СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

УДК 691.32

DOI: 10.34708/GSTOU.2021.67.41.005

ПЕРСПЕКТИВЫ РАСШИРЕНИЯ СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ ПРОИЗВОДСТВА СОВРЕМЕННЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОМПОЗИТОВ

© А. Х. Аласханов

ГГНТУ им. акад. М. Д. Миллионщикова, Грозный, Россия

В работе приводятся возможности расширения сырьевой базы для получения качественных и прочных строительных композитов. Приводится понятие о ресурсном цикле, основанном на природном круговороте веществ (ПКВ) и обеспечивающем безотходный замкнутый цикл производства композитов. Обозначена актуальность и перспективность перехода на энерго- и ресурсосберегающие технологии безотходного производства.

Ключевые слова: зеленые композиты, ресурсосбережение, технология, вторичное сырье, ресурсный цикл, круговорот веществ.

Современные экологические вызовы и новые подходы устойчивого экономического развития в мире диктуют разработку и внедрение в строительное производство энерго- и ресурсосберегающих технологий производства материалов нового поколения (в том числе и так называемые зеленые композиты), основанные на комплексном (безотходном) использовании для их получения техногенного сырья. В первую очередь, большой интерес в плане утилизации представляют цементная промышленность и производство несущих и ненесущих строительных конструкций из сборного и монолитного бетона и железобетона, для чего отечественными и зарубежными учеными разработаны многочисленные способы и приемы по оптимизации составов и повышению эффективности использования техногенного сырья [1, 2]. Основное место среди них занимают такие технологические приемы, как разработка композиционных вяжущих с наполнителем из техногенного сырья, и по-

лучение на их основе многокомпонентных бетонов и строительных растворов различного назначения [3, 4]. Однако нормативно-техническая документация и полноценное решение задачи утилизации отходов разборки зданий и сооружений с получением вторичных сырьевых материалов для производства зеленых композитов, с учетом особенностей каждого составляющего компонента такого сырья, в практике строительного материаловедения отсутствуют.

В связи с выше обозначенным, в рамках настоящей статьи проведен анализ природной и техногенной сырьевой базы производства строительных материалов страны и изучен зарубежный опыт утилизации вторичного сырья для получения бетонных композитов.

Природные каменные горные породы – основная сырьевая база для промышленности строительных материалов (вяжущие вещества, заполнители для бетонов, стеновые изделия и т. д.).

В состав промышленности строительных материалов страны входят двадцать пять видов производств и около девяти с половиной тысяч производственных структур, включая более двух тысяч крупных и средних заводов, с количеством 680 тысяч человек работающих в них. Однако необходимо отметить, что из этого объема на малые предприятия приходится около семи процентов от общего производства [5]. При этом годовое увеличение производства основных строительных материалов за последние годы составляет около 30%. Так, из различных источников известно, что в XX веке в одной только России было произведено более 23 млрд. тонн бетона [6]. А по данным Американской ассоциации производителей цемента около 15 миллиардов кубических метров бетона произведено ведущими промышленными державами мира только в 2019 году.

Как известно, Россия является одной из богатейших стран по своей минерально-сырьевой базе. При этом объём валовой добавленной стоимости в добыче полезных ископаемых – 3,1 трлн руб. (2009 г.). Доля добывающей промышленности в ВВП России – 11,54% (2018 г.) [1]. По данным Росстата, в 2020 году наряду с ощутимым падением в добыче всех полезных ископаемых (7% к уровню 2019 года) лидерами роста стала добыча гранита, песчаника и камня для памятников и строительства – на 60,9%, а также медной руды – на 45,8%.

На рубеже 20 и 21 веков в России объём добычи минерального сырья снизился от 30 до 60%. Однако в 2020 году в Российской Федерации наблюдался ощутимый рост объёма производства нерудных строительных материалов на 5,5% (6,6 млн. т) к уровню 2019 года, достигнув 127,2 млн. т. Из них прочные породы занимают долю, равную 71,3% (88,4 млн. т), известняк – 16,7 млн. т (13,5%), гравий – 7,6 млн. т (6,1%), песчаник – 7,6 млн. т (6,1%), доломит – 3,7 млн. т (3%).

Нерудные строительные материалы в восьмидесятих годах прошлого века выпускались на предприятиях с высокой концентрацией: производительность карьеров в крупных городах достигала миллионы кубических метров в год. По статической отчетности отраслевых специалистов за последние годы

(10-15 лет), несмотря на многократное уменьшение производства сырья, количество вновь разработанных по ранее разведанным данным месторождений ощутимо увеличилось. Это не явилось результатом выявления новых месторождений, а следствием учета и функционирования ранее выявленных, среди которых доминируют месторождения с небольшими запасами. Ввиду этого количество месторождений со средним объемом добычи уменьшается. Вследствие таких изменений среднее значение показателя мощности вскрыши, а также коэффициента вскрыши повышаются, что приводит к сокращению числа месторождений с высоким показателем качества сырья.

Как показывают наблюдения и статистические данные, месторождения, находящиеся вблизи крупных городов и поселков и обладающие большим запасом качественного сырья, как правило, являются отработанными. В том числе и поэтому сегодня актуальным стал вопрос утилизации вторичного сырья, в первую очередь вышеназванных вскрышных и вмещающих типов пород, отходы, сопровождающие переработку полезных ископаемых отдельных видов горнодобывающей промышленности, и, конечно, строительных отходов – мощного резерва для расширения базы стройиндустрии. Хотя статистические данные по получению щебня из отходов строительства в нашей стране не ведутся, по наблюдениям аналитиков эта цифра составляет не более 1 миллиона м³ в год. В то время как в ведущих мировых державах аналогичные показатели значительно выше: Германия – 25 млн. м³, Великобритания – более 10 млн. м³, Франция – около 10 млн. м³, США – более 40 млн. м³.

Основными потребителями нерудных строительных материалов во всем мире, как известно, являются такие отрасли, как производство бетона и строительство дорог, где при рациональном подходе можно эффективно внедрить энерго- и ресурсосберегающие технологии утилизации техногенного сырья.

В связи с этим, на основе происходящих изменений и учета опыта зарубежных компаний основными направлениями развития промышленности нерудных строительных материалов можно считать:

Рис. 1. Ресурсный цикл круговорота веществ в природе

– неуклонное увеличение в развивающихся и ведущих странах мира объемов и темпов производства нерудных строительных материалов и увеличение их номенклатуры из-за продолжающегося совершенствования применяемых в строительстве технологий;

– разработка разнообразной номенклатуры оборудования, используемого для производства нерудных компонентов, используемых в строительстве, с учетом специфики смежных отраслей и подотраслей создание;

– создание национальных и международных компаний и холдингов путем объединения предприятий. Такие мегаструктуры должны включать как крупные, так и предприятия средней и малой мощности, и они должны быть сориентированы на выпуск конкурентоспособной продукции;

– дальнейшее вовлечение в производство немасштабных месторождений, с повышенными геологическими условиями по сложности.

Такое развитие промышленности нерудных строительных материалов в определённой степени противоречит концепции географа И. В. Комара о ресурсных циклах, основанной

на предположении природного круговорота веществ (ПКВ) и указывающей на то, что в ходе естественных природных преобразований отдельные элементы из одного состояния переходят в другое, от конкретного, предварительно состоявшего элемента природы к другому, обеспечивая безотходный замкнутый цикл. С появлением человека начала образовываться общественная ячейка взаимодействия веществ, ставшая все больше соприкасаться с природным круговоротом, способствуя оказанию на это явление своего влияния (рисунок 1). Суть этого воздействия состоит в изымании с оборота значительного объема природного сырья и обратном возвращении в природу отработанного техногенного сырья, которое даже вследствие соответствующей переработки не поглощается природой, по нарастающей загрязняя окружающую среду и нарушая, тем самым, природный баланс и оборот вещества [9, 10].

Хозяйственное звено ПКВ называется ресурсным циклом, представляющим собой симбиоз взаимных превращений и перемещений вещества в пространстве в период его обследо-

Рис. 2. Принципиальная схема малоотходной технологии

вания, получения, переработки, использования и окончательного возвращения после применения в природу. Указанный цикл носит характер незамкнутого контура, т. е. сопровождается выделением значительного объема техногенных продуктов на всех технологических пределах разработки и применения природного вещества. Различают несколько циклов ПКВ, начиная с цикла эрергоресов и заканчивая земельно-климатическими ресурсами, которые сопровождаются образованием большого объема техногенных продуктов [7].

По мнению В. И. Вернадского [7], человеческая деятельность превратилась в мощную преобразующую Землю силу, сопоставимую с геологическими процессами. Изменяющее влияние человека на природу принимается как данность, которое усиливается с ростом проживающих на земле, развития научно-технического прогресса (НТП), увеличения количества и объема веществ, используемых в хозяйственной деятельности общества.

Разработка, создание и внедрение малоотходных, а вовсе и безотходных ресурсосберегающих технологий (рисунок 2) в социально-экономических, технических и технологических процессах на основании достижений научно-технического прогресса будет способствовать восстановлению выше опи-

санного замкнутого безотходного ресурсного цикла.

Сложившийся катастрофический техногенный тип экономического развития мировых держав стал причиной разработки концепции устойчивого мирового развития с учетом экологических ограничений, поскольку производство столкнулось с обострением экологических проблем и ограниченностью природных ресурсов. В докладе [8] Конференции ООН в Рио-де-Жанейро по окружающей среде и развитию (1992 г.) указано, что деградация окружающей среды в результате хозяйственной деятельности вышла за рамки одной территории и стала приобретать глобальные масштабы, о чем свидетельствуют признаки глобальных изменений в природе.

На конференции «Повестка дня на XX век» [8] среди многочисленных условий устойчивого развития особое место уделено следующим: минимизация удельных расходов сырья и энергии; экологизация промышленного производства, энергетики, транспорта, быта, сельского хозяйства; замена везде, где это возможно, невозобновимого сырья возобновимым, постоянные наблюдения за состоянием окружающей среды и т. д.

В основу концепции устойчивого развития заложены два момента: экономическое разви-

тие и устойчивое потребление природных ресурсов, основанное на понимании конечности ресурсов и необходимости их сохранения для будущих поколений. Большую роль в реализации условий концепции устойчивого развития играет как раз разработка и внедрение энерго- и ресурсосберегающих технологий, основанных на утилизации техногенного сырья.

Таким образом, на основании вышеизложенного можно констатировать актуальность и перспективность: перехода от традиционных

технологий строительных материалов на природном сырье к энерго- и ресурсосберегающим технологиям безотходного их производства; разработки эффективных технологий утилизации техногенных отходов с учетом их состава и генезиса с получением вторичного сырья и полуфабрикатов; наладки производства строительного композиционных материалов нового поколения с комплексным использованием вторичного сырья, в том числе и зеленые композиты для зеленого строительства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баженов Ю.М. Обзор современных высокоэффективных бетонов / Ю.М. Баженов, Р.С. Федюк, В.С. Лесовик // Научные технологии и инновации. Электронный сборник докладов Международной научно-практической конференции, посвященной 65-летию БГТУ им. В.Г. Шухова. 2019. С. 45-49.
2. *Alekseev V.A. Modified binder for sprayed concrete / V.A. Alekseev, Yu.M. Bazhenov, S.I. Bazhenova, O. Yu. Bazhenova, N.A. Golovashchenko, N.S. Mironchuk // БСТ: Бюллетень строительной техники. 2018. №5 (1005). С. 18-19.*
3. Каприелов С.С. Некоторые особенности механизма действия органоминеральных модификаторов на цементные системы / С.С. Каприелов, А.В. Шейнфельд // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. 2017. №1. С. 40-46.
4. Каприелов С.С. Цементы и добавки для производства высокопрочных бетонов / С.С. Каприелов, А.В. Шейнфельд, В.Г. Дондуков // Строительные материалы. 2017. №11. С. 4-10.
5. Алешко О.С. Промышленность строительных материалов в ресурсном обеспечении экономического развития России / О.С. Алешко // Научные труды: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт народнохозяйственного прогнозирования Российской академии наук. 2008. №6. С. 439-461.
6. Волков Ю. Бетон основа для современных небоскребов / Ю. Волков, А. Звездов // Строительство. 2004. №5. С. 56-59.
7. Научные основы природопользования [Электронный ресурс] // 2020. URL: <http://www.voronova-on.ru/prirodopolzovanie/nauchnyasnovyaprudopolzovanuya/index.html> (доступ свободный).
8. Доклад конференции Организации Объединенных Наций по окружающей среде и развитию, Рио-де-Жанейро, 3-14 июня 1992 года // Источник: документ ООН A/CONF. 151/26/Rev. 1 (Vol. I). С. 3-7.
9. *Murtazayev S-A. Yu., Salamanova M.Sh., Mintshev M.Sh., Bisultanov R. G. Fine-Grained Concretes with Clinker-Free Binders on an Alkali Gauging // Proceedings of the International Symposium "Engineering and Earth Sciences: Applied and Fundamental Research" dedicated to the 85th anniversary of H. I. Ibragimov (ISEES 2019). Atlantis Highlights in Material Sciences and Technology (AHMST). April 2019. Vol. 1. Pp. 500-503.*
10. *Bataev D. K-S., Murtazayev S-A. Yu., Salamanova M.Sh., Viskhanov S.S. Utilization of Cement Kiln Dust in Production of Alkali-Activated Clinker-Free Binders // Proceedings of the International Symposium "Engineering and Earth Sciences: Applied and Fundamental Research" dedicated to the 85th anniversary of H. I. Ibragimov (ISEES 2019). Atlantis Highlights in Material Sciences and Technology (AHMST). April 2019. Vol. 1. Pp. 457-460.*

PROSPECTS FOR EXPANDING THE RAW MATERIALS FOR THE PRODUCTION OF MODERN CONSTRUCTION COMPOSITES

© A. Kh. Alaskhanov

GSTOU named after acad. M. D. Millionshchikov, Grozny, Russia

The paper presents the possibilities of expanding the raw material base to obtain high-quality and durable building composites. The concept of a resource cycle based on the natural cycle of substances (PCR) and providing a waste-free closed cycle for the production of composites is given. The relevance and prospects of the transition to energy- and resource-saving technologies of waste-free production are indicated.

Keywords: green composites, resource conservation, technology, secondary raw materials, resource cycle, circulation of substances

REFERENCES

1. Bazhenov, Yu. M., Fedyuk, R. S. and Lesovik, V. S. (2019) 'Obzor sovremennykh vysokoeffektivnykh betonov'. [Overview of modern high performance concretes]. Naukoemkie tekhnologii i innovatsii. *Elektronnyi sbornik dokladov Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, posvyashchennoi 65-letiyu BGTU im. V. G. Shukhova*. Pp. 45-49.
2. Alekseev, V. A., Bazhenov, Yu. M., Bazhenova, S. I., Bazhenova, O. Yu., Golovashchenko, N. A. and Mironchuk, N. S. (2018) 'Modified binder for sprayed concrete'. *BST: Byulleten' stroitel'noi tekhniki*. № 5 (1005). C. 18-19.
3. Kaprielov, S. S. and Sheinfeld A. V. (2017) 'Nekotorye osobennosti mekhanizma deistviya organomineralnykh modifikatorov na tsementnye sistemy'. [Some features of the mechanism of action of organomineral modifiers on cement systems]. *Seismostoikoe stroitel'stvo. Bezopasnost sooruzhenii*. № 1. Pp. 40-46.
4. Kaprielov, S. S. Sheinfel'd, A. V. and Dondukov, V. G. (2017) 'Tsementy i dobavki dlya proizvodstva vysokoprochnnykh betonov'. [Cements and additives for the production of high-strength concrete]. *Stroitel'nye materialy*. № 11. Pp. 4-10.
5. Aleshko, O. S. (2008) Promyshlennost' stroitel'nykh materialov v resursnom obespechenii ekonomicheskogo razvitiya Rossii. [The building materials industry in the resource provision of the economic development of Russia]. *Nauchnye trudy: Federal'noe gosudarstvennoe byudzhethoe uchrezhdenie nauki Institut narodnokhozyaistvennogo prognozirovaniya Rossiiskoi akademii nauk*. № 6. Pp. 439-461.
6. Volkov, Yu. and Zvezdov, A. (2004) 'Beton osnova dlya sovremennykh небоскребов'. [Concrete is the basis for modern skyscrapers]. *Stroitel'stvo*. № 5. Pp. 56-59.
7. (2020) Nauchnye osnovy prirodopol'zovaniya [Elektronnyi resurs], available at: <http://www.voronova-on.ru/prirodopolzovanie/nauchnyaosnovya/prudopolzovanuya/index.html> (free access).
8. Doklad konferentsii organizatsii obedinennykh natsii po okruzhayushchei srede i razvitiyu [Report of the United Nations Conference on Environment and Development], 3-14 iyunya 1992 goda, Rio-de-Zhaneiro. Istochnik: dokument OON A/CONF. 151/26/Rev. 1 (Vol. I), Pp. 3-7.
9. Murtazayev, S- A. Yu., Salamanova, M. Sh., Mintshev, M. Sh. and Bisultanov, R. G. (2019) 'Fine-Grained Concretes with Clinker-Free Binders on an Alkali Gauging'. *Proceedings of the International Symposium "Engineering and Earth Sciences: Applied and Fundamental Research" dedicated to the 85th anniversary of H.I. Ibragimov (ISEES 2019)*. Atlantis Highlights in Material Sciences and Technology (AHMST). April 2019. Vol. 1. Pp. 500-503.
10. Bataev, D. K-S., Murtazayev, S-A. Yu., Salamanova, M. Sh. and Viskhanov, S. S. (2019) 'Utilization of Cement Kiln Dust in Production of Alkali-Activated Clinker-Free Binders'. *Proceedings of the International Symposium "Engineering and Earth Sciences: Applied and Fundamental Research" dedicated to the 85th anniversary of H.I. Ibragimov (ISEES 2019)*. Atlantis Highlights in Material Sciences and Technology (AHMST). April 2019. Vol. 1. Pp. 457-460.