

ИНДУСТРИЯ ДЕКОРАТИВНОГО КАМНЯ: МИРОВОЙ УРОВЕНЬ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ В РОССИИ

Ю.А. Павлов¹, А.В. Светляков², Н.И. Моторный²

¹ ООО «Проектно-конструкторское бюро «Петракомплект», Москва, Россия, e-mail: jathom@list.ru

² ФГУП «ВНИПИИстромсырье», Москва, Россия

Аннотация: Приведены основные статистические данные о динамике развития индустрии камня в ведущих странах мира за последние два десятилетия. Отмечено, что главными факторами количественного и качественного роста мировой индустрии декоративного камня стало быстрое увеличение объема гражданского строительства в развивающихся странах, а также разработка и использование инновационных технологий добычи и обработки блоков камней. Показано, что глобализация добывающей и камнеобрабатывающей промышленности неизбежно связана с международной специализацией и становлением мирового рынка декоративных камней, продукции камнеобработки, развитием технологического оборудования и инструментов, а также с формированием единой нормативной, информационной и глобальной рыночной инфраструктуры. Обобщена информация Государственного баланса запасов разведанных и практически осваиваемых месторождений природных блочных камней в России по состоянию на начало 2020 г. Выполнен сравнительный анализ состояния мировой и отечественной индустрии камня. На основе стратегии инновационного развития строительной отрасли и анализа технологического уровня камнеобрабатывающих производств обоснованы организационные принципы модернизации отечественной промышленности добычи и обработки природного камня, основанные на ее возвращении в государственную структуру промышленности строительных материалов в виде самостоятельного производства в подотрасли нерудных строительных материалов. Предложена программа и формы комплексной подготовки квалифицированных специалистов для добывающих и камнеобрабатывающих предприятий, а также для создания и производства новых искусственных декоративных камней и изделий из них.

Ключевые слова: индустрия камня, мировой уровень развития, объем добычи, камнеобрабатывающая промышленность, стратегия развития строительной отрасли, нерудные строительные материалы, задачи модернизации, система подготовки специалистов.

Для цитирования: Павлов Ю. А., Светляков А. В., Моторный Н. И. Индустрия декоративного камня: мировой уровень и перспективы развития в России // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2022. – № 1. – С. 162–178. DOI: 10.25018/0236_1493_2022_1_0_162.

Decorative stone industry: Global situation and prospects in Russia

Yu.A. Pavlov¹, A.V. Svetlyakov², N.I. Motornyi²

¹ LLC «PKB-Petrakomplekt», Moscow, Russia, e-mail: jathom@list.ru

² FSUE «VNIPIIstromsyrye», Moscow, Russia

Abstract: The article gives statistical data on advancement in the stone industry in top countries of the world in two recent decades. It is emphasized that the key factors of quantitative and qualitative growth of the global decorative stone industry are the rapid increase in civil construction in developing countries, as well as the creation and use of technological innovations in dimension stone production and processing. It is shown that globalization in the stone production and processing industry is unavoidably connected with international specialization of the global decorative stone market and stone production, with improvement of process equipment and tools, as well as with the formation of a unified global standardization, information and market infrastructure. The information from the State Balance Sheet on proved reserves of natural dimension stone and on the deposits currently under mining in Russia by the beginning of 2020 is generalized. The comparative analysis of the state-of-the-art in the global and domestic industry of stone is performed. On the ground of the innovative development strategy in the construction industry and based on the analysis of technological level of the stone making industries, the management concept is substantiated for the modernization in the domestic industry of natural stone production. The concept rests upon the return of the constructional material industry into the governmental supervision as an independent industry within the sub-sector of nonmetallic construction materials. The program and modes are proposed for the integrated training of qualified specialists for the stone production and manufacturing plants, as well as for the new artificial decorative stones and products.

Key words: stone industry, global development level, production output, stone working industry, construction industry development strategy, nonmetallic constructional materials, modernization objectives, qualified personnel training system.

For citation: Pavlov Yu. A., Svetlyakov A. V., Motornyi N. I. Decorative stone industry: Global situation and prospects in Russia. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2022;(1):162-178. [In Russ]. DOI: 10.25018/0236_1493_2022_1_0_162.

Введение

Индустрия декоративного (природного облицовочного) камня является промышленной отраслью минерально-сырьевого хозяйственного комплекса, который включает в себя геологические изыскания месторождений облицовочного камня и горнодобывающую промышленность, обеспечивающую разработку карьеров и добычу блоков облицовочного камня с последующей его начальной обработкой с целью придания необходимой формы, размера товарных блоков, слэбов и других полуфабрикатов для камнеобрабатывающих производств [1]. Эти производства осуществляют дальнейшую обработку блочной продукции для изготовления изделий с

требуемой геометрической формой, размерами и фактурой поверхности, а также переработку отходов производства для получения различных искусственных материалов и изделий [2].

Благодаря современным обрабатывающим технологиям можно изготавливать из блоков природного камня конечную продукцию для строительства и облицовки зданий, всевозможные архитектурно-строительные изделия, предметы интерьеров, монументальные сооружения и памятники, а также многие технические изделия (станины точных приборов, валки печатных машин и др.).

Около 80% продукции камнеобработки непосредственно используется в гражданском строительстве, в том числе

75% в градостроительстве [3]. Индустрия камня является частью строительного комплекса, объединяющего разные отрасли народного хозяйства посредством развития их инфраструктуры. Организационно она является подотраслью промышленности строительных материалов, но участвует также непосредственно в специальных строительно-монтажных и реставрационных работах на объектах из природного камня и в обслуживании этих объектов (сервис камня).

Вхождение в межотраслевой хозяйственный комплекс требует от индустрии декоративного камня технологической и организационной гибкости и высокой динамики развития (выше среднего роста мировой экономики) [3, табл. 12].

Задачи и метод исследования

Задачей исследования является поиск и обоснование организационных принципов системной модернизации отечественной индустрии камня с планированием на десятилетний период. Метод исследования строится на базе аналитической обработки статистических данных, материалов публикаций, результатов авторских проектно-изыскательских, научно-испытательных, производственно-технологических и других видов работ, а также учебно-методических разработок при подготовке технологов камнеобрабатывающих производств в Московском государственном горном университете, а затем в Горном институте НИТУ «МИСиС».

Приведены результаты выполненного сравнительного анализа основных показателей уровня развития мировой и отечественной промышленности добычи и обработки природных декоративных камней, рынков ее продукции и объемов использования.

На основе полученных результатов сформулированы организационные прин-

ципы модернизации отечественной индустрии облицовочного камня как самостоятельного производства в подотрасли промышленности нерудных строительных материалов. Особое внимание уделено организации системы подготовки и повышения квалификации специалистов разных профилей для смежных предприятий и организаций рассматриваемой подотрасли промышленности.

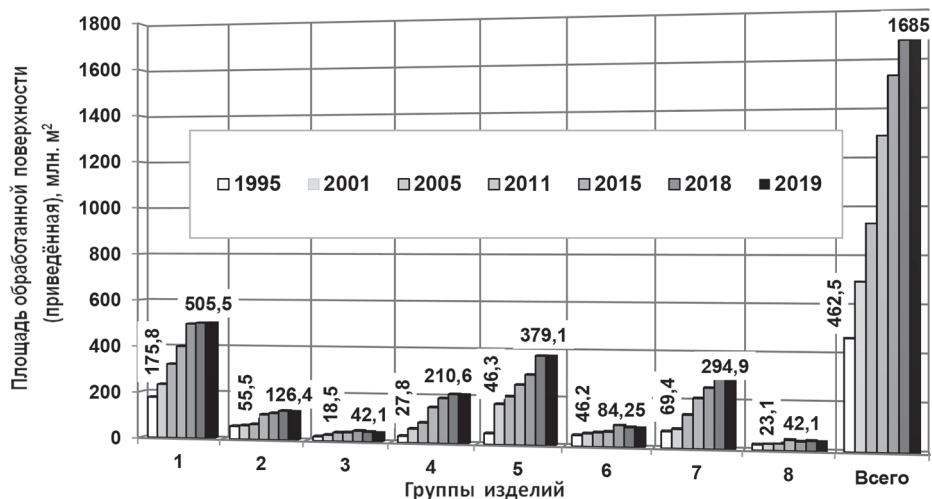
Результаты аналитического исследования

Сравнительный анализ мирового и отечественного уровней развития индустрии декоративного камня (по состоянию на начало 2020 г.)

Анализ динамики мирового развития строительной отрасли, с которой неразрывно связана современная индустрия камня, показал, что сегодня лидером по активности в области гражданского строительства является Китай, за которым следуют США, а затем Россия и Япония. В то же время наметилась стагнация этой отрасли в странах Европы [3, табл. 5].

Динамика развития строительной отрасли стимулировала пропорциональное расширение объемов добычи и переработки блоков природных декоративных камней. Валовой объем мировой добычи блочных камней составил 316 млн т, а производство блочной продукции — 154,5 млн т [3, табл. 17]. Следовательно, коэффициент выхода блоков из отделяемого горного массива, характеризующий потери при добыче и первичной обработке товарных блоков природного камня, по массе достигает в 51%.

В 2019 г. увеличилось влияние азиатских стран на производство блоков природных декоративных камней, доля которых превысила две трети мирового производства благодаря Китаю, Индии и Турции. Это первые три страны в мировом рейтинге карьеров декоративных



1. Плиты для настила полов и мощения дорог
2. Плиты и детали наружной облицовки зданий
3. Лестницы (ступени и другие детали)
4. Плитки внутренней облицовки стен помещений
5. Архитектурно-строительные изделия
6. Конструкционные изделия гражданского строительства
7. Мемориальные плиты и изделия
8. Изделия различного назначения (художественные, технические)

Рис. 1. Динамика мирового производства разных видов изделий из природного камня (по условной площади поверхности)

Fig. 1. Dynamics of global production of natural stone commodities (by reference surface area)

каменной. Объем производства блочной продукции, достигнутый тремя ведущими странами, в сумме составляет 56% от его общего мирового уровня [3, табл. 37].

Другими крупными производителями блочной продукции из декоративных камней являются Иран и Бразилия, которые сохранили свои позиции в мировом рейтинге с объемами добычи более 8 млн т. В Италии, находящейся на шестом месте, снизился объем производства блочной продукции (5,85 млн т) вследствие сокращения экспорта и хронической стагнации строительной отрасли в стране [3, табл. 12].

В 2019 г. было зарегистрировано незначительное увеличение мирового производства готовой продукции по сравнению с производством сырья, которое оценивается в 1685 млн условных м² (при стандартной толщине эквивалентной плиты 20 мм) [3, табл. 13]. Производство конечной продукции разбивается неравномерно в зависимости от

видов природных камней и групп изделий, которым стабильно отдает предпочтение строительная индустрия (рис. 1).

При этом существуют особенности в использовании отдельных видов каменной продукции в разных странах. Например, в России традиционно высоким является потребление готовой продукции в мемориальном бизнесе. При этом широко используются некоммерческие мелкие блоки из габбро-долерита и габбро-диабазы IV категории стандартного размерного ряда, а также нестандартные глыбы из серпентинита, яшмы и других цветных камней обычно с непромышленными процессами их обработки. Другим примером может быть применение в жилищном строительстве выпиливаемых из горного массива стеновых камней стандартных размеров, добываемых в местных карьерах известняков, туфов, ракушечников и прочих легко обрабатываемых и недорогих пород.

Россия занимает ведущее место в мире по ресурсам разных видов природных облицовочных камней [4–6]. В соответствии с данными Государственного баланса запасов полезных ископаемых РФ суммарные разведанные объемы природных облицовочных камней (категории $A+B+C_1+C_2$) на территории России на 01.01.2020 составляют 1690 млн m^3 , из них на долю подготовленных к промышленному освоению (категории $A+B+C_1$) приходится 915 млн m^3 , или 2,5 млрд т при расчете по средней плотности 2,7 т/ m^3 . Балансовые запасы подготовленных к освоению группы гранитов (по коммерческой классификации блочных природных камней) достигают суммарного объема в 450 млн m^3 , а группы мраморов — 464 млн m^3 .

Основные месторождения декоративных камней расположены на Восточно-Европейской платформе (Балтийский щит), Сибирской платформе (Алданский щит), в нагорьях Урала, Хибин, Алтая и Крыма, на Предкавказской платформе и в отрогах Украинского щита, а также в осадочных и вулканогенных породах чехла геологических платформ (карбонатные породы и траппы — базальты, диабазы и порфириды). Богаты декоративным камнем Красноярский край, Хакасия, Забайкалье, Иркутская и Читинская области. На Дальнем Востоке блочные природные камни добываются в Приморье и Хабаровском крае. Перспективными запасами обладают Приполярный Урал, Чукотка и Камчатка [7–8].

Всего в России на 01.01.2020 г. учтено 431 месторождение природного облицовочного камня, из них для добычи блоков пригодны 385 месторождений, 16 — разведаны для производства щебня, 27 предназначены для добычи камня-плитняка, 2 — для производства декоративной крошки и 1 — для блоков и декоративного щебня. По данным на 01.01.2020 г. в группе разрабатываемых

учтены 150 месторождений природных камней, из которых для производства блоков числятся 124 месторождения облицовочных камней с балансовыми запасами категории $A+B+C_1$ — 287 млн m^3 (31,4% от общероссийских запасов); для производства крошки — 2 месторождения с запасами категории $A+B+C_1$ — 8,9 млн m^3 (1%); щебня — 8 месторождений с запасами категории $A+B+C_1$ — 14,1 млн m^3 (1,5%), плитняка — 15 месторождений с запасами категории $A+B+C_1$ — 1,5 млн m^3 (0,1%); для блоков и декоративного щебня — 1 месторождение с запасами категории $A+B+C_1$ — 10,8 млн m^3 (1,2%).

Практически в 2019 г. в России добыча декоративного природного камня велась на 99 месторождениях (в 2018 г. на 92), на 32 из них добываются кварцсодержащие горные породы: граниты, гранодиориты, граносиениты, пироксениты, кварциты. Валовой объем годовой добычи горной массы в карьерах гранитоидов составил 702 тыс. m^3 . Их добыча сосредоточена в следующих федеральных округах: Северо-Западном (309 тыс. m^3), Уральском (227 тыс. m^3), Приволжском (138 тыс. m^3) и Дальневосточном (21 тыс. m^3). Валовой годовой объем добычи габброидов (габбро, габбро-нориты, габбро-диабазы, габбро-амфиболиты и лабрадориты) достиг 1044 тыс. m^3 . Большой их объем в основном обеспечивается за счет быстрого роста добычи габбро-диабазов в СЗФО (1040 тыс. m^3), блоки которых, в том числе и нестандартные, широко используются в мемориальном бизнесе.

Валовой объем годовой добычи горной массы декоративных мраморов, мраморизованных, доломитовых и мраморвидных известняков, а также их конгломератов составил 249 тыс. m^3 . Большая ее часть (170 тыс. m^3) добывается на 8 месторождениях Урала; в меньшем объеме на Северном Кавказе и в Крыму

(57 тыс. м³), в Карелии (14 тыс. м³), на Алтае и в Западной Сибири (6 тыс. м³).

Кроме того, в России в большом количестве добываются декоративные серпентиниты (35 тыс. м³), сланцы (9 тыс. м³) и туфы (5 тыс. м³).

Суммарный включенный в Госбаланс объем добычи всех видов горной массы в карьерах облицовочного камня в РФ составил в 2019 г. 2,043 млн м³. Однако реальный годовой объем разрабатываемого в карьерах горного массива на стандартные блоки (по ГОСТ 9479-2011) не превысил 60% этого балансового значения. Необходимо исключить объемы добычи мелких некондиционных блоков габбро-диабазов и цветных мраморов, неблочных горных пород (серпентинита и сланцев), пиленых камней из известняков и туфов, а также сопутствующей добычи декоративного бутового камня, щебня и мелких формаций (типа мраморной крошки), производство которых стало более рентабельным для собственников небольших карьеров. Следовательно, реальный объем годовой добычи товарного блочного облицовочного камня (по горной массе) не превысил 1,23 млн м³, что составляет 1,1% от мирового валового объема его добычи (117 млн м³).

Для карьеров блочного облицовочного камня в России характерны низкие значения коэффициента выхода товарных блоков (K_B) из разрабатываемого на блочный камень горного массива. Этот показатель связан не только с горно-геологическими особенностями месторождений блочных камней (невысокой блочности и нарушенности из-за трещиноватости горного массива), но и с совершенством используемой технологии добычи блочного камня в карьерах [9]. Более высокие расчетные значения этого показателя характерны для карьеров блочного камня высокой прочности (группы гранита), для которых средняя

величина $K_B = 27,3\%$; для карьеров блочного камня средней и низкой прочности (группы мрамора) среднее значение $K_B = 22,7\%$. При общем среднем расчетном значении $K_B = 25\%$ для отечественных карьеров блочного камня выход товарных блоков всех категорий оценивается расчетом $1,23 \times 0,25 = 0,31$ млн м³.

Этот объем добываемых в России блоков «гранит-мрамор» (по коммерческой классификации блочных природных камней) соответствует массе $0,31 \times 2,7 = 0,83$ млн т. Расчетная величина объема добычи блочных облицовочных камней не может быть подтверждена официальными данными, так как в РФ этот вид строительных материалов не включен в перечень объектов экспертного анализа Росстата. Однако в статистических данных о мировом уровне развития индустрии камня в 2019 г. объем добычи в РФ коммерческих блоков облицовочных камней оценивается массой 0,7 млн т, составляющей 0,45% от мирового уровня (154,5 млн т) [3, табл. 12]. Расхождение значений можно объяснить более жесткими требованиями к размерным параметрам блоков облицовочных камней на мировом рынке. Объемы блоков экспортного исполнения уменьшены на 14% в сравнении с общими коммерческими его значениями по ГОСТ 9479-2011. Из мировой статистики также исключены все виды блочных камней, добываемых только для внутреннего использования в стране, например, пиленого строительного камня и мелкогабаритных глыб, не включенных в стандарты размеров товарных блоков природного камня.

Объема добываемого в стране блочного декоративного камня недостаточно для производства требуемой на внутреннем рынке конечной продукции. В 2019 г. дополнительно было закуплено за рубежом 117 тыс. т блоков облицовочного камня высокой декоративно-

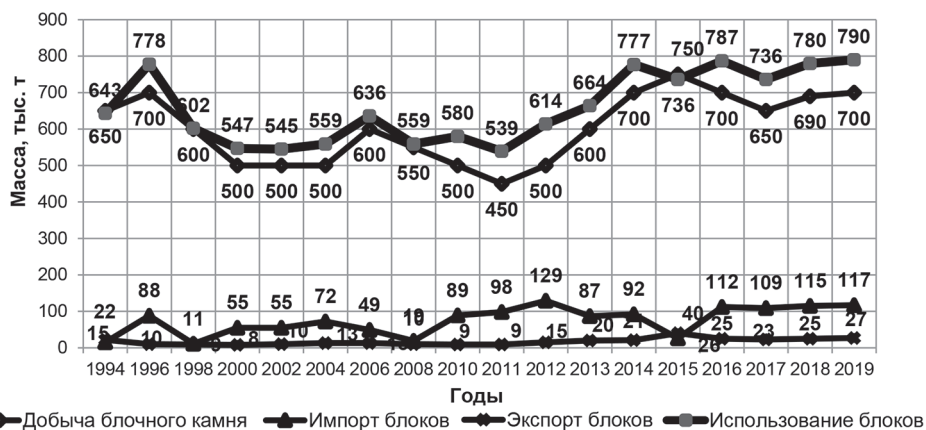


Рис. 2. Объемы добычи и использования блоков природных декоративных камней в России (в период с 1994 по 2019 гг.)

Fig. 2. Decorative dimension stone production in Russia (1994–2019)

сти, то есть около 16,7% от объема его добычи. При этом объем экспорта блочного камня составил всего 27 тыс. т., то есть 3,9% от его добычи [3, табл. 157]. Использование блочной продукции достигло наивысшего значения за последние 30 лет — 790 тыс. т главным образом за счет роста ее импорта (рис. 2).

Камнеобрабатывающие предприятия России произвели в 2019 г. из исходного блочного сырья 450 тыс. т различной конечной продукции (дорожно-строитель-

ные, архитектурно-строительные, мемориальные и др. изделия), что соответствует расчетному значению 8,3 млн м² условной площади плит толщиной 20 мм. Одновременно было закуплено на мировом рынке свыше 400 тыс. т, эквивалентных 7,4 млн м² условной площади этой продукции, то есть 90% от объема его годового производства при незначительном объеме экспорте (61 тыс. т). Общий объем используемой продукции составил 792 тыс. т (рис. 3).

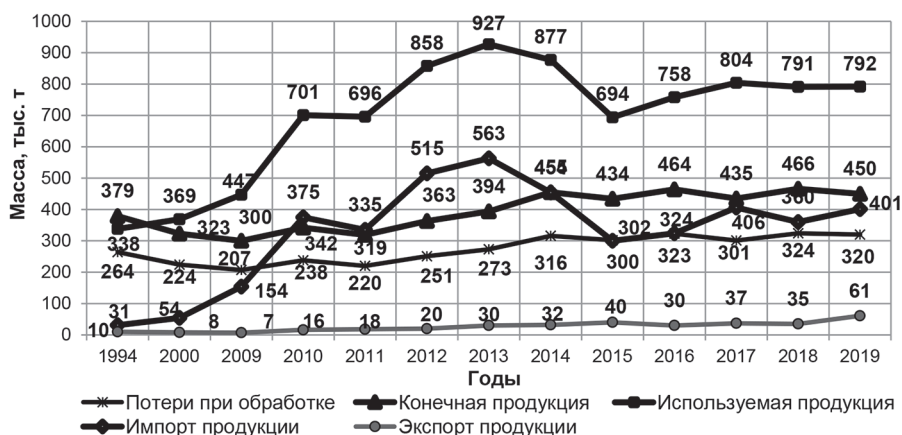


Рис. 3. Производство и использование продукции камнеобрабатывающей отрасли в России

Fig. 3. Output and use of stone working industry products in Russia



Рис. 4. Динамика использования природного камня в России (условная площадь продукции в м² на 1000 жителей)

Fig. 4. Dynamics of natural stone use in Russia (reference product area in square meters per 1000 people)

В преобладающем количестве закупаются более сложные архитектурно-строительные и мемориальные изделия (международный таможенный код 68.02), объем ввоза которых в 2019 г. составил 217,4 тыс. т, то есть 54% от всей массы импортируемой каменной продукции. Больше всего приобретает этой продукции в Китае (91 тыс. т, то есть 42%), а также в Индии, Турции, Украине и других странах [10].

В стоимостном выражении импорт сложной каменной продукции составил в 2019 г. 137,3 млн долл., из которых на долю Китая приходится 41,4 млн долл., то есть 30%. Среднее значение цен на конечную продукцию составило в 2019 г. немногим более 34 долл./м² условной площади плит толщиной 20 мм, что близко к среднемировым ценам на эту продукцию [3, табл. 57]. Наиболее высокие цены архитектурно-строительных изделий держатся в импорте из Италии (79,5 долл./м²), Испании и Германии (50–59 долл./м²). Цена поставок такой продукции из Китая составляет в среднем 25 долл./м² и остается стабильной в последние годы. Невысокие цены импорта продукции из Китая связаны

с ее малой себестоимостью производства и преобладанием в номенклатуре импорта недорогих облицовочных изделий и плит. Низкие цены изделий из камня сохраняются при их импорте из стран ближнего зарубежья — Украины, Армении, Узбекистана и др. [10].

Внутреннее использование продукции камнеобработки в России остается стабильным в последние годы на уровне 14,6–14,8 млн м² условной площади. Удельное потребление этой продукции в расчете на 1000 жителей страны не превышает в последние годы значений, близких к 100 м² условной площади (рис. 4). Эти значения намного ниже среднемировых показателей (264 м²/1000 жителей) для экономически развитых стран [3, табл. 123].

Анализ мирового рынка технологий, оборудования и инструментов для индустрии декоративного камня и их экспорта в Россию

Развитие индустрии декоративного камня во всем мире осуществляется за счет роста инвестиций компаний в передовые технологии и основное оборудо-



Рис. 5. Основные страны-импортеры технологического оборудования для индустрии декоративного камня

Fig. 5. Top countries–importers of process equipment for decorative stone industry

вание для повышения производительности, что тесно связано с мировым рынком высокоэффективного оборудования и автоматизированных технологических комплексов для добычи и обработки природных и искусственных декоративных камней [2 – 3]. Импортерами такого современного технологического оборудования являются страны с развитым строительным сектором экономики и потребностями роста их индустрии камня (рис. 5 и 6).

Италия занимает первое место в качестве традиционного лидера в производстве технологического оборудования для обработки всех видов природных декоративных камней с экспортными его продажами в 2019 г. в объеме более 56 млн т, составляющем 28,2% объема мирового рынка [3, табл. 130], [11]. Главными потребителями являются страны ЕС, на долю которых приходится 65,6% этого объема экспорта. Лидирующие позиции Италии подтверждаются торго-



Рис. 6. Объемные и удельные ценовые характеристики технологического оборудования из Италии в основных странах-импортерах в 2019 г.

Fig. 6. Capacities and unit prices of Italian manufacture process equipment in top countries–importers (in 2019)

вым оборотом, который в 2019 г. достиг 862 млн долл., однако на 6% меньше, чем в предыдущем году. Это падение почти полностью определяется средней удельной ценой единицы массы продукции, которая снизилась с 16,2 долл./кг в 2018 г. до 15,2 долл./кг в 2019 г., то есть на 5,8%. Такая удельная цена остается более высокой в сравнении с аналогичными экспортными товарами основных конкурентов, включая Китай, Японию и США (рис. 6).

На мировом рынке абразивных материалов и алмазных инструментов для камнеобработки сейчас доминирует Китай, который в 2019 г. экспортировал 280 т инструментальной оснастки на сумму, превышающую 900 млн долл. Средняя удельная цена единицы массы инструментальной продукции снизилась с 8,28 долл./кг в 2006 г. до 3,1 долл./кг в 2019 финансовом году, то есть почти на две трети [3, табл. 131].

Ценовая политика основных европейских производителей и экспортеров инструментов и оснастки (Германия и Италия) направлена на сохранение высоких мировых цен на эту продукцию. В 2019 г. немецкие компании экспортировали расходные материалы на сумму 684 млн долл. Однако этот объем на 3,5% меньше, чем в предыдущем году, когда был достигнут пик при средней цене 14,8 долл./кг массы, которая снизилась более чем на 4%. Экспорт инструментов из Италии в 2019 г. немного превышает 32 т при торговом обороте около 356 млн долл. и средней цене 11 долл./кг массы. Благодаря достижению лучшего качества инструментальной продукции Италия и Германия смогли добиться наиболее высоких цен, в отличие от Китая. Однако проведение этой ценовой политики не позволило европейским продажам инструментов удовлетворить потенциальный спрос на них, особенно в развивающихся странах, где преобла-

дает китайская продукция [3, табл. 140 и 141].

Важным фактором развития индустрии декоративного камня в России является уровень использования современных технологий и оборудования, которое полностью импортируется из ведущих стран-производителей: в 2019 г. на сумму 112 млн долл. при средней удельной цене 16,8 долл./кг массы, которая ниже среднего мирового значения (19,5 долл./кг массы). Россия в 2019 г. закупила камнеобрабатывающее оборудование в Италии почти на 16 млн долл., в 2020 г. – более чем на 20 млн долл. [3, 12].

Направления инновационного развития мировой индустрии камня

Развитие индустрии декоративного камня в ведущих странах мира направлено на создание и использование на основных стадиях жизненного цикла продукции (ЖЦП) современных информационных технологий, характерных для цифровых интеллектуальных или так называемых «умных» производств. Спецификой каменной отрасли промышленности является ее многостадийный ЖЦП, включающий этапы от геологического поиска и всесторонней оценки месторождений природного камня до выполнения строительно-монтажных работ с использованием продукции и изделий из природных и искусственных камней с разработкой средств защиты и восстановления каменных изделий в процессе эксплуатации, ремонта и реставрации строительных объектов.

Основной тенденцией развития открытых способов добычи твердых полезных ископаемых стала концепция «безлюдной» технологии «Mining 4.0». В России такое инновационное направление в горной промышленности получило название «Интеллектуальный карьер» [13]. Научные и практические разработки этого направления в России

и за рубежом связаны со стратегическими отраслями горнодобывающей промышленности: угольными, рудными, алмазными и некоторыми другими карьерами. На карьерах блочного камня используются отдельные фрагменты цифровых систем — геоинформационные и программные комплексы управления горнодобывающим производством, автоматизированное технологическое оборудование и транспортные средства. Даже такие частичные цифровые технологии в сочетании с целевой подготовкой квалифицированных специалистов дали возможность значительно повысить объем добычи блочных камней в странах Европы. Например, в Финляндии производительность в расчете на одного работника карьера по добыче гранита достигает 1,5 тыс. м³ товарных блоков в год (в 4—5 раз больше, чем на аналогичных карьерах в РФ).

Большое внимание обращено на обеспечение высокого декоративного качества блочной продукции и конечных изделий посредством ряда наукоемких инновационных разработок. Используются новые системы цифровой ультразвуковой и электрорезистивной томографии внутренней структуры каменных блоков с целью прогнозирования качества получаемой из них готовой продукции [14]. Проведено компьютерное исследование электрокинетических процессов на поверхности природных камней с нанесенными нанокompозитными защитными покрытиями памятников культурного наследия [15]. Освоены новые программные средства компьютерного дизайна сложных архитектурных изделий из камня с шаблонами операций для их изготовления на современном оборудовании с ЧПУ [16].

Наибольшего развития достигла концепция цифровых производств с использованием индустриального интернета вещей (IoT), сбора и обработки инфор-

мации (Big Data) и киберфизических систем (CPS), которая в обрабатывающих отраслях промышленности получила название «Индустрия 4.0». Эта концепция в последние годы поэтапно осваивается крупными компаниями камнеобрабатывающей отрасли промышленности [2, 17].

Производственные комплексные киберфизические системы состоят из интеллектуальных (нейросетевых) вычислительных средств обработки больших потоков оперативной информации от технологических объектов и окружающей среды для цифрового управления физическими элементами (приводами, автоматикой) этих объектов с непрерывной оптимизацией выполняемых ими функций. Предпосылкой для эффективного использования данной концепции стал переход от отдельных единиц технологического оборудования к гибким производственным системам (ГПС или FMS) с цифровым управлением (ЧПУ и ПЛК). Организационные виды ГПС (гибкие производственные ячейки, роботизированные технологические комплексы, участки с гибким потоком обрабатываемых изделий, переналаживаемые автоматические линии) в разных вариантах их исполнения образуют комплексно автоматизированные цехи и заводы с «безлюдным» производством, которые проектируются с учетом задач конкретных предприятий. Использование системных технологий (типовых, групповых, модульных) создают условия высокой эффективности ГПС во всех типах производства — от индивидуального до переналаживаемого массового [2].

Средствами для разработки новых наукоемких цифровых технологий в современной горной промышленности стали программные комплексы ГГИС для моделирования открытых и подземных горно-геологических работ с оптимальной организацией процесса добычи и

переработки сырья. В России подобные инновационные разработки выполняются в академических и отраслевых институтах, региональных научных центрах и ведущих университетах, а также в специализированных проектных организациях по заданиям горных предприятий. Однако в отечественной индустрии камня такие проекты не стали общесистемными и скоординированными какими-либо национальными программами из-за отсутствия высокого официального статуса этой отрасли промышленности.

Общее заключение по результатам аналитического исследования

Промышленность добычи и глубокой переработки природных блочно-каменных ресурсов страны находится в последние годы в состоянии стагнации, несмотря на большие потенциальные возможности ее развития. Внутреннее производство блочной продукции ограничено не только трудными климатическими условиями добычи, но и неразвитой транспортной, энергетической и производственной инфраструктурой на большинстве крупных месторождений в отдаленных регионах страны. Освоение таких месторождений требует крупных инвестиций, которые могут быть обеспечены только соответствующими государственными программами развития экономики страны.

Производство конечной продукции из блочных природных камней составило в 2019 г. 450 тыс. т, эквивалентных 8,3 млн м² условной площади плит толщиной 20 мм; дополнительно было закуплено 400 тыс. т этой продукции, т.е. еще 7,4 млн м² условной площади плит. Рост импорта конечной продукции из камня связан с неполным обеспечением потребностей гражданского строительства качественной продукцией из-за отсталой технологической оснащенности

многих отечественных камнеобрабатывающих предприятий. Системная модернизация этих предприятий требует больших капитальных затрат смешанного государственного и частного инвестирования. Вся использованная в 2019 г. продукция из природного камня равна по стоимости 178,2 млн долл. при средней мировой цене 11,35 долл./м² условной площади.

Альтернативным вариантом стало быстрое увеличение использования в строительстве искусственных каменных материалов. В 2019 г. в России произведено почти 96 млн м² плит из искусственного керамогранита, а с учетом объемов экспорта и импорта их использование достигло 105 млн м², т.е. в 6,7 раза больше условной площади всей конечной продукции из природных декоративных камней [18]. При средней цене производителей 239,5 руб./м², объем внутреннего рынка продукции из керамогранита достиг 25 млрд руб. или 387,6 млн долл. по среднегодовому курсу валют ЦБ РФ — 64,5 руб./долл. Следовательно, внутренний рынок плит из керамогранита в 2,2 раза превысил стоимостное значение условной площади всей конечной продукции из декоративных природных камней. Близкие значения имеет прогнозируемое зарубежными компаниями соотношение стоимостей строительной продукции из высокотехнологичных искусственных аналогов и природных декоративных камней [3, табл. 64].

Итак, Россия за последние десятилетия не только перестала играть какую-либо существенную роль в мировой индустрии декоративного камня, но и потеряла весомость собственной добычи и производства продукции из блочных природных декоративных камней в экономике страны, и в частности в промышленности строительных материалов. Последствием стало исключение

этого сектора из ежегодных статистических аналитических сборников, национальных программ развития горнодобывающей и строительной отраслей, а также перечня приоритетных научных и образовательных направлений [18].

*Практические рекомендации
по результату исследования*

В настоящее время отечественная промышленность добычи и обработки декоративных блочных декоративных камней полностью вышла из государственного сектора экономики и состоит из небольшого числа крупных региональных компаний типа «карьер-завод» в окружении 240—250 мелких и средних, главным образом торговых и сервисных предприятий, работающих с частными потребителями их продукции и услуг. Режим автономного управления и саморегулирования находящихся в частной собственности предприятий с ориентацией на местные и региональные финансовые, материальные и трудовые ресурсы ограничивает возможности системной модернизации производства, развития транспортной, информационной, научно-образовательной инфраструктуры для обеспечения конкурентоспособности продукции на мировом уровне при отсутствии доступа к бюджетным инвестициям в соответствии с федеральными программами развития ведущих секторов экономики страны [18].

Повышение эффективности индустрии декоративного блочного камня в России может быть достигнуто при восстановлении ее тесной связи со строительной отраслью экономики и ее промышленностью строительных материалов. Камнеобработка должна стать одним из видов производства в составе подотрасли нерудных строительных материалов. С этой целью руководителям крупных компаний, Ассоциации «Центр камня», ведущим специалистам, ученым НИИ и

университетов требуется принять участие в формировании очередного этапа государственной программы «Стратегия инновационного развития строительной отрасли Российской Федерации до 2030 года» [19].

В этой государственной программе в разделе «Строительные материалы» и его подразделе «Промышленность строительных материалов, изделий и конструкций» должно быть записано, что декоративные блочные камни являются самостоятельным видом нерудных строительных материалов. Кроме того, специалистам необходимо участвовать в формировании других направлений — локальных стратегий государственной программы, таких как жилищное строительство, градостроительство, архитектурно-строительное проектирование, техническое регулирование и стандартизация, государственное управление и саморегулирование, отраслевая наука, инженерные изыскания и проектирование, обеспечивающие эффективную модернизацию основных фондов предприятий, рост производительности, энергетическое, материальное, трудовое и другие виды ресурсосбережения, экологическую безопасность, повышение качества продукции и снижение ее себестоимости, а следовательно, обеспечения ее конкурентоспособности на мировом рынке.

Особое внимание при формировании стратегии развития подотрасли нерудных строительных материалов следует уделить проблеме ее ресурсного трудового обеспечения посредством возрождения системы подготовки кадров рабочих специальностей и младшего руководящего персонала (мастер, прораб, техник), построения и функционирования единой непрерывной многоуровневой системы подготовки и переподготовки инженерных, научно-исследовательских и руководящих кадров.

Требуются команды высококвалифицированных специалистов многих смежных образовательных направлений в университетах, готовящих:

- геологов-горных инженеров и геологов-экспериментаторов;
- горных инженеров — проектантов и разработчиков карьеров блочного камня;
- материаловедов — исследователей и разработчиков новых строительных материалов, в том числе с использованием техногенных отходов горнодобывающей и металлургической промышленности;
- архитекторов, дизайнеров и конструкторов объектов гражданского строительства с навыками использования природных и искусственных декоративных камней в гармоничном сочетании с другими строительными материалами;
- машиностроителей — конструкторов и промышленных производителей карьерного и камнеобрабатывающего оборудования, инструментов и оснастки;
- разработчиков информационно-управляющих систем, обеспечивающих непрерывное обновление единой государственной базы данных природных каменных ресурсов, ежегодную статистику производства каменной продукции, а также разработку единого информационного обеспечения для оперативного управления производственными комплексами типа «карьер-завод-потребитель»;
- технологов — разработчиков и исследователей процессов автоматизированного камнеобрабатывающего производства;
- организаторов горнодобывающих и камнеобрабатывающих производств, владеющих современными цифровыми технологиями управления предприятиями и компаниями.

Учитывая большой удельный объем в подотрасли нерудных строительных ма-

териалов горнодобывающей составляющей, такая кадровая подготовка должна быть организована, в первую очередь, на базе горных университетов в форме дополнительных видов профессионального образования, например, курсов повышения квалификации специалистов для карьерной добычи блочного камня, предприятий камнеобработки и гражданского строительства.

Выводы

1. Российская добывающая и камнеобрабатывающая промышленность в настоящее время по всем показателям практически не влияет на мировую индустрию декоративного камня, несмотря на то, что имеет большие потенциальные возможности и успехи в развитии и модернизации передовых предприятий этой подотрасли за последние годы.

2. Достижение конкурентоспособности продукции отечественной индустрии декоративного камня требует ее организационной интеграции с государственной строительной отраслью и промышленностью нерудных строительных материалов в качестве отдельного производственного комплекса, который имеет рациональное территориальное размещение, современные гибкие цифровые и диверсифицированные предприятия, связанные с добычей и глубокой переработкой блочного каменного сырья и сопутствующих техногенных отходов.

3. Важным фактором развития отечественных отраслей промышленности, связанных с добычей, обработкой, переработкой и применением разных групп природных декоративных камней и синтезом их искусственных аналогов, является подготовка и переподготовка команд специалистов смежных профилей с высоким уровнем квалификации, направленная на формирование у них систематизированного комплекса необходимых научных и практических компетенций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Першин Г. Д., Уляков М. С., Чеботарев С. И. Современная техника и технологии добычи блочного облицовочного камня: Учебное пособие для студентов вузов. — Магнитогорск: Магнитогорский Дом печати, 2017. — 428 с.
2. Павлов Ю. А. Современное камнеобрабатывающее производство. Монография. — М.: Изд-во «Горная книга», 2018. — 520 с.
3. Montani С. XXXI Report Marble and Stones in the World 2020. Aldus Casa di Edizioni, Carrara, Italy, 2020, 260 p. URL: <https://www.worldstonereport.com> (дата обращения 11.12.2020).
4. Шеков В. А. Состояние и тенденции развития камнедобывающей промышленности в мире // Горный журнал. — 2019. — № 3. — С. 5—10.
5. Государственный баланс запасов полезных ископаемых на 1 января 2020 года. Вып. 78. Природные облицовочные камни. — М.: ФГБУ «Росгеолфонд», 2020. — 538 с.
6. Сычев Ю. И., Волков А. Д., Ксенофонов С. Б., Махмутов А. Ш., Моторный Н. И. Природокаменные ресурсы России: Каталог. — М.: Изд. Дом «Полет К и М», 2004. — 316 с.
7. ГИС-Пакеты оперативной геологической информации по Федеральным округам и субъектам Федерации (ГИС-Атлас «Недра России»). URL: <http://www.atlaspacket.vsegei.ru/8d941308b4e76a780> (дата обращения 20.12.2020).
8. Природные ресурсы России: Территориальная локализация, экономические оценки / Отв. ред.: К. К. Вальтух, В. М. Соколов. — Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2007. — 458 с.
9. Казарян Ж. А. Природный камень в строительстве: обработка, дизайн, облицовочные работы. Справочник. — М.: ООО НИПЦ «Петракомплект», 2010. — 282 с.
10. Анализ рынка строительного камня в России в 2015—2019 гг., прогноз на 2020—2024 гг. — М.: BusinesStat. URL: https://businesstat.ru/images/demo/building_stone_russia_demobusinesstat.pdf (дата обращения 17.01.2021).
11. Italian stone technologies: an uptick in exports in the second half of 2020 // Marmomacchine International Magazine. Edizione 118. Milano, Italy, 2021, 12 p. URL: https://issuu.com/marmomacchineinternational/docs/mm_international_low_118?e=17986680/84248486 (дата обращения 14.01.2021).
12. Moscow Stone Processing Factory (ООО «МКК») — the first multiwire machine for granite blocks cutting has been installed in Russia // Marmomacchine International Magazine. Edizione 117. Milano, Italy, 2020, pp. 102—103. URL: https://issuu.com/marmomacchineinternational/docs/mm_int_117?fr=sNDUzYTMxNzA0M (дата обращения 14.01.2021).
13. Трубецкой К. Н., Рыльникова М. В., Владимиров Д. Я. От системы «карьер» к новому интеллектуальному укладу открытых горных работ // Проблемы недропользования. — 2019. — № 3. — С. 39—47.
14. Anes B., Figueiredo J., Tlemçani M. A new prototype for automatic identification of stone block internal structure // Applied Sciences. 2021, vol. 11, no. 14, article 6630. URL: <https://www.mdpi.com/2076-3417/11/14/6630> (дата обращения 5.10.2021).
15. Roveri M., Raneri S., Bianchi S., Gherardi F., Castelvetro V., Toniolo L. Electrokinetic characterization of natural stones coated with nanocompo-sites for the protection of cultural heritage // Applied Sciences. 2018, vol. 8, no. 9, article 1694. DOI: 10.3390/app8091694 (дата обращения 10.01.2021).
16. Дизайн. Натуральный камень: главные тренды на выставке Marmomac 2021. URL: <https://www.interior.ru/design/12745-naturalinii-kameni-glavnie-trendi-na-vistavkemarmomac-2021.html> (дата обращения 15.09.2021).
17. Breton sentinel ovvero i big data e Industry 4.0: Breton S.p.a., Italy. URL: <https://www.breton.it/it/pietra/blog/breton-sentinel-big-data-industry4.0> (дата обращения 15.02.2020).

18. *Россия в цифрах. 2020: Краткий статистический сборник.* — М.: Росстат, 2020. — 550 с.

19. *Стратегия инновационного развития строительной отрасли Российской Федерации до 2030 г.* — М.: Минстрой России. URL: <https://www.minstroyrf.ru/docs/18723/> <http://stroystategy.ru/> http://iseiran.ru/files/disser/16102018-%20levitsky/Dissert_Levitsky.pdf (дата обращения 14.01.2021). **ИИАС**

REFERENCES

1. Pershin G. D., Ulyakov M. S., Chebotaryov S. I. *Sovremennaya tekhnika i tekhnologiya dobychi blochnogo oblitsovochnogo kamnya: Uchebnoe posobie dlya studentov vuzov* [Modern technique and technology extraction of block facing stone: Higher educational aid], Magnitogorsk, Magnitogorskiy Dom Pechati, 2017, 428 p.

2. Pavlov Yu. A. *Sovremennoe kamneobrabatyvayushhee proizvodstvo*. Monografiya. [Modern stone processing production: Monograph], Moscow, Izd-vo «Gornaya kniga», 2018, 520 p.

3. Montani C. *XXXI Report Marble and Stones in the World 2020*. Aldus Casa di Edizioni, Carrara, Italy, 2020, 260 p, available at: <https://www.worldstonereport.com> (accessed 11.12.2020).

4. Shekov V. A. Condition and trends in the development of the stone industry in the world. *Gornyi Zhurnal*. 2019, no. 3, pp. 5 – 10. [In Russ].

5. *Gosudarstvennyy balans zapasov poleznykh iskopaemykh na 1 yanvarya 2020 goda*. Vyp. 78. Prirodnye oblitsovochnye kamni [State balance of mineral reserves on January 1, 2020, issue 78. Natural facing stones], Moscow, FGBU «Rosgeolfond», 2020, 538 p.

6. Sychev Yu. I., Volkov A. D., Ksenophontov S. B., Makhmutov A. Sh., Motornyi N. I. *Prirodokamennye resursy Rossii: Katalog* [Natural stone resources of Russia: Catalog], Moscow, M.: Izd. Dom «Polet K i M», 2004, 316 p.

7. *GIS-Pakety operativnoy geologicheskoy informacii po Federalnym okrugam i subektam Federacii (GIS-Atlas «Nedra Rossii»)* [GIS-Packages of operational geological information on federal districts and subjects of the federation (GIS-Atlas «Russia's subsoil»)], available at: <http://www.atlaspacket.vsegei.ru/8d941308b4e76a780> (accessed 20.12.2020).

8. *Prirodnye resursy Rossii: Territorial'naya lokalizatsiya, ekonomicheskie otsenki*. Otv. red. K. K. Valtukh, V. M. Sokolov [Natural resources of Russia: Territorial Localization, Economic Evaluation. Valtukh K. K., Sokolov V. M. (Eds.)], Novosibirsk, Izd-vo SO RAN, 2007, 458 p.

9. Kazaryan Zh. A. *Prirodnyy kamen' v stroitel'stve: obrabotka, dizayn, oblitsovochnye raboty*. Spravochnik [Natural stone in construction: processing, design, facing work. Handbook], Moscow, OOO NIPTs «Petrakomplekt», 2010, 282 p.

10. *Analiz rynka stroitel'nogo kamnya v Rossii v 2015 – 2019 gg., prognoz na 2020 – 2024 gg.* [Analysis of construction stone market in Russia in 2015 – 2019, the forecast for 2020 – 2024], Moscow, BusinesStat, available at: https://businesstat.ru/images/demo/building_stone_russia_demobusinesstat.pdf (accessed 17.01.2021).

11. Italian stone technologies: an uptick in exports in the second half of 2020. *Marmomacchine International Magazine*. Edizione 118. Milano, Italy, 2021, 12 p., available at: https://issuu.com/marmomacchineinternational/docs/mm_international_low_118?e=17986680/84248486 (accessed 14.01.2021).

12. Moscow Stone Processing Factory (OOO «МКК») – the first multiwire machine for granite blocks cutting has been installed in Russia. *Marmomacchine International Magazine*. Edizione 117. Milano, Italy, 2020, pp. 102 – 103, available at: https://issuu.com/marmomacchineinternational/docs/mm_int_117?fr=sNDUzYTMxNzA0M (accessed 14.01.2021).

13. Trubetskoy K. N., Ryl'nikova M. V., Vladimirov D. Ya. From the system of «quarries» to a new intellectual way of open pit mining. *Problemy nedropol'zovaniya*. 2019, no. 3, pp. 39 – 47. [In Russ].

14. Anes B., Figueiredo J., Tlemçani M. A new prototype for automatic identification of stone block internal structure. *Applied Sciences*. 2021, vol. 11, no. 14, article 6630, available at: <https://www.mdpi.com/2076-3417/11/14/6630> (accessed 5.10.2021).

15. Roveri M., Raneri S., Bianchi S., Gherardi F., Castelvetro V., Toniolo L. Electrokinetic characterization of natural stones coated with nanocompo-sites for the protection of cultural heritage. *Applied Sciences*. 2018, vol. 8, no. 9, article 1694. DOI: 10.3390/app8091694 (accessed 10.01.2021).

16. *Dizain. Natural'nyy kamen': glavnye trendy na vystavke Marmomac 2021* [Design. Natural stone: the main trends at Marmomac 2021], available at: <https://www.interior.ru/design/12745-naturalinii-kameni-glavnie-trendi-na-vistavke-marmomac-2021.html> (accessed 15.09.2021).

17. *Breton sentinel ovvero i big data e Industry 4.0*: Breton S.p.a., Italy, available at: <https://www.breton.it/it/pietra/blog/breton-sentinel-big-data-industry4.0> (accessed 15.02.2020).

18. *Rossiya v tsifrakh. 2020: Kratkiy statisticheskiy sbornik* [Russia in numbers.2020: short statistical collection], Moscow, Rosstat, 2020, 550 p.

19. *Strategiya innovatsionnogo razvitiya stroitel'noy otrasli Rossiyskoy Federatsii do 2030 g.* [Strategy for innovative development of the construction industry of the Russian Federation until 2030], Moscow, MinStroy Russia, available at: <https://www.minstroyrf.ru/docs/18723/> <http://stroystrategy.ru/> http://iseiran.ru/files/disser/16102018-%20levitsky/Dissert_Levitsky.pdf (accessed 14.01.2021).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Павлов Юрий Александрович — д-р техн. наук,
профессор, научный эксперт,

ООО «Проектно-конструкторское бюро
«Петракомплект», e-mail: jathom@list.ru,

Светляков Алексей Вячеславович¹ — и.о. ген. директора,
Моторный Николай Иванович¹ — канд. геол.-минерал. наук,
зав. отделом, e-mail: lab@stroms.ru,

¹ ФГУП «ВНИПИИстромсырье».

Для контактов: Павлов Ю.А., e-mail: jathom@list.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Yu.A. Pavlov, Dr. Sci. (Eng.), Professor, Scientific Expert,
LLC «PKB-Petrakomplekt», Moscow, Russia,
e-mail: jathom@list.ru,

A.V. Svetlyakov¹, Acting General Director,

N.I. Motornyi¹, Cand. Sci. (Geol. Mineral.),

Head of Department, e-mail: lab@stroms.ru,

¹ FSUE «VNIPIIstromsrye», Moscow, Russia.

Corresponding author: Yu.A. Pavlov, e-mail: jathom@list.ru.

Получена редакцией 12.04.2021; получена после рецензии 24.11.2021; принята к печати 10.12.2021.

Received by the editors 12.04.2021; received after the review 24.11.2021; accepted for printing 10.12.2021.

