

УДК 666.3.022

*КОРНЕЕВА ЕЛЕНА ВИКТОРОВНА, канд. техн. наук,  
Korneev\_va@list.ru  
Сибирский государственный индустриальный университет,  
654007, г. Новокузнецк, ул. Кирова, 42*

## **ПРОБЛЕМЫ СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОМПОЗИТОВ**

Экономическая целесообразность и экологическая безопасность различных производств строительной индустрии требуют привлечения эффективных и долговечных композиционных материалов различного функционального назначения. Одним из существенных недостатков, сдерживающих их производство, является высокая стоимость. В условиях повышения цен на цемент на российском рынке все более актуальными становятся альтернативное сырье для производства малоцементных и бесцементных строительных композитов с более низкой стоимостью и энергосберегающие технологии получения вяжущих.

**Ключевые слова:** строительные композиты; промышленные отходы; ресурсосбережение; бесцементные сырьевые материалы.

*ELENA V. KORNEEVA, PhD,  
korneev\_va@list.ru  
Siberian State Industrial University,  
42, Kirov Str., 654007, Novokuznetsk, Russia*

## **PROBLEMS OF RESOURCE BASE OF BUILDING COMPOSITES**

The economic feasibility and environmental protection of various construction industries requires the use of efficient and durable composite materials of different applications. One of the main disadvantages that curb the production of composite materials is their high cost. In the context of increasing prices of cement in the Russian market, alternative raw materials become more relevant for the production of low-cement and cement-free building composites of the low cost as well as energy-saving technologies of binder production.

**Keywords:** building composites; industrial waste; resource saving; cement-free raw materials.

Идеи комбинирования материалов для достижения определенных инженерных целей известны с глубокой древности. Композиционные материалы использовали еще в каменном веке. То, что малые добавки волокна значительно увеличивают прочность и вязкость хрупких материалов, было известно давно. На рисунках древних показано изготовление посуды из глины, которую армировали прутьями.

Во времена египетского рабства при строительстве жилищ евреи добавляли солому в кирпичи, чтобы они были прочнее и не растрескивались при сушке на жарком солнце. Подобные технологии существовали у многих народов. Инки использовали растительные волокна при изготовлении керамики, а английские строители добавляли в штукатурку немного волоса. Древние египтяне и римляне применяли древесно-бетонные конструкции.

Если проанализировать искусство мумифицирования, распространенное в Древнем Египте, то в основе его также можно найти способ получения композитов. В самом деле, тело после соответствующей обработки обматывали лентой из кусков ткани или папируса и пропитывали природной смолой или клеем с образованием жесткого кокона. Этот материал (папье-маше) был заново открыт только в XVIII в. (вместо папируса использовались куски бумаги) и был популярен до середины XX в. Из папье-маше делали игрушки, рекламные макеты, а иногда даже мебель.

Первые композиционные материалы на основе полимеров – битумную смолу, наполненную тростником, – использовали для строительных целей в Древнем Вавилоне более 5000 лет назад. Известно, что в Египте и в государствах Месопотамии в третьем тысячелетии до н. э. из этого же материала строили речные суда.

В настоящее время имеется огромное количество разработок по совершенствованию традиционных и внедрению новых технологий, производится большое число строительных композитов, отличающихся по составам и свойствам, на полимерных и цементных матрицах. В 2004–2006 гг. в Западной Европе и США их было продано более 3 млн т.

Рынок производства строительных композитов устойчиво развивается. В настоящее время абсолютный лидер по производству композиционных материалов – Китай (28 %). Далее следует США (22 %); Германия, Франция, Италия, Великобритания (14 %). Небольшие страны и компании также стремятся занять свою нишу в этом перспективном секторе экономики. В России же по производству композитов наблюдается отставание от достижений многих стран мира: практически не производится оборудование для технологий композитов, свернуты исследовательские и опытно-конструкторские работы. А между тем в соответствии с Пр-842 от 21 мая 2006 г., утвержденным Президентом Российской Федерации В.В. Путиным, в перечень критических технологий РФ включена «Технология создания и обработки композиционных и керамических материалов». Однако должного развития и ощутимых результатов в настоящее время не наблюдается. Объем российского рынка строительных композитов на 2010 г. составляет всего 0,5–2 % от мирового [1].

Отечественная промышленность пока не выпускает композиты в достаточном количестве и ассортименте, т. к. технологические процессы получения большей части современных композиционных материалов достаточно дороги и энергоемки [2, 3].

Композиты, произведенные в Западной Европе или Северной Америке, по карману далеко не всем строительным компаниям. Практической альтернативой является сотрудничество со странами Юго-Восточной Азии. Примером может служить покупаемый Россией строительный композит нового поколения Алюкобонд (Alucobond), производимый южно-корейским предприятием Hongseong Industrial Co, Ltd.

В зависимости от назначения, определяющего условия их эксплуатации, к композитам предъявляются определенные требования, регламентированные их физико-механическими свойствами.

До настоящего времени композиты на цементных вяжущих были востребованы в больших объемах, чем на полимерных, и доступны практически всем отечественным предприятиям строительной индустрии.

Однако производство цемента с каждым годом требует все больше и больше затрат: дорожают энергоресурсы, ужесточаются требования экологов к оборудованию цементных заводов – эти и другие факторы вынуждают производителей постоянно повышать цену. В результате цемент становится менее доступным потребителю, что в ряде случаев ставит под сомнение окупаемость цементных заводов и целесообразность производства. Получение композиционных материалов по традиционным технологиям становится нерентабельным.

В условиях существенного дефицита и повышения цен на цемент на российском рынке все более актуальными становятся альтернативное сырье для производства малоцементных и бесцементных строительных композитов с более низкой стоимостью и энергосберегающие технологии получения вяжущих.

Ресурсосбережение является основополагающей концепцией современного строительного материаловедения – поиск свежих идей, новых материалов и технологий, производство востребованной продукции, конкурентоспособной с импортной.

На конечном этапе любого технологического цикла промышленного производства помимо основной продукции образуются и промышленные отходы, являющиеся по определенным причинам непригодными для повторного вовлечения в технологию основного технологического процесса. Образующиеся отходы утилизируются и перерабатываются самими предприятиями или передаются в другие отрасли для обезвреживания или использования в качестве сырья.

Многолетними исследованиями установлено, что большая часть образующихся промышленных отходов по своему минералогическому и химическому составу не уступает природному сырью, являясь незаменимыми компонентами в строительных смесях [4].

Производство бесцементной закладочной смеси [5], разработанной на основе шлаков сталеплавильного производства и рекомендованной к внедрению институтами «Сибгипроруда» и ВостНИГРИ, позволит решить комплекс экологических и технологических задач (расчетный экономический эффект составляет до 22 млн руб. в год при объеме производства 395 000 м<sup>3</sup> в год).

Широкое использование в производстве строительных материалов отходов промышленности – вторичных продуктов является одной из актуальных проблем научно-технического прогресса. Это диктуется как экономическими, так и экологическими требованиями. Снижение энергоемкости и трудоемкости строительства, стоимости изделий и конструкций – важная и нерешенная в полной мере до настоящего времени задача ресурсосбережения.

В большинстве стран приняты законы, регулирующие хранение и переработку отходов производства, однако степени их соблюдения не одинаковы: зависят от стоимости земли и действующих программ по управлению отходами. Крайне актуальна проблема комплексного использования продуктов пере-

работки, а в то же время в мире и в России нет единого комплексного подхода к проблеме переработки и использования вторичного сырья и отходов промышленности.

Выбор рационального состава композита в каждом конкретном случае зависит от многих факторов: наличия необходимого количества материала, его себестоимости, физико-механических свойств.

Теоретические основы одного из самых новых направлений в современном материаловедении были разработаны профессором Ю.Е. Пивинским. На основе нанотехнологического подхода предложено упрощение и удешевление технологии за счет полного исключения цемента, а также существенное повышение эффективности технологического процесса за счет сокращения сроков изготовления изделий с сохранением и улучшением технико-эксплуатационных характеристик: механической прочности, пористости, плотности, морозостойкости. На основе кремнеземсодержащего сырья с применением минерального вяжущего негидратационного твердения – высококонцентрированных вяжущих систем (ВКВС) получены современные высококачественные бесцементные строительные композиты: огнеупорные массы с улучшенными характеристиками, многослойные строительные изделия, теплоизоляционные и жаропрочные пенобетоны и керамобетоны [6, 7].

На основе термопластичного серного вяжущего разработаны бесцементные серные композиционные материалы: бетоны, растворы и мастики по основным физико-механическим свойствам аналогичны показателям традиционно применяемых материалов [8]. За счет применения химических связующих получены новые бесцементные жаростойкие композиты [9].

### Выводы

Расширение ассортимента и снижение себестоимости сырьевых материалов за счет широкого вовлечения в производственный процесс уже существующих местных продуктов промышленности следует рассматривать как важное научное направление в развитии теории и практики строительных композитов.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Презентация Союза производителей композитов*. Севастополь, 2012. – Условия доступа : <http://composites-cis.com/proceedings2012/ru/1.pdf>.
2. *Королев, Е.В.* Строительные материалы вариативно-каркасной структуры : монография / Е.В. Королев, Ю.М. Баженов, В.А. Смирнов. – М. : МГСУ, 2011. – 316 с.
3. *Королев, А.С.* Применение физической модели сферолитно-решеточной структуры при прогнозировании прочности цементного камня и бетона / А.С. Королев // Вестник ЮУрГУ. Сер. Строительство и архитектура. – 2008. – Вып. 7. – С. 9–15.
4. *Бетонная смесь*: пат. 2377215 Рос. Федерация: МПК Е 21 F 15/00, С 04 В 28/08, С 04 В 111/20, Корнеева Е.В., Павленко С.И.; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО Сибирский гос. индустр. ун-т. – № 2008151257/03; заявл. 23.12.08; опубл. 27.12.09, Бюл. № 36. – С. 954.
5. *Состав закладочной смеси*: пат. 2348814 Рос. Федерация: МПК Е 21 F 15/00, С 04 В 18/14/ Корнеева Е.В., Павленко С.И.; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО Сибир-

ский гос. индустр. ун-т. – № 2007133023/03; заявл. 03.09.07; опубл. 10.03.09, Бюл. № 7. – С. 1066.

6. Череватова, А.В. Строительные композиты на основе высококонцентрированных вяжущих систем : дис. ... докт. техн. наук: 05.23.05. – Белгород, 2008. – 408 с.
7. Гащенко, Э.О. Бесцементные строительные материалы на основе ВКВС : дис. ... канд. техн. наук: 05.23.05. – Белгород, 2007 – 191 с.
8. Волгушев, А.Н. Новое поколение бесцементных бетонов на основе термopластичного серного вяжущего / А.Н. Волгушев // Технологии бетонов. – 2009. – № 2. – С. 28–30.
9. Хлыстов, А.И. Повышение эффективности жаростойких композитов за счет применения химических связующих / А.И. Хлыстов, С.В. Соколова, А.В. Власов // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. – 2012. – № 9. – С. 38–42.

#### REFERENCES

1. *Prezentatsiya Soyuza proizvoditelei kompozitov* [Presentation of the Union of Composites Manufacturers]. Sevastopol. Available at: <http://composites-cis.com/proceedings2012/ru/1.pdf>
2. Korolev E.V., Bazhenov Y.M., Smirnov V.A. *Stroitel'nye materialy variatropno-karkasnoi struktury : monografiya* [Building materials of frame structure. Monograph]. Moscow : MGSU Publ., 2011. 316 p. (rus)
3. Korolev A.S. *Primenenie fizicheskoi modeli sferolitno-reshetochnoi struktury pri prognozirovanii prochnosti tsementnogo kamnya i betona* [The use of a physical model of spherulitic-lattice structure in predicting the strength of cement and concrete]. *Bulletin of the South Ural State University*, 2008. V. 7. Pp. 9–15. (rus)
4. Korneeva E.V., Pavlenko S.I. *Betonnaya smes'* [Concrete mix]. Pat. Rus. Fed. N 2377215. IPC E 21 F 15/00, C 04 B 28/08, C 04 B 111/20. N 2008151257/03; appl. 23.12.08, publ. 27.12.09, Bull. N 36. P. 954.
5. Korneeva E.V., Pavlenko S.I. *Sostav zakladochnoi smesi* [The composition of filling mixture]. Pat. Rus. Fed. N 2348814 IPC E 21 F 15/00, C 04 B 18/14 N 2007133023/03; appl. 03.09.07, publ. 10.03.09, Bull. N 7. P. 1066.
6. *Cherevatova A.V. Stroitel'nye kompozity na osnove vysokokontsentrirrovannykh vyazhushchikh sistem : dis. ... dokt. tekhn. nauk* [Building composites based on highly-concentrated binding systems. DSc thesis]. Belgorod, 2008. 408 p. (rus)
7. *Gaschenko E.O. Bestsementnye stroitel'nye materialy na osnove VKVS : dis. ... kand. tekhn. nauk* [Cement-free building materials based on highly-concentrated binding systems. PhD thesis]. Belgorod, 2007. 191 p. (rus)
8. *Volgushev A.N. Novoe pokolenie bestsementnykh betonov na osnove termoplastichnogo sernogo vyazhushchego* [New generation of cement-free concrete based on sulfur thermoplastic binder]. *Tekhnologii betonov*. 2009. No. 2. Pp. 28–30. (rus)
9. *Khlystov A.I., Sokolov S.V., Vlasov A.V. Povyshenie effektivnosti zharostoikikh kompozitov za schet primeneniya khimicheskikh svyazuyushchikh* [Efficiency improvement of heat-resistant composites due to chemical binders]. *Construction Materials, the Equipment, Technologies of XXI Century*. 2012. No. 9. Pp. 38–42. (rus)