessonov I.V., Sapelin A.N., et al. Composite wall materials // Italian Science Review. February 2014. Issue 2 (11). Pp. 155–157.

14. Трескова Н.В., Пушкин А.С. Современные стеновые материалы и изделия // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2013. № 11 (178). С. 32–35.

Поступила в редакцию в январе 2017 г.

Об авторах: **Асаматдинов Марат Орынбаевич**, аспирант, кафедры технологии композиционных материалов и прикладной химии, **Национальный исследовательский университет Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ)**, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26, marat.asamatdinov@mail.ru;

**Пятаев Евгений Равильевич**, студент магистратуры, **Национальный исследовательский университет Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ)**, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26, pyataev92@mail.ru;

**Румянцев Георгий Борисович**, студент, **Национальный исследовательский университет Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ)**, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26, grumyantsev@yandex.ru;

**Сазонова Юлия Владимировна**, студентка, **Национальный исследовательский университет Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ)**, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26, iu.sazonova@yandex.ru.

13. Zhukov A.D., Bessonov I.V., Sapelin A.N., et al. Composite wall materials. Italian Science Review. Issue 2 (11), February 2014, Pp. 155–157.

14. Treskova N.V., Pushkin A.S. Sovremennye stenovye materialy i izdeliya [Modern Wall Materials and Products]. *Stroitel'nye materialy, oborudovanie, tekhnologii XXI veka* [Construction Materials, Equipment, Technologies of the XXI Century]. 2013, no. 11 (178), pp. 32–35. (In Russian)

Received in January 2017.

About the authors: **Asamatdinov Marat Orynbaevich**, postgraduate student, Department of Composite Materials Technology and Applied Chemistry, **Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU)**, 26 Yaroslavskoeshosse, Moscow, 129337, Russian Federation; marat.asamatdinov@mail.ru;

**Pyataev Evgeniy Ravil'evich**, graduate student, **Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU)**, 26 Yaroslavskoeshosse, Moscow, 129337, Russian Federation; pyataev92@mail.ru;

**Rumyantsev Georgiy Borisovich**, student, **Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU)**, 26 Yaroslavskoeshosse, Moscow, 129337, Russian Federation; grumyantsev@yandex.ru;

**Sazonova Yuliya Vladimirovna**, student, **Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU)**, 26 Yaroslavskoeshosse, Moscow, 129337, Russian Federation; iu.sazonova@yandex.ru.

Для цитирования:

Асаматдинов М.О., Пятаев Е.Р., Румянцев Г.Б., Сазонова Ю.В. Инновационные системы покрытий // Строительство: наука и образование. 2017. Том 7. Выпуск 1 (22). Ст. 5. Режим доступа: <http://nso-journal.ru>.

For citation:

Asamatdinov M.O., Pyataev E.R., Rumyantsev G.B., Sazonova Yu.V. Innovatsionnyesistemypokrytiy [Innovative Coating Systems]. *Stroitel'stvo : nauka i obrazovanie* [Construction : Science and Education]. 2017, Vol. 7, issue 1 (22), paper 5. Available at: <http://nso-journal.ru>.