

Из истории естествознания

From the History of Science

СТАНОВЛЕНИЕ ПЕТРУРГИИ В СССР (1920–1940-е гг.)

ИГОРЬ ГЕРТРУДОВИЧ ПЕЧЕНКИН *

В статье освещается история становления в 1920–1940-е гг. в СССР петрургии, использующей как природные (базальты, диабазы, сиениты и др.), так и техногенные материалы (зола шунгита, мартеновские и ваграночные шлаки) для создания нашедших широкое применение искусственных материалов. Приведены данные о первых отечественных работах по каменному литью. Рассмотрен ассортимент изделий, использующихся в различных отраслях промышленности. Показано участие Института прикладной минералогии (ныне Всероссийский научно-исследовательский институт минерального сырья им. Н. М. Федоровского) и его филиалов в этих исследованиях. Отражен вклад отдельных ученых и ряда организаций, сыгравших при этом важную роль. Представлено участие ВИМСа в создании искусственного камня для применения в строительстве и архитектуре.

Ключевые слова: петрургия, каменное литье, искусственный камень, Институт прикладной минералогии, Всероссийский научно-исследовательский институт минерального сырья им. Н. М. Федоровского.

THE DEVELOPMENT OF PETRURGY IN THE USSR, 1920s to 1940s

IGOR GERTRUDOVICH PECHENKIN [□]

Petrurgy, or smelting of non-metallic ores, commenced development in the USSR in the 1920s. It used both natural minerals (basalt, diabase, syenite) as well as technogenic deposits (shungite, open-hearth and cupola slags, etc.) for the manufacturing of various artificial materials. The Institute of Applied Mineralogy played the central role in the development of the field and of methods for mineral smelting. New products found numerous industrial and consumer applications, such as the use of artificial stone in architecture.

Keywords: petrurgy, mineral smelting, artificial stone, Institute of Applied Mineralogy, N. M. Fedorovsky All-Russian Research Institute of Mineral Raw Materials.

* Всероссийский научно-исследовательский институт минерального сырья им. Н. М. Федоровского. Россия, 119017, Москва, Старомонетный пер., д. 31. E-mail: pechenkin@vims-geo.ru.

[□] N. M. Fedorovsky All-Russian Research Institute of Mineral Raw Materials. Staromonetnyi per., 31, Moscow, 119017, Russia. E-mail: pechenkin@vims-geo.ru.

В печи ревело, клокотало,
Пылало, пенилось, текло...
Не жидкая струя металла
И не текучее стекло,
А камень! Первозданный камень,
Пузырясь, брызгая – кипел!
Тот камень, что лежал веками
И был как будто не у дел.

В. Сергин¹

Петрургия – процесс расплавления горных пород и последующей их отливки в нужные формы. Это весьма доступный и дешевый способ обработки камня с получением искусственного аналога, имеющего, как правило, улучшенные технические характеристики. Изделия из каменного литья успешно заменяют более дорогостоящую продукцию черной и цветной металлургии. Благодаря своим характеристикам они находят широкое применение в различных отраслях промышленности.

Первые опыты по получению синтетического силикатного кристаллического материала провел в начале XVIII в. Рене Антуан Реомюр (*Rene Antoine de Reaumur*). Переплавляя малощелочные стекла, он создал новый тип фарфора, получивший название «Реомюров фарфор», который еще долго производили наряду с настоящим на знаменитой мануфактуре в Севре.

Развитие капитализма в ряде стран привело к интенсивному росту черной и цветной металлургии и как следствие – появлению большого количества металлургических шлаков. Начинается их широкое вторичное использование для получения главным образом строительных материалов. Первый патент на производство литых изделий из металлургических шлаков получил в 1728 г. англичанин Д. Раунг (*D. Raung*). Позднее, в 1761 г., в Швеции литой шлаковый кирпич начинают применять при строительстве доменных печей. В Германии в это время из металлургического шлака производили более широкий ассортимент литых строительных деталей.

В России аналогичные работы начались на Урале. В 1726 г. на Лялинских металлургических заводах проводились эксперименты с отливкой из шлака хозяйственной посуды, позднее на Чусовском металлургическом заводе организовали выпуск дорожной брусчатки, а в 1869 г. в Нижнем Тагиле начали работы по созданию крупных камнелитых блоков из медных шлаков.

Конец XVIII – начало XIX в. ознаменовался первыми экспериментальными исследованиями по получению литых изделий из горных пород. В 1787 г. Фожа де Сен-Фон (*Faujas de St.-Fond*) впервые расплавил в заводской печи базальт и при быстром охлаждении расплава получил стекло. Позднее плавки базальта провели француз Д. Аризель (*D. Arizel*, 1777) и шотландец Джеймс Гулл (*James Gull*, 1798), который в 1801 г. определил условия получения из базальтового расплава кристаллических изделий. В 1804 г. термообработку камнелитых изделий из горных пород успешно проводил англичанин Грегори Уатт (*Gregory Watt*). Он поставил опыты такой плавки в более широких мас-

¹ Сергин В. В. Плавка камня в Кондопоге // Сергин В. В. Лесные сумерки. Петрозаводск: Карелия, 1981. С. 45.

штабах, наблюдая процессы не только плавления, но и остывания, которые вел в печи в течение нескольких суток. Ему удалось таким образом обнаружить кристаллизацию медленно остывающей породы. В итоге Уатт получил продукт со стекловидной структурой на поверхности, которая по мере углубления переходила в лучистую, а затем в зернистую до явно кристаллической ².

Как следует из краткой публикации в майском выпуске 1853 г. «Лё жени эн-дюстриэль» (*Le génie industriel*) ³, наиболее предприимчивым оказался инженер-строитель М. Адкок (*M. Adcock*). 24 апреля 1852 г. он оформил первый патент на технологию получения каменного литья из горных пород. По мнению редакции, этому изобретению суждено было получить широкое применение в промышленности, и в выпуске 1854 г. она поместила обширную статью Ад-кока ⁴. В том же году в российском «Горном журнале» вышел сокращенный перевод этой публикации ⁵. Впервые на русском языке было описано получение из плавленого базальта изделий, которые отливали в подогретых металлических формах с графитовой присыпкой с последующей термообработкой в специальных печах.

Во второй половине XIX в. центром экспериментальных работ в области каменного литья становится Франция. Плавками силикатных пород занимались Дебре (*Debreu*, 1861), Фукке и Леви (*Fukke et Levi*, 1878) ⁶.

Первые плавки базальта с промышленной целью в лабораторных условиях относятся к 1909 г. Инициатива принадлежит французскому ученому – доктору Риббу (*Ribbes*), который жил в богатой базальтом области Мориак в Оверни. Он после многих попыток разработал метод литья базальтовых лав для промышленного использования. Инженер Леон Дринн (*Leon Drinn*) в дополнение к этому продемонстрировал широкие возможности для применения плавленого базальта ⁷.

Для практического внедрения полученных достижений в 1913 г. была учреждена специальная компания «Компани женераль дю базальт» (*Compagnie générale du basalte*), которая начала строительство в Витри-сюр-Сен (*Vitry-sur-Seine*) под Парижем завода базальтового литья. В период Первой мировой войны оно было приостановлено, и лишь в 1921 г. фирма завершила прерванную стройку. Сырьем служил местный овернский базальт. Завод выпускал электроизоляторы, рифленые плиты для полов, строительные плиты, арматуру к трубам для химической промышленности и посуду. В те же годы во Франции был построен и второй камнелитейный завод. Приблизительно к тому же времени относится организация немецкой фирмы «Шмельцбазальт акциенгезельшафт» (*Schmelzbasalt Aktiengesellschaft*) в Линце-на-Рейне. Здесь в 1922 г. создано аналогичное производство, где сырьем служили местные

² См.: Флоренский П. А. Базальт // Техническая энциклопедия. М.: Советская энциклопедия, 1928. Т. 2. С. 84–85.

³ *Adcock, M.* Nouvelle matière fusible // *Le génie industriel*. 1853. Т. 5. Р. 239.

⁴ *Adcock, M. R.* Diverses applications des basaltes et d'autres produits analogues // *Le génie industriel*. 1854. Т. 8. Р. 37–40.

⁵ Изделия из базальта // Горный журнал, или собрание сведений о горном и соляном деле. 1854. Ч. 3. Кн. 8. С. 288–289.

⁶ См.: Флоренский. Базальт... С. 85.

⁷ См.: Там же. С. 86.



Рис. 1. Николай Михайлович Федоровский, 1929 г. Архив ВИМСа

базальты без подшихтовочных материалов. Впоследствии эти две фирмы слились в одну компанию «Лё базальт фондю» (*Le basalte fondu*). Подробно работа этих предприятий и в особенности технологических процессов освещены в статье Ф. Ю. Левинсон-Лессинга⁸, посетившего их в начале 1920-х гг.⁹

Такое использование базальтовых пород изменило, по мнению Н. М. Федоровского¹⁰, их хозяйственное значение, выдвинув их в качестве нового вида промышленного сырья, а каменное литье стало образцом нового применения неметаллических полезных ископаемых¹¹ (рис. 1).

Институт прикладной минералогии (образован в 1923 г.) (ИПМ, ныне Всероссийский научно-исследовательский институт минерального сырья им. Н. М. Федоровского (ВИМС) стал первым отечественным научно-исследовательским учреждением, начавшим работы в области петрургии. Его первый филиал был создан в 1924 г. в

Ленинграде и функционировал до 1927 г. под именем Горно-металлургической лаборатории. Она стала базой для исследований малоизученной области, а позднее была отделена от ИПМ и преобразована в Институт металлов. Именно там под руководством Левинсон-Лессинга (рис. 2) в 1925–1926 гг. были заложены основы *научной петрургии*. Уже первые опыты, проведенные

⁸ Франц Юльевич Левинсон-Лессинг (1861–1939) – геолог и петрограф, академик АН СССР (1925). В 1892–1902 гг. – профессор Юрьевского (ныне Тартуского) университета, в 1902–1930 гг. – Петербургского (Ленинградского) политехнического института, в котором организовал первую в России лабораторию экспериментальной петрографии. В 1925 г. создал Горнометаллургическую лабораторию при Институте прикладной минералогии, в 1933 г. – Экспериментальную лабораторию Петрографического института АН СССР. В 1925–1926 гг. заложил основы петрургии в СССР.

⁹ Левинсон-Лессинг Ф. Ю. Базальтовое литье // Минеральное сырье и его переработка. 1927. № 4. С. 290–294.

¹⁰ Николай Михайлович Федоровский (1886–1956) – выдающийся ученый-минералог, член-корреспондент АН СССР (1933). Один из основателей Московской горной академии (1918), организатор и директор (1923–1937) Всесоюзного научно-исследовательского института минерального сырья (ВИМС). Под его руководством этот институт стал крупным научным центром. В его филиалах (Ленинградском, Закавказском, Украинском, Армянском и др.) широко проводились исследования по каменному литью и внедрению результатов в производство.

¹¹ Федоровский Н. М. Наши достижения в области прикладной минералогии. М.; Л.: ОНТИ, 1935. С. 52.



*Рис. 2. Франц Юльевич Левинсон-Лессинг,
1925 г. Архив РАН*



*Рис. 3. Альберт Семенович Гинзберг,
1936 г. Архив СПбГУ*

А. С. Гинзбергом ¹², показали, что отечественные диабазы вполне пригодны для получения изделий из литого камня ¹³ (рис. 3).

Необходимо отметить, что становление экспериментальной петрографии, неразрывно сочетавшееся с развитием физико-химической петрографии, связано с именем Левинсон-Лессинга. Опыты плавления силикатов были начаты им еще в Юрьевском (ныне Тартуском) университете в последние годы XIX столетия. Если поначалу проводились лишь отдельные исследования, постановка которых представляла интерес для освещения той или иной проблемы в области генезиса изверженных пород, то позднее тематика экспериментальных работ в Горно-металлургической лаборатории, а впоследствии в лаборатории Политехнического института, приобретает систематический и планомерный характер.

¹² Альберт Семенович Гинзберг (1883–1963) – специалист в области петрографии, каменного литья, доктор геолого-минералогических наук (1934), профессор (1946), заслуженный деятель науки РСФСР (1943). С 1925 по 1934 г. в Ленинградском филиале ИПМ был заведующим секцией термических исследований минералов и пород, позднее заведующим лаборатории каменного литья. Его работы способствовали созданию в СССР петрургии, а его «Лекции по экспериментальной петрографии» (1938) являются первым в СССР печатным руководством по этому предмету.

¹³ Гинзберг А. С. О плавленном диабазе (предварительное сообщение) // Минеральное сырье и его переработка. 1926. № 10/11. С. 737–741.

Исследования по петруггии вновь широко развернулись после возрождения Ленинградского отделения ИПМ (1930) при поддержке Академии наук и ряда других научных учреждений. Проблема каменного литья была наиболее важной в работе отделения. В ее разработке были заинтересованы не менее 18 отраслей народного хозяйства. Эту задачу отделение стремилось разрешить в тесном сотрудничестве с местной промышленностью и поэтому в своих работах исходило не только из теоретических предпосылок, но и из запросов предприятий.

Началась пропаганда каменного литья различными способами. Появились публикации в печати (статьи В. В. Обручева в газетах «Ленинградская правда», «Техника» и «Известия ЦИК», в журналах «За руду и минералы», «Наука и техника» и «Новости техники») ¹⁴, ведущими специалистами (А. С. Гинзберг, А. Г. Елисеев, Е. В. Цехновицер) были прочитаны доклады в ряде организаций и предприятий Ленинграда, осуществлялось участие отделения в конкурсах на заменители, где оно предлагало изделия каменного литья, проводились расширенные заседания научно-технического совета при Экспериментальной лаборатории Петрографического института АН СССР, возглавлявшего Левинсон-Лессингом.

В своих исследованиях отделение давало ответы на запросы промышленности. Велась проработка актуальных масштабных тем, небольших заданий и экспертиз. В результате усилий коллектива проблема каменного литья в 1932 г. была рассмотрена в Леноблисполкоме и в ЛеноблРКИ (местное отделение Рабоче-крестьянской инспекции), которые обязали отделение создать печь, а управление Наркомата тяжелой промышленности оказать ему помощь и начать разработку проекта строительства в Ленинграде завода каменного литья. Печь была построена силами отделения, а завод так и остался на стадии проектирования.

Летом 1933 г. был решен вопрос об усилении научной работы по литью и о постройке при отделении большой опытной полузаводской установки. В финансировании проекта участвовали 29 ленинградских заводов, заинтересованных в применении изделий из литого камня. Созданная установка имела печи двух систем оригинальной конструкции – электропечь и пламенную, – что давало возможность вести опыты параллельно ¹⁵. Печи нужны были для двух этапов процесса получения каменнолитых изделий: для расплавления породы и для формирования у отлитых изделий кристаллической структуры.

Работы включали изучение различного сырья (онежских диабазов, сибирских траппов и др.) и получения из них изделий. Специалистами были разработаны кривые температуры отжига для разных структур получаемого сырья и установлен ряд констант, характеризующих диэлектрические, механические и другие свойства плавленных пород. Ими был изучен режим плавильной печи, условия формовки, отливки и т. д. ¹⁶

¹⁴ Обручев В. В. Библиография по каменному литью // Минеральное сырье. 1933. № 10. С. 76–78.

¹⁵ Осипов М. В. Отчет по теме № 33 «Получение изделий из литого камня», 1933 // Фонды ВИМСа. Инв. № 822.

¹⁶ Волярович М. П. Физико-химические исследования расплавов горных пород (вязкость, упругость, кристаллизация) // Труды Второго совещания по экспериментальной минералогии и петрографии / Ред. Д. С. Белянкин. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1937. С. 109–117; Федоровский Н. М. Экономическая минералогия. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1936. Вып. 1. Армянская ССР. С. 26–32.

Возглавил отделение с 1930 г. В. В. Обручев¹⁷, старший сын академика В. А. Обручева (рис. 4). Он обобщил данные о возможности применения литых изделий в различных отраслях промышленности и подготовил первую библиографию по этой теме¹⁸. Под его руководством успешно велись работы с использованием лабораторно-полузаводской установки, созданной сотрудниками отделения для опытных плавов (рис. 5). Путем осуществления плавки при различных режимах были получены хорошие результаты при использовании смеси горных пород и различных добавок для получения высококачественных изделий¹⁹. Ассортимент продукции постоянно расширялся. Проведенные испытания на истирание, сжатие, растяжение показали высокую износостойкость получаемого материала²⁰. Основные области применения изделий включали строительную, химическую и электротехническую промышленность²¹ (рис. 6).



Рис. 4. Владимир Владимирович Обручев, 1930-е гг. Архив семьи Обручевых

В те же годы в Москве на опытной установке завода «Изолятор» П. А. Флоренским²² и сотрудниками его лаборатории испытания электротехнических материалов исследовалась возможность применения продуктов каменного

¹⁷ Владимир Владимирович Обручев (1888–1966) – географ, геолог. Кандидат геолого-минералогических наук. Участвовал в экспедициях В. А. Обручева в Джунгарии (1905), В. В. Сапожникова – в Монгольском (1908–1909) и Русском (1911) Алтае. Специалист в области экономики минерального сырья. Работал в Ленинградском отделении ИПМ, где занимался вопросами каменного литья.

¹⁸ Обручев. Библиография по каменному литью... С. 76–78.

¹⁹ Гинзберг А. С., Осипов М. В., Семенов Ф. Г. Отчет о работе по теме «Получение кристаллических изделий из плавленных горных пород без отжига», 1934 // Фонды ВИМСа. Инв. № 549; Гинзберг А. С., Осипов М. В., Семенов Ф. Г. Кристаллизация литых изделий без отжига // Труды Второго совещания... С. 187–220.

²⁰ Гинзберг А. С., Семенов Ф. Г. Изучение физико-технических свойств литого камня // Минеральное сырье. 1936. № 3. С. 19–29.

²¹ Осипов М. В., Гинзберг А. С. Отчет по теме «Изыскание новых областей применения каменного литья», 1933 // Фонды ВИМСа. Инв. № 920Д.

²² Павел Александрович Флоренский (1882–1937) – выпускник Московского университета (1904) и Московской духовной академии (1914). С 1920 г. работал в различных государственных учреждениях. С 1921 г. – в Главэнерго ВСНХ РСФСР. Проводит экспериментальные работы в Государственном экспериментальном электротехническом институте (ГЭЭИ), где стал заведующим лабораторией испытания материалов (1924). С 1927 г. – один из редакторов «Технической энциклопедии», опубликовал в ней около 150 статей. С 1928 г. неоднократно подвергался аресту. Репрессирован в 1937 г., реабилитирован в 1958 г.

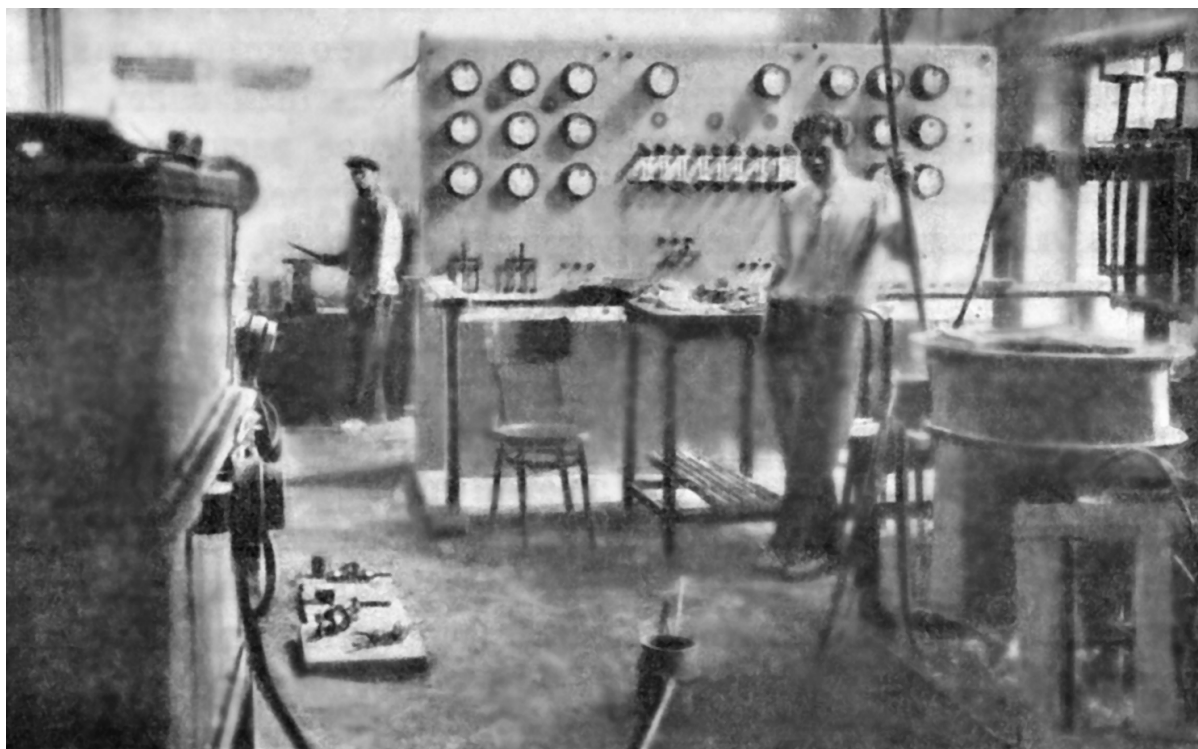


Рис. 5. Литейная мастерская ленинградского отделения ИПМ в 1930-е гг.
(Гинзберг. Лекции по экспериментальной петрографии... С. 127)

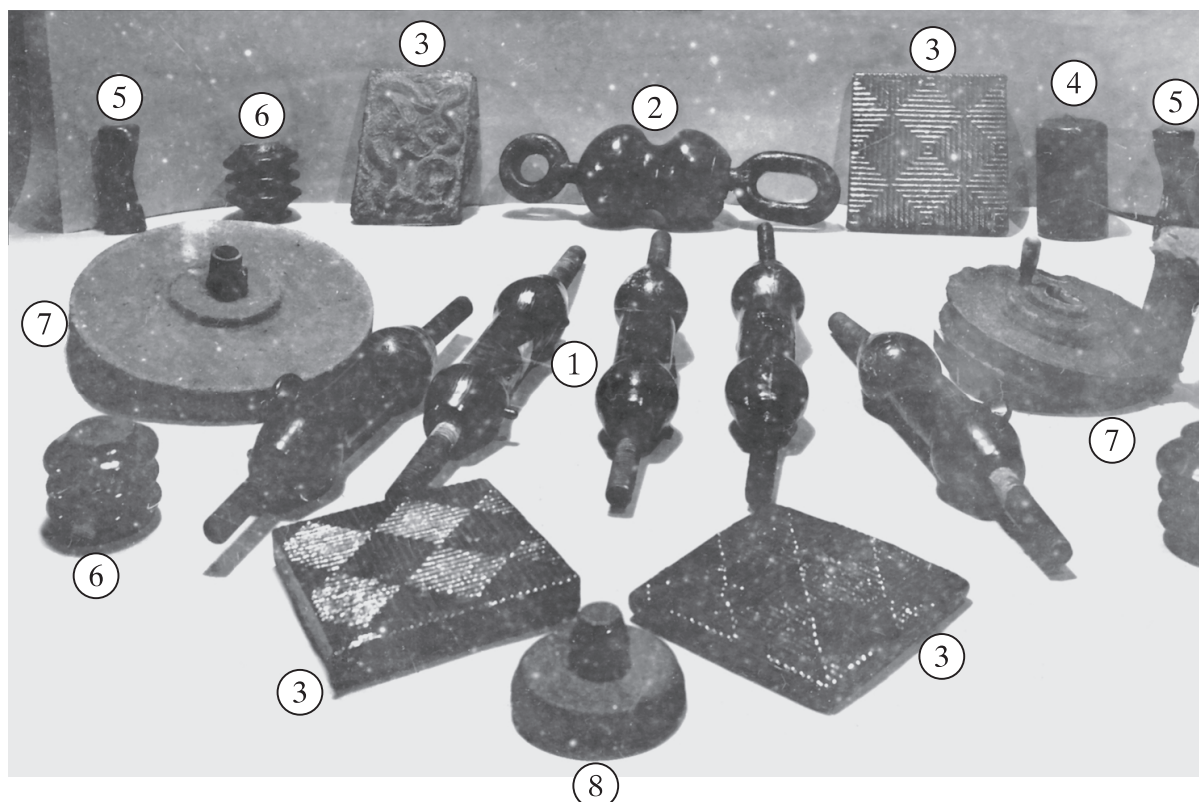


Рис. 6. Изделия из диабаза, отлитые в металлические (1–6) и песчаные (7, 8) формы ленинградским отделением ИПМ. 1 – штанги для масляных разъединителей, 2 – натяжной изолятор для электрических железных дорог, 3 – облицовочные плитки с рифленой поверхностью, 4 – гирьки для часов, 5 – образец для испытания на разрыв, 6 – электрический изолятор, 7 – направляющий блок для расточного станка, 8 – пресс для бумаг
(Осипов, Гинзберг. Изыскание новых областей... С. 18)

литься в электротехнике. Лаборатория, организованная при Государственном экспериментальном электротехническом институте (ГЭЭИ), была детищем Павла Александровича (рис. 7). Популярность ее непрерывно возрастала. С 1925 по 1930 г. она превратилась в крупный отдел материаловедения одного из ведущих НИИ страны. В ней были изготовлены и испытаны различные диэлектрики, в частности, плавленный базальт, для чего еще летом 1926 г. ГЭЭИ командировал Флоренского и В. М. Гиацинтова на Кавказ для осмотра месторождений этого минерала и получения его образцов²³. Совместная с Гинзбергом работа этого времени на основе новых материалов представляла наиболее полное описание практического использования продуктов, полученных при плавлении базальтов, и теоретические выводы исследований²⁴.



Рис. 7. Павел Александрович Флоренский в лаборатории ГЭЭИ, декабрь 1929 г. Архив музея-квартиры отца Павла Флоренского

На том же заводе в 1929–1930 гг. Я. О. Борухин и П. В. Оленин продолжили работу по изучению в качестве петрургического сырья диабазов, базальтов, металлургических шлаков и золы горючих сланцев. Плавки осуществляли в качающейся мартеновской печи производительностью 50 кг за одну плавку. Из расплава в металлических кокилях отливали электроизоляторы²⁵.

По данным Федоровского²⁶, работы ИПМ и его отделений в области плавного камня заключались, с одной стороны, в изучении сырья, с другой, – в уточнении параметров процессов плавки, отлива и кристаллизации и, с третьей, – в исследовании физических свойств и технологических качеств готовых отливок. По его мнению, несмотря на то что технологический процесс производства плавных изделий принципиально был разработан, теоретически и практически он был освещен далеко не полностью из-за огромного количества факторов, обуславливающих результаты плавки. Каждое сырье имеет свои особенности, влияющие на все стадии технологического процесса. Поэтому вопрос подбора сырья играет здесь колоссальную роль. Федоровский считал, что не меньшее значение имеет изучение условий плавки (конструкции печей, рода тепловой энергии, времени плавки, температурного режима, характера шихты и т. д.). Условия формовки и отлива, особенно с учетом требований к производству крупных изделий, нуждаются в детальных исследованиях.

²³ Раевский С. П. Пять веков Раевских. М.: Вагриус, 2005. С. 300–301..

²⁴ Гинзберг А. С., Флоренский П. А. Плавленный базальт // Нерудные ископаемые / Ред. И. И. Гинзбург. Л.: Изд-во АН СССР, 1929. Т. 4. Дополнения. С. 125–140.

²⁵ Литовский И. Е., Дорофеев В. А. Основы петрургии. М.: Металлургия, 1972. С. 12.

²⁶ Федоровский. Наши достижения... С. 53.



Рис. 8. Владимир Васильевич Аршинов,
1939 г. Архив ВИМСа

Важнейшим моментом представляется изучение условий охлаждения и исследование технических качеств уже готовых изделий. Институт и его отделения вели работы не только в лабораторных условиях, но и на опытных полужавовских установках. Проводились опытные плавки диабазов в песчаных формах²⁷, изучались возможности применения шахтных печей, что позволяло снизить себестоимость продукции за счет отказа от использования электроэнергии²⁸.

В 1920–1930-е гг. сотрудниками ИПМ было изучено сырье целого ряда месторождений базальта и диабазов (в Ленинградской области, Сибири, Армении, на Урале, Украине, в Поволжье), что свидетельствует о наличии сырьевых баз с практически неисчерпаемыми запасами. Были проведены испытания пробных изделий из разного сырья на электростойкость, кислотоупорность, термическую и механическую стойкость, морозоустойчивость, химические свойства и т. д. Изучены явления, связанные с освобождением отлитых изделий из форм, вопросы их деформации при остывании и т. д. Много испы-

таний велось по исследованию температуры, вязкости и кристаллизационной способности расплава и пр. Получен обширный и чрезвычайно интересный экспериментальный материал.

Результаты работ публиковались в отчетах, научных статьях и в периодической печати. Заметный вклад в распространение новой научно-технической информации внесла газета «Техника» (1931–1937), где регулярно печатались статьи ученых и специалистов в области петрологии (В. В. Аршинова²⁹ (рис. 8),

²⁷ Ротиняц Л. А. Опыт литья и отжига базальта в песчаных формах // Минеральное сырье. 1936. № 1. С. 12–17.

²⁸ Берман С. С. Плавка горных пород в шахтных печах // Минеральное сырье. 1935. № 10. С. 53–58.

²⁹ Владимир Васильевич Аршинов (1879–1955) – минералог, доктор геолого-минералогических наук (1936), профессор (1945), заслуженный деятель науки РСФСР (1951). Учредитель (вместе с отцом В. Ф. Аршиновым) первого в России частного научно-исследовательского учреждения *Lithogaea*. Организатор научных работ в области петрографии и кристаллооптики. Принимал участие в разработке технологии производства литого пироксенита-диопсидита, проводившейся в 1930-е в ВИМСе. Активно пропагандировал новые синтетические материалы на основе литого камня и металла – ситаллы. Инициатор работ по созданию белого литого камня с использованием в качестве сырья магнезиальных горных пород.

А. С. Гинзберга, В. В. Обручева, В. И. Павлова и др.). Она поднимала широкий круг проблем и не только пропагандировала передовой опыт, но и вела дискуссии, выступала с критикой недостатков³⁰.

ИПМ развернул работы по организации каменного литья в своих филиалах. Помимо Ленинградского, они проводились в Закавказском (Тбилиси), Армянском (Ереван), Уральском (Свердловск) и Украинском (Киев) отделениях. Осуществлялись как апробация перспективных проявлений сырья (базальты, долериты, андезиты, пироксениты и др.), так и систематическое изучение условий обжига и кристаллизации плавленных изделий, делались первые шаги по использованию в качестве сырья осадочных пород³¹.

Большая работа в эти годы проводилась для выяснения возможностей каменного литья с применением различных шлаков. Интенсивное развитие черной и цветной металлургии привело к резкому возрастанию их объемов.

Несмотря на то что первый патент на способ применения металлургических шлаков для изготовления искусственного камня был выдан более 100 лет назад (патент Джона Пейна (*John Payne*) в 1888 г.), вопрос об их использовании в качестве одной из составляющих частей бетона был к началу XX в. мало освоен. Только в 1913–1914 гг. появляются первые заводы шлакопортландцемента, но зато уже к 1928 г. 57 % всех доменных шлаков используется для производства цемента и искусственных камней. К этому времени проблема использования доменного шлака была разрешена³².

В начале 1930-х гг. П. И. Баженовым было предложено поставить опыты по использованию мартеновских и ваграночных шлаков как сырья для каменного литья. Работа по использованию такого рода шлаков проводится в Ленинградском отделении ИПМ. Основным доводом в пользу проведения экспериментальных отливок из них являлось то обстоятельство, что утилизация шлаков вызовет значительное снижение себестоимости металла.

Для экспериментальной части работы непосредственно с ленинградских заводов было получено пять образцов ваграночного и мартеновского шлаков. Все исследования со шлаками производились с предварительным выделением металлического железа путем магнитной сепарации. Было установлено, что плавку шлаков нельзя производить в молотом виде, только в раздробленном, что и учитывалось при последующих плавках. Также было обнаружено, что использовать чистые мартеновские шлаки для каменного литья невозможно, но шихта, составленная из 50 % ваграночных шлаков и 50 % мартеновских шлаков, дает легкоподвижный расплав, хорошо выполняющий формы. Плавленные комбинированные шлаки могут быть применены во всех случаях, где требуется большая механическая прочность и большое сопротивление истиранию³³.

³⁰ Обручев. Библиография по каменному литью... С. 77–78.

³¹ Коровниченко Г. М. Каменное литье из осадочных горных пород // Минеральное сырье. 1934. № 5. С. 28–30.

³² Баженов П. И., Александровский В. А. Использование мартеновских и ваграночных шлаков для каменного литья // Минеральное сырье. 1933. № 10. С. 14.

³³ Там же. С. 21.

В начале 1930-х гг. выходит ряд постановлений Наркомата тяжелой промышленности об ускоренном развитии и внедрении каменного литья для использования в народном хозяйстве. На ИПМ возложено координирование и руководство всей научно-исследовательской работой по плавке и применению базальта и диабазов.

На базе выполненных комплексных исследований в 1933 г. в Москве был пущен в эксплуатацию первый в стране камнелитейный завод, позднее реорганизованный в опытный завод стеклокристаллических материалов и каменного литья при Институте стекла. Как отмечал Федоровский, в первое время был очень высок процент брака, ограничен ассортимент изделий – лишь мелкие отливки. Причина этого временного явления заключалась в том, что завод работал не в контакте с ИПМ, надеясь освоить сложное и совершенно новое производство эмпирическим путем, минуя помощь и практику научно-исследовательских организаций ³⁴.

Последующее успешное применение в народном хозяйстве камнелитейных изделий завода послужило основанием для дальнейшего развития камнелитейного производства. В его цехах производили футеровочные плиты различных размеров, патрубки, желоба, детали гидроциклонов и многое др.

Достигнутые успехи в области каменного литья были рассмотрены на расширенном заседании научно-технического совета ИПМ 5 октября 1934 г. Выступление ведущих специалистов подвело итог начального этапа работ и наметило пути дальнейших научных и производственных исследований.

Теоретические основы петрургии продолжали разрабатываться с 1933 г. в Экспериментальной лаборатории Петрографического института АН СССР, а позднее – в лаборатории при кафедре петрографии в Ленинградском государственном университете ³⁵. Руководили этими исследованиями Левинсон-Лессинг и Гинзберг. Сохранилась фотография встречи коллег на кафедре (рис. 9).

В 1934 г. при Ленинградском горном институте создается экспериментальная и учебная база под руководством Гинзберга. Он подготовил первый курс лекций, изданный в 1938 г. и впоследствии неоднократно переиздававшийся. В 1941 г. институтом была выпущена первая группа инженеров-петрургов ³⁶.

Практически 1920–1930-е гг. стали временем закладки теоретических основ петрургии и практической реализации многих уникальных разработок как в лабораторных, так и в заводских условиях. Федоровский отмечал:

Потенциальные возможности плавленного базальта настолько неисчерпаемы, что опасаться за судьбу его не приходится. Все дело заключается в умении на базе научных исследований опытным путем доказать потребителям его преимущества, установленные уже частично нашей и зарубежной практикой ³⁷.

³⁴ Федоровский. Экономическая минералогия... С. 31.

³⁵ Гинзберг А. С. К вопросу об оценке сырья для камнелитейной промышленности // Труды Петрографического института АН СССР. Л., 1934. Вып. 6. С. 415–424.

³⁶ Гинзберг А. С. Лекции по экспериментальной петрографии: учебное пособие. Л.: Изд-во ЛГУ, 1938.

³⁷ Федоровский. Экономическая минералогия... С. 32.



Рис. 9. Коллеги в кабинете кафедры петрографии Ленинградского университета. Слева направо: Ф. Ю. Левинсон-Лессинг, А. С. Гинзберг, Н. М. Федоровский, С. А. Аржекаев, 1934 г.

Второе совещание по экспериментальной минералогии и петрографии, проведенное 7–10 мая 1936 г. в АН СССР, подвело промежуточный итог теоретическим исследованиям, затрагивающим вопросы, связанные с каменным литьем, и определило направления последующих работ. Большая часть сообщений осветила достижения в области технической петрографии. Многими специалистами отмечалась их практическая значимость³⁸.

Великая Отечественная война прервала теоретические исследования, и была практически приостановлена работа камнелитейного производства. В середине 1940-х гг. в СССР действуют всего два небольших завода – в Москве и Ереване. Первый из них производил кислотоупорные плитки путем переплавления основных изверженных пород (диабазы, базальта и горнблендита), второй выпускал огнеупорные изделия из литого муллита.

По мнению Л. В. Зверева³⁹ (рис. 10), это было связано с использованием ограниченного ассортимента горных пород, главным образом изверженных.

³⁸ См.: Труды Второго совещания...

³⁹ Лев Васильевич Зверев (1909–1983) – технолог, доктор технических наук (1966), профессор (1968). В ВИМСе работал с 1931 г. научным сотрудником, руководителем химико-технологической лаборатории. Основная область исследований – металлургия полиметаллических руд и химическая технология переработки различного минерального сырья. Главным в теоретических разработках были исследования вязкости титанистых шлаков, технология производства белого каменного литья, технологическая типизация руд при разведке редкометалльных месторождений.



Рис. 10. Лев Васильевич Зверев, 1950-е гг.
Архив ВИМСа

Он считал, что получаемые изделия, в которых использовались природные свойства соответствующих материалов (электроизоляционные, кислотоупорные, сопротивление износу и др.), ограничивают сферу его применения, в первую очередь – в качестве строительного материала для облицовки зданий. Получаемые изделия, как правило, имели черную или темно-серую окраску различных оттенков.

Родилась идея использовать в качестве сырья для производства каменного литья смеси различных горных пород, включая осадочные и метаморфические. Это позволяло в широких пределах изменять химический состав расплава, а следовательно, синтезировать камни разнообразного минералогического состава и структуры. Опыт работ в этом направлении был незначителен.

Первые экспериментальные работы с применением новых добавок в шихту были проведены в лаборатории строительного камня и отделочных работ научно-исследовательского института строительной техники под руководством А. А. Мамуровского⁴⁰ (рис. 11).

В 1945 г. после оценки, проведенной специалистами ВИМСа, часть производства Московского камнелитейного производства была успешно переведена на местное сырье. До этого последовательно использовали онежский диабаз, ровненский базальт, уральский горнблэндит, что за счет дальних перевозок увеличивало стоимость продукции. Работами термической лаборатории ВИМСа, возглавляемой Зверевым, и при участии его аспиранта Г. А. Рашина в 1944 г. была доказана возможность использования для литья любых горных пород. Это позволяло варьировать состав расплава шихты в широких пределах с получением высококачественной продукции⁴¹.

⁴⁰ Александр Антонович Мамуровский (1893–1961) – минералог, петрограф, кандидат геолого-минералогических и экономических наук, член-корреспондент Академии архитектуры СССР. Заместитель директора ИПМ, заведующий лабораторией декоративного и строительного камня. Основал и возглавил лабораторию строительного камня и отделочных работ НИИСТ Академии архитектуры СССР, где проводились исследования по созданию искусственных облицовочных материалов (1942–1955).

⁴¹ Зверев Л. В. Отчет по теме «Разработка технологии получения светлых литых камней», 1944 // Фонды ВИМСа. Инв. № 2044.

Одной из наиболее перспективных новых областей применения литых камней в те годы становилась строительная промышленность. В ней искусственный камень мог найти применение в качестве декоративного облицовочного материала. Химическая стойкость и плотность, свойственные всем литым камням, дает им исключительную сопротивляемость атмосферным и климатическим воздействиям. Кроме того, этот материал может обладать и необходимыми декоративными качествами.

Широкий разворот восстановительных работ в городах и возрождение проектов строительства сталинских высоток предопределили создание производства светлокаменного литья. Лаборатория Зверева получает заказ от проектной мастерской Дворца Советов⁴² на разработку технологии получения белых литых камней. Получение такого материала было обусловлено дефицитом светлых отделочных материалов и редкостью в природе белого естественного камня, обладающего необходимой стойкостью. Экспериментальным путем было получено синтетическое светлокаменное литье диопсидового состава.

Начавшиеся в 1944 г. исследования не сразу дали положительные результаты. Идею производства белого литого камня с использованием в качестве сырья магнезиальных горных пород выдвинул В. В. Аршинов, по предложению которого продолжились исследования в этой области. Позднее на это изобретение было получено авторское свидетельство⁴³.

В то же время разработка технологии производства архитектурных и строительных деталей из литых камней была начата в НИИ Наркомата путей сообщения. Предполагалось использовать лабораторные исследования ВИМСа для ускорения создания базы, позволяющей обеспечить отделочные работы при возведении мостов, тоннелей, станционных строений и др. Полученные данные помогли быстрому началу полужаводских работ.

В результате лабораторных опытов было установлено, что наилучшее соответствие всем требованиям к искомому материалу обнаруживает сплав,



Рис. 11. Александр Антонович Мамуровский, 1930-е гг. Архив ВИМСа

⁴² Дворец Советов – неосуществленный строительный проект в Москве, работа над которым велась в 1930-е гг. (в том числе строительство до 1941 г.) и в 1950-е гг. Должен был стать девятой, центральной и главной, московской сталинской доминантой, кульминацией всего высотного строительства СССР и самым высоким зданием мира.

⁴³ Аршинов В. В., Зверев Л. В., Рашин Г. А. Способ получения литых камней. Заявлено 10 декабря 1945 г. за № 337342452 в Народный комиссариат промышленности строительных материалов // Описание изобретения к авторскому свидетельству № 67356. Класс 80b, 8/20.

по составу близкий к тройной эвтектике диопсид – волластонит – тридимит. Шихта, обеспечивающая выбранный химический состав расплава, составлялась из доломита, кварцевого песка и известняка (или мела), т. е. из дешевых местных легкодоступных сырых материалов. По внешнему виду литые камни, получаемые из такой шихты, имели чистый белый цвет и обладали плотной и однородной мелкокристаллической структурой, которая определялась типом кристаллизации ведущей минеральной фазы – диопсида⁴⁴. При любом способе обработки – шлифовке, полировке и т. д. – их поверхность оставалась белой, подобно поверхности фарфора. Однако из-за однообразия поверхности они имели «мертвый» вид. Это невыгодно отличало их от природных камней, применяемых в качестве декоративного облицовочного материала. Такой недостаток имеет существенное значение при использовании материала для внешней облицовки фасада, особенно верхних этажей, для чего он и предназначался.

Следующий этап работ (1946) предполагал установление возможности получения литых камней, имеющих более «живой» вид, близких по декоративным качествам к природным – мраморам, гранитам, кварцитам. Поставленная задача могла быть решена либо получением литого камня, обладающего настолько крупной кристаллической структурой, что при полировке она станет видна невооруженным глазом, либо получением неоднородного по окраске камня путем отливки его с помощью двух расплавов.

Были проведены предварительные лабораторные опыты по получению цветного каменного литья на базе той же шихты с добавками в нее различных красящих окислов (пиролюзит, окись хрома, окись титана, окись меди и др.). В результате была установлена принципиальная возможность получения литого камня, окрашенного в различные цвета.

Наиболее декоративной оказалась гамма зеленых оттенков. Было установлено, что технологии окраски стекла и искусственного камня совершенно различны. Приходилось идти непроторенной дорогой, и каждый новый лабораторный опыт был небольшим открытием. От описанных лабораторных исследований до освоения промышленного производства лежал большой и трудный путь⁴⁵.

Над разработкой промышленной технологии производства этого материала в течение ряда лет работал коллектив сотрудников Управления строительства Дворца Советов под руководством инженеров В. В. Чернышева и А. Я. Либмана. Исследования этого коллектива значительно продвинули вперед не только практическую, но и теоретическую сторону проблемы в целом, в результате чего было освоено производство архитектурных деталей из светлого литого камня, которые использовались при облицовке нового здания Московского университета⁴⁶.

⁴⁴ Зверев Л. В., Рашин Г. А. Белый литой камень // Исследования по прикладной химии. Сб. научно-исследовательских работ, посвященный памяти академика Э. В. Брицке. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1955. С. 270–282.

⁴⁵ Там же. С. 281.

⁴⁶ Балашов С. И. Каменное литье как материал для наружной облицовки // Наружная облицовка высотных зданий. Материалы совещания 27–30 мая 1949 года. М.: Изд-во Академии архитектуры СССР, 1950. С. 36–37.

По воспоминаниям начальника строительства МГУ А. Н. Комаровского⁴⁷, детали из белого литого камня отлично зарекомендовали себя. Внешне они ничем не отличались от высококачественного известняка. Изготавливались эти детали в мастерских строительства и служили как для сооружения монументальных скульптур, так и для облицовки главного корпуса в качестве переходных элементов от гранитного цоколя к керамической облицовке.

Изготовление крупных скульптур из железобетонных оболочек и металлического каркаса, облицованных литым белым камнем, представляло пионерский технический проект из-за новизны как материала, так и методов изготовления. Комаровский подробно описал весь процесс изготовления и установки скульптур в своей книге⁴⁸.

В главном корпусе МГУ на ризолитах (выше 100 м от земли) установлены четыре такие скульптуры – фигуры двух молодых рабочих с молотами и двух колхозниц с серпами и снопами (автор – скульптор М. Ф. Бабурин). Высота их соответственно 7,6 и 9 м. В качестве облицовки применялись фасонные плитки из белого литого камня, изготавливавшиеся в мастерских управления отделочных работ. Для скульптур потребовалось одиннадцать типов таких плиток. Головы скульптур собирались и бетонировались отдельно в теплом помещении (на 28-м этаже здания) и затем устанавливались на место с помощью крана. Окончательная отделка скульптур производилась в теплое время и заключалась в очистке, заделке швов, вставке на растворе белого цемента отдельных плиток и т. д.

Таким образом, у истоков отечественной петрургии стояла целая плеяда выдающихся ученых и инженерно-технических специалистов – теоретиков и практиков. Большинство из них работало в Институте прикладной минералогии (ныне ВИМС) и в его филиалах. Они заложили основы каменного литья, позволившие широко развернуть работы в этом направлении в 1960–1970-е гг. XX в. Возрождение петрургии в наши дни происходит благодаря энтузиастам своего дела, продолжателями выдающихся предшественников, которые внедряют их пионерские разработки в практику современных работ.

References

- Adcock, M. R. (1853) Nouvelle matière fusible, *Le génie industriel*, Vol. 5, p. 239.
- Adcock, M. R. (1854) Diverses applications des basaltes et d'autres produits analogues, *Le génie industriel*, vol. 8, pp. 37–40.
- Balashov, S. I. (1950) Kamennoe lit'e kak material dlia naruzhnoi oblitsovki [Stone Cast as a Material for Exterior Cladding], in: *Naruzhnaia oblitsovka vysotnykh zdaniy [External Facing of High-Rise Buildings]*. Moskva: Izdatel'stvo AN SSSR, pp. 36–37.
- Bazhenov, P. I. and Aleksandrovskii, V. A. (1933) Ispolzovanie martenovskikh i vagranochnykh shlakov dlia kamennogo lit'ia [The Use of Open-Hearth and Gas Cupola Slags for Stone Casting], *Mineral'noe syr'e*, no. 10, pp. 14–22.
- Berman, S. S. (1935) Plavka gornykh porod v shakhtnykh pechakh [Melting of Rocks in Shaft Furnaces], *Mineral'noe syr'e*, no. 10, pp. 53–58.

⁴⁷ Комаровский А. Н. Записки строителя. М.: Военное издательство министерства обороны СССР, 1972. С. 196.

⁴⁸ Там же. С. 258–260.

- Fedorovskii, N. M. (1935) *Nashi dostizheniia v oblasti prikladnoi mineralogii* [Our Achievements in the Field of Applied Mineralogy]. Moskva and Leningrad: ONTI.
- Fedorovskii, N. M. (1936) *Ekonomicheskaiia mineralogiia* [Economic Mineralogy]. Moskva and Leningrad: Izdatel'stvo AN SSSR, vol. 1 (Armianskaia SSR), pp. 26–32.
- Florenskii, P. A. (1928) Bazalt [Basalt], in: *Tekhnicheskaiia entsiklopediia* [Technical Encyclopedia]. Moskva: Sovetskaia entsiklopediia, vol. 2, pp. 84–86.
- Ginzberg, A. S. (1926) O plavlenom diabaze (predvaritelnoe soobschenie) [Melting Diabase (preliminary report)], *Mineralnoe syr'e i ego pererabotka*, no. 10/11, pp. 737–741.
- Ginzberg, A. S. (1934) K voprosu ob otsenke syr'ia dlia kamneliteinoi promyshlennosti [The Evaluation of Raw Materials for the Stone Casting Industry], in: *Trudy Petrograficheskogo instituta AN SSSR*, vol. 6, pp. 415–424.
- Ginzberg, A. S. (1938) *Leksii po eksperimental'noi petrografii: uchebnoe posobie* [Lectures on Experimental Petrography. A Textbook]. Leningrad: Izdatel'stvo LGU.
- Ginzberg, A. S. and Florenskii, P. A. (1929) Plavlenyi bazalt [Fused Basalt], in: Ginzburg, I. I. (ed.) *Nerudnye iskopaemye* [Nonmetallic Minerals]. Leningrad: Izdatel'stvo AN SSSR, vol. 4, pp. 125–140.
- Ginzberg, A. S. and Semenov, F. G. (1936) Izuchenie fiziko-tekhnicheskikh svoistv litogo kamnia [The Study of Physical and Technical Properties of Cast Stone], *Mineral'noe syr'e*, no. 3, pp. 19–29.
- Ginzberg, A. S., Osipov, M. V. and Semenov F. G. (1937) Kristallizatsiia litykh izdelii bez otzhiga [Crystallization of Cast Products Without Annealing], in: Beliankin, D. S. (ed.) *Trudy Vtorogo soveshchaniia po eksperimental'noi mineralogii i petrografii* [Proceedings of the Second Meeting on Experimental Mineralogy and Petrology]. Moskva and Leningrad: Izdatel'stvo AN SSSR, pp. 187–220.
- Izdeliia iz bazalta [Products out of Basalt] (1854), *Gornyi zhurnal, ili sobranie svedenii o gornom i solianom dele*, part 3, no. 8, pp. 288–289.
- Komarovskii, A. N. (1972) *Zapiski stroitelia* [Notes of a Builder]. Moskva: Voennoe izdatel'stvo ministerstva oborony SSSR.
- Korovnichenko, G. M. (1934) Kamennoe lit'e iz osadochnykh gornykh porod [Stone Casting out of Sedimentary Rocks], *Mineral'noe syr'e*, no. 5, pp. 28–30.
- Levinson-Lessing, F. Yu. (1927) Bazaltovoe lit'e [Basalt Casting], *Mineral'noe syr'e i ego pererabotka*, no. 4, pp. 290–294.
- Lipovskii, I. E. and Dorofeev, V. A. (1972) *Osnovy petrurgii* [Foundations of Stone Casting]. Moskva: Metallurgiiia.
- Obruchev, V. V. (1933) Bibliografiia po kamennomu lit'iu [Bibliography on Stone Casting], *Mineral'noe syr'e*, no. 10, pp. 76–78.
- Raevskii, S. P. (2005) Piat' vekov Raevskikh [Five Centuries of the Rayevskys]. Moskva: Vagrius.
- Rotinants, L. A. (1936) Opyt lit'ia i otzhiga bazalta v peshchanykh formakh [Casting and Annealing of Basalt in Sand Molds], *Mineral'noe syr'e*, no. 1, pp. 12–17.
- Sergin, V. V. (1981) Plavka kamnia v Kondopoge [Melting of Stone in Kondopoga], in: Sergin, V. V. *Lesnye sumerki* [The Forest Twilight]. Petrozavodsk: Karelia, p. 45.
- Volarovich, M. P. (1937) Fiziko-khimicheskie issledovaniia rasplavov gornykh porod (viazkost', uprugost', kristallizatsiia) [Physico-Chemical Studies of Rock Melts (Viscosity, Elasticity, Crystallization)], in: Beliankin, D. S. (ed.), *Trudy Vtorogo soveshchaniia po eksperimentalnoi mineralogii i petrografii* [Proceedings of the Second Meeting on Experimental Mineralogy and Petrology]. Moskva and Leningrad: Izdatel'stvo AN SSSR, pp. 109–117.
- Zverev, L. V. and Rashin, G. A. (1955) Belyi litoi kamen' [White Cast Stone], in: *Issledovaniia po prikladnoi khimii. Sb. nauchno-issledovatel'skikh rabot, posviashchennykh pamiati akademika E. V. Britske* [Research in Applied Chemistry. The Collection of Research Works to the Memory of Academician E. V. Britske]. Moskva and Leningrad: Izdatel'stvo AN SSSR, pp. 270–282.