

УДК 666.9:539.2

Н.В. ПАВЛЕНКО, А.Б. БУХАЛО, кандидаты техн. наук, В.В. СТРОКОВА, д-р техн. наук, В.В. НЕЛЮБОВА (309991@mail.ru), канд. техн. наук, А.В. СУМИН, инженер, Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

N.V. PAVLENKO, A.B. BUKHALO, Candidates of Technical Sciences, V.V. STROKOVA, Doctor of Technical Sciences, V.V. NELUBOVA, Candidate of Technical Sciences, A.V. SUMIN, engineer, Belgorod State Technological University named after V.G. Shoukhov

## **Модифицированное вяжущее с использованием нанокристаллических компонентов для ячеистых композитов**

### **Nanocrystalline components based modified binder for cellular composites**

В связи с возрастающими требованиями к теплозащите ограждающих конструкций, повышению комфортности зданий и резким удорожанием энерго- и теплоносителей актуальным является создание высокоэффективных теплоизоляционных материалов нового поколения.

Анализ ранее проведенных исследований и теоретических данных [1–6] позволил определить два основных пути упрочнения материалов с сохранением теплоизоляционной способности и плотности материала: первый – это упрочнение каркаса, состоящего из вяжущего, и второй – улучшение поровой структуры.

Упрочнение каркаса ячеистого бетона возможно за счет применения различных модифицирующих добавок, в том числе наноразмерных. В последнее время широкое распространение получило использование наноразмерных добавок для управления структурообразованием строительных композитов. Их можно использовать не только как центры кристаллизации, но и как объекты, изменяющие направление и регулирующие скорость физико-химических процессов в твердеющих материалах. Рядом научных школ [7–13] обоснован тот факт, что программируемое использование наноразмерных и нанокристаллических добавок в композит может обеспечить максимальную эффективность производства материала с повышенными эксплуатационными характеристиками.

Ранее был разработан способ получения нанокристаллических порошков оксидов и гидроксидов алюминия путем сжигания алюминия в водных средах с одновременным получением водорода [14]. В процессе гидротермального синтеза происходит превращение частиц алюминия размером до десяти микрон в нанокристаллические оксиды и гидроксиды. Способ позволяет менять форму и структуру частиц и получать материал высокой чистоты до 99,99 мас. % содержания основного компонента. При сжигании 1 кг алюминия в воде наряду с тепловой энергией выделяется большое количество высококачественного водорода и образуется более 2 кг твердых продуктов окисления –  $\text{Al}(\text{OH})_3$ ,  $\text{AlOOH}$  и  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , – особо чистых нанокристаллических оксидов и гидроксидов алюминия, обладающих развитой поверхностной структурой (бемит и корунд). Данное техногенное нанокристаллическое и нанодисперсное сырье является невостребованным промышленностью строительных материалов.

The creation of high-performance heat-insulating materials of new generation is an actual problem. It connects with increasingly stringent requirements for heat protection of building envelopes, enhance of building convenience and appreciation of energy- and heat sources.

Earlier investigations and theoretical data [1–6] allow determining two following basic mode of material saving its heat-insulating capacity and density:

- strengthening of binder structure;
- enhancement of pore structure.

Strengthening of binder structure of cellular concrete is possible by incorporation of different modified admixtures, including nanosized ones. Recently the application of nanosized admixtures for directed control of structuring processes in construction composites. These admixtures can be used as crystallization centers as well as agents to correct direction and rate of physical and chemical processes into hardening materials. By some of research schools [7–13] was established that directed application of nanosized and nanocrystalline admixtures content in composite can make the highest production efficiency of high-performance materials.

Also the production process of nanocrystalline powder of aluminum oxide and aluminum hydroxide was pre-developed [14]. The powder are obtained when aluminum burning in water medium with subsequent hydrogen extraction. When hydrothermal synthesis the transformation of aluminum particles with dimension of until 10  $\mu\text{m}$  into nanocrystalline aluminum oxide and aluminum hydroxide particles is accomplished. The procedure allow to change particle shape and structure and to obtain high-purity materials up to 99,99 % wt. When burning of 1 kg of aluminum in water medium the heat energy, a lot of high-purity hydrogen and more then 2 kg of solid oxidation products ( $\text{Al}(\text{OH})_3$ ,  $\text{AlOOH}$  и  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) – extra-pure nanocrystalline aluminum oxide and aluminum hydroxide particles with developed surface structure: boehmit and corundum) are formed. This industrial nanocrystalline and nanodispersed raw material is not popular in area of construction materials. Considering the mineral composition of above oxides and hydroxides resemble cement matrix, the opportunity of using of these ones as structure modifiers (namely, strengthening of interpore partitions) in cellular concretes was studied.

According to morphostructural classification of nano-systems the boehmit and corundum belong to are 3D- nanocrystalline type of substance (3D-NCM – nanocrystalline modifier) (Table 1).

**Таблица 1  
Table 1**

Поскольку представленные оксиды и гидроксиды алюминия имеют минералогическое сродство с цементной матрицей, была рассмотрена возможность использования их в качестве модификаторов структуры ячеистых бетонов, а именно упрочнения межпоровых перегородок.

По морфоструктурной классификации наносистем корунд и бемит относятся к 3D-нанокристаллическому типу веществ (3D-НКМ – нанокристаллический модификатор) (табл. 1).

Для более детального анализа был проведен РФА бемита и корунда, а также с помощью расчетного представления формы кристаллитов на основе аппроксимации при помощи сферических гармоник были визуализированы морфоструктурные типы данных материалов (табл. 1).

С учетом наноструктурированного состояния оксида и гидроксида алюминия, а также размеров кристаллитов, можно предположить, что данные модификаторы, обладающие развитой поверхностью раздела фаз, при введении их в вяжущее будут оказывать влияние на гидратацию.

С точки зрения технологии получения безусадочных теплоизоляционных пеногазобетонов необходимо использовать вяжущее со стабильными реотехнологическими характеристиками смеси, пониженными сроками схватывания и повышенной прочностью при сжатии. В связи с этим для получения ТМЦ было рассмотрено несколько видов цемента различных производителей и установлено, что наиболее эффективными для изготовления ячеистых бетонов являются цементы типа ЦЕМ I в соответствии с ГОСТ 31108–2003 с высоким содержанием алита и низким содержанием трехкальциевого алюмината. Это обеспечивает достаточно быстрые сроки схватывания и интенсивное тепловыделение при гидратации. Поэтому в данной работе применялась ТМЦ на основе ЦЕМ I 42,5 Н производства ЗАО «Белгородский цемент».

Некоторыми авторами было доказано [15–17], что для получения низкоплотных ячеистых бетонов необходимо повышенное содержание мелкой фракции вяжущего, что обусловит необходимые сроки схватывания и густоту цементного теста. Поэтому для исследований использовали тонкомолотый цемент (ТМЦ). Был проведен комплекс экспериментов по изучению основных свойств ТМЦ, необходимых при производстве ячеистых композитов. При изготовлении ТМЦ помол производили при постоянной нагрузке по массе товарного портландцемента и прочих равных условиях.

Для достижения оптимальных значений физико-механических характеристик тонкомолотых цементов вяжущее получали совместным помолом товарного портландцемента и модификатора. Результаты испытаний представлены на рис. 1.

Анализ результатов испытаний позволяет рекомендовать в качестве модификатора цементной системы корунд. Этот выбор обусловлен повышенной активностью данного модификатора в системе связующего. Введение бемита показывает нестабильные и более низкие прочностные показатели вяжущего гидратационного типа твердения в сравнении с корундом. Это связано с тем, что бемит относится к метастабильным формам оксида алюминия. В его составе избыточная вода присутствует на поверхности в межслоевом пространстве бемита в физическом и химически связанном состоянии, что может вызывать неконтролируемый гидролиз компонентов и осаждение их на поверхности матрицы при синтезе соответствующих композиций.

Известно, что с увеличением тонкости помола повышаются прочностные характеристики и скорость твердения вяжущих. Такое поведение наблюдается при

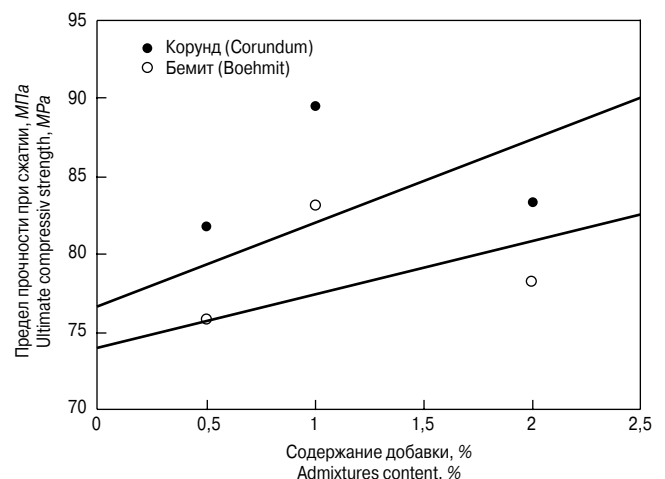
Показатель Parameter	Бемит Boehmit	Корунд Corundum
Активная удельная поверхность (метод БЭТ), м <sup>2</sup> /г Active specific surface area (BET method), m <sup>2</sup> /g	55,9	87,5
Пористость (метод БЭТ), % Porosity (BET method), %	Не более 30 Up to 30	Не более 15 Up to 15
Расчетный размер кристаллитов (FullProf), нм Calculated crystalline particles size (FullProf), nm	10	6
Размер частиц (по данным ФЭК), нм Particles size, nm	250	140
Морфоструктурный тип Morphostructural type	3D	3D

For more detail investigation the X-ray analysis for boehmit and corundum was carried out. Also morphostructural types of these oxides were visualized by calculation of crystalline shape with approximation based on spherical harmonics (Table 1).

Taking into account nanostructured state of aluminum oxide and aluminum hydroxide as well as crystalline size it can be proposed these modifiers as component of binder system having developed phase contacting area effect hydration processes.

From the view point of technological process for non-shrinking heat-insulating foam-gas-concretes, it is necessary to use the binder mixture with stable rheotechnological characteristics, shorter setting up time and higher compressive strength value. Therefore, several types of cement, produced by different plants were observed for fine ground cement (FGC) to be obtained. Here, according to Russian standard GOST 31108–2003 was established that the most effective cements for cellular concretes production are the CEM I type, which is with high alite and low tricalcium aluminate contents. That provides short setting time and intensive liberation of heat during hydration. Fine ground cement on the base of CEM I 42,5 H supplied by CJSC «Belgorodsky cement», therefore, was used in this work.

By few authors was proved [15–17] that the higher content of fine binder fraction should be in the binder system to obtain low-density cellular concretes. Also it determines certain setting up time and consistence of cement paste. For that in this



**Рис. 1.** Прочностные свойства вяжущих в зависимости от состава  
**Fig. 1.** Effect of composition on binder strength properties

Таблица 2  
Table 2

Удельная поверхность, м <sup>2</sup> /кг Specific surface area, m <sup>2</sup> /kg	Вид модификатора* Type of modifier*	Сроки схватывания, мин Setting up time, min		Нормальная густота цементного теста, % Water consistency of cement paste, %	Прочность, МПа, в возрасте 28 сут Strength, MPa, at 28 days	
		начало Initial setting	конец Final setting		при изгибе Tensile	при сжатии Compressive
500	–	45	120	26,3	9,5	71,3
400	Корунд Corundum	38	95	26,4	12,8	89,5

\* Содержание модификатора – 1% от массы ТМЦ.  
\* Modifier content – 1% wt. of FGC.

удельной поверхности в пределах 700–800 м<sup>2</sup>/кг. Далее наблюдается ухудшение прочностных показателей затвердевшего цемента. Традиционные тонкомолотые цементы при удельной поверхности 500 м<sup>2</sup>/кг применяют ввиду их повышенной активности, что обеспечивает превышение прочности на 20–30% по сравнению с исходным цементом. При этом стоимость такого вяжущего увеличивается за счет энергозатрат на помол. В связи с этим в работе использовали ТМЦ с различными значениями удельной поверхности (400 и 500 м<sup>2</sup>/кг).

Анализ влияния нанокристаллического модификатора корунда на кинетику изменения прочности цементной системы позволил установить рациональное значение удельной поверхности ТМЦ, которая составляет 400 м<sup>2</sup>/кг (табл. 2).

Помол товарного цемента совместно с модификатором позволяет добиться гомогенизации компонентов в системе и обеспечить повышение прочностных характеристик вяжущего.

Анализ микрофотоснимков модифицированного цементного камня показал (рис. 2), что при введении 3D-НКМ корунда появляются дополнительные очаги роста новообразований. Такой процесс роста гидросиликатов не является традиционным для цементных систем.

Как видно при детальном рассмотрении отдельных агрегатов (рис. 2), твердая фаза представлена исключительно кристаллическими зернами столбчатого габитуса, которые образуют ростки и друзы. Несмотря на то что эти зерна не всегда хорошо огранены и ввиду размера практически не поддаются идентификации с помощью рентгенофазового анализа, так как их большая часть является рентгеноаморфной, их кристаллическое строение не вызывает сомнений.

Вводимые нанокристаллические модификаторы существенно влияют на ход гидратации в системе цемент–вода–модификатор. Известно, что при введении микроколичеств веществ, как имеющих сродство с синтезируемыми фазами, так и не обладающих таковым, они влияют на скорость кристаллизации, морфологию минеральных индивидов и агрегатов. Нанокристаллический корунд, находящийся в дисперсном состоянии в активно гидратируемой среде, конденсируется на ребрах, вершинах и сколах кристаллов исходных клинкер-

paper (FGC) was used and the set of experiments of basic properties of FGC based cellular composites were carried out.

The grinding process was accomplished under continuous cement loading (by mass) and other conditions being equal when production FGC.

To achieve optimal values of physical and mechanical characteristics of FGC, the binder was obtained by joint milling of commercial Portland cement and modifier. Results of the experiment are shown in Fig. 1.

Analysis of experimental data allows recommending corundum as modifier of cement system. It can be explained by higher reactivity of this modifier in the bonding system. Adding of boehmit to cement systems leads to unstable and lowlier strength values compared with corundum. It can be explained corundum is metastable form of aluminum. That content extra water, which is at surface in interlayer space in physically and chemically bounded state. It can result in uncontrolled hydrolysis of components and their precipitation at matrix surface when synthesis of appropriate compositions.

It is known, strength characteristics and hardening rate of the binder raises.

The behavior like above is observed at specific surface area values in range of 700–800 м<sup>2</sup>/кг. Subsequently the decreasing of strength characteristics of hardened cement paste takes place. Ordinary FGCs with specific surface area of 500 м<sup>2</sup>/кг due to their enhanced reactivity are used. It supply strength enhance for 20–30% comparing with initial cement. Meanwhile cost of this binder grows due to grinding power consumption. So in this paper the FGCs with different specific surface area (400 and 500 м<sup>2</sup>/кг) were used.

Study of influence of nanocrystalline modifier on kinetics of cement system strength allows determining an optimal value of FGC specific surface area, which is 400 м<sup>2</sup>/кг (Table 2).

Finished cement grinding with modifier allows achieving components homogenization in the binder system as well as enhancing strength properties of the binder.

SEM micrographs of modified cement paste (Fig. 2) show the adding of 3D-NCM corundum initiates additional centers of growth, which is not ordinary for traditional cement systems.

When studying of certain aggregates it can be observed at Fig. 2, that solid phase consist of crystalline radial columnar grains in form of crystal-jams and druse.

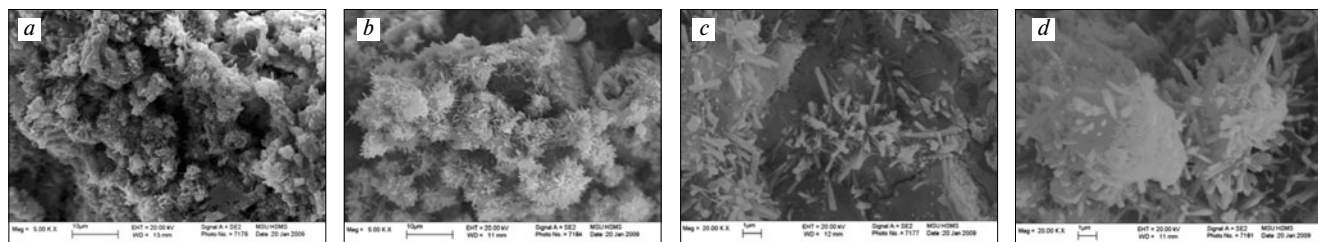


Рис. 2. Микроструктура цементного камня в возрасте 3 сут: а – 100% ТМЦ, увеличение 5000 раз; б – ТМЦ + корунд, увеличение 5000 раз; в – 100% ТМЦ, увеличение 20000 раз; г – ТМЦ + корунд, увеличение 20000 раз

Fig. 2. Microstructure of cement paste at 3 day: а – 100% FGC, magnification of 5000 times; б – FGC+ corundum, magnification of 5000 times; в – 100% FGC, magnification of 20000 times; г – FGC+ corundum, magnification of 20000 times

ных минералов и образует дополнительные центры кристаллизации, вокруг которых группируются новообразованные кристаллы в виде друз, хорошо идентифицируемые на микрорентгенограммах трехсуточных образцов (рис. 2, *b, d*).

Таким образом, введение в состав ТМЦ в качестве модификатора корунда позволяет уже на ранних сроках создать более плотную структуру цементного камня (рис. 2, *b, d*), полностью проросшую столбчатыми новообразованиями. Размер отдельных кристаллов достигает 3–5 мкм. Не покрытых новообразованным веществом зерен цемента в отличие от бездобавочного ТМЦ (рис. 2, *a, c*) не наблюдается.

В результате проведенных исследований установлен рациональный состав модифицированного вяжущего с удельной поверхностью 400 м<sup>2</sup>/кг на основе тонкомолотого цемента (100 %) с использованием 3D-нанокристаллического модификатора корунда (1% массы вяжущего). Такой состав позволяет повысить прочность модифицированного вяжущего на 15–20%, что объясняется изменением кинетики синтеза продуктов гидратации цементного камня, связанного с использованием корунда, имеющего сродство с минералами цементного клинкера, что позволяет повысить характеристика теплоизоляционного материала и приводит к его конкурентоспособности на рынке строительных материалов.

Работа выполнена при финансовой поддержке: Министерства образования и науки Российской Федерации; соглашение 14.В37.21.1218; программа стратегического развития БГТУ им. В.Г. Шухова; РФФИ, договор 12-08-97603/12.

**Ключевые слова:** *вяжущее, тонкомолотый цемент, нанокристаллическость, модификатор, прочность.*

#### Список литературы

1. Шахова Л.Д., Самборский С.А., Палалане Ж.А. Причины деформационных усадок пенобетонов // Строительные материалы. 2010. № 3. С. 84–86.
2. Шахова Л.Д., Лесовик В.С. Особенности получения теплоизоляционного пенобетона на синтетических пенообразователях // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2008. № 3. С. 51–56.
3. Шахова Л.Д., Лесовик В.С. Модели образования пеноцементноминеральных систем // Строительные материалы. 2008. № 1. С. 31–33.
4. Моргунов Л.В. Анализ структурных особенностей пенобетонных смесей // Строительные материалы. 2005. № 12. С. 44–48.
5. Кондратьев В.В., Морозова Н.Н., Хозин В.Г. Структурно-технологические основы получения сверхлегких пенобетонов // Строительные материалы. 2002. № 11. С. 35–37.
6. Величко Е.Г., Комар А.Г. Рецептнo-технологические проблемы пенобетона // Строительные материалы. 2004. № 3. С. 26–29.
7. Королев Е.В., Баженов Ю.М., Береговой В.А. Модифицирование строительных материалов нанотрубами и фуллеренами // Строительные материалы. 2006. № 9 / Наука. № 8. С. 76–79.
8. Баженов Ю.М., Королев Е.В. Оценка технико-экономической эффективности нанотехнологий в строительном материаловедении // Строительные материалы. 2009. № 6. С. 66–67.
9. Пухаренко Ю.В., Никитин В.А., Летенко Д.Г. Наноструктурирование воды затворения как способ повышения эффективности пластификаторов бетонных смесей // Строительные материалы. 2006. № 8. С. 11–13.

In spite of the grains have good faceting not always, they can't be studied with X-ray analysis due to most of all of them are X-ray amorphous, however they have crystalline structure.

Nanocrystalline modifiers entered effect hydration process in system cement–water–modifier significantly.

Adding of micro-contents component with phases similar to formed hydrate phases and dramatically different of ones effects crystallization rate, morphology of mineral units and aggregates.

Dispersed nanocrystalline corundum placed in intensively hydrated medium is condensed at edges, tips and chips of crystals of initial clinker minerals and forms additional crystallization centers. Around of the centers collect new crystal formation like druse, which are clearly recognized in micrographs for 3-day samples (Fig. 2, *b, d*).

Thus, using of corundum as modifier in FGC allow to create more compact structure of cement paste fully covered by radial columnar formations at early stages of hardening (Fig. 2, *b, d*). Size of individual crystals is 3–5 μm. Cement particle without surface radial columnar formations are not observed comparing with free-admixture FGC (Fig. 2, *a, c*).

Thus, as a result of research carried out is the optimal mix of the modified binder, having specific surface area of 400 м<sup>2</sup>/kg based on FGC (100%) with 3D-NCM corundum (1% wt. of binder).

Such composition allows increasing in strength values of modified binder by 15–20 %, due to changing of kinetic of hydration process and formation of hydrate phases in cement paste. It can be explained by similarity of corundum with minerals of cement clinker.

This effect allows to enhance properties of heat-insulating materials, that makes these ones competitive in market of construction materials.

The research work is accomplished under the support of Ministry of Education and Science of the Russian Federation the Agreement 14.В37.21.1218, Strategic development program of Belgorod State Technological University named after V.G. Shoukhov and Russian Foundation for Basic Research the Agreement 12-08-97603/12.

**Keywords:** *binder, fine powder, nanocrystalline, modifier, strength.*

#### References

1. Shakhova L.D., Samborsky S.A., Palanane G.A. Courses of deformational shrinkages in foam concretes // (2010), Stroitel'nye Materialy (Construction materials), (3), Pp. 84–86.
2. Shakhova L.D., Lesovik V.S. New aspects in heat insulating foam concrete production with synthetic foam agents // Izvestiya vuzov. Construction. 2008. № 3. Pp. 51–56.
3. Shakhova L.D., Lesovik V.S. The forming of foam-cement system modeling // (2008), Stroitel'nye Materialy (Construction materials), (1), Pp. 31–33.
4. Morgun L.V. Analysis of structural features of foam-concrete mixtures // (2005), Stroitel'nye Materialy (Construction materials), (12), Pp. 44–48.
5. Kondratjev V.V., Morozova N.N., Khozin V.G. Structural and technological foundations in ultralightweight foam-concrete production // (2002), Stroitel'nye Materialy (Construction materials), (11), Pp. 35–37.
6. Velichko E.G., Komar A.G. Some aspect on design and technology in foam concrete production // (2004), Stroitel'nye Materialy (Construction materials), (3), Pp. 26–29.
7. Korolev E.V., Bazhenov Y.M., Beregovoy V.A. Modifying of construction materials with nanosized carbon tubes and fullerenes // (2006), Stroitel'nye Materialy (Construction materials), (9), Pp. 76–79.
8. Bazhenov Y.M., Korolev E.V. Estimation of technical and economical efficiency of nanotechnologies in construction material science // (2009), Stroitel'nye Materialy (Construction materials), (6), Pp. 66–67.

10. Шаповалов Н.А., Строчкова В.В., Череватова А.В. Управление структурой и свойствами высококонцентрированных дисперсных систем с использованием нанопроцессов и технологий // Промышленное и гражданское строительство. 2007. № 8. С. 17–18.
11. Лесовик В.С., Высоцкая М.А., Ядыкина В.В., Кузнецов Д.А. Нанотехнологии в дорожно-строительной отрасли // Строительные материалы. 2007. № 1. С. 52–54.
12. Яковлев Г.И., Первушин Г.Н., Бурьянов А.Ф., Кодолов В.И., Крутиков В.А., Фишер Х.Б., Керене Я. Модификация поризованных цементных матриц углеродными нанотрубками // Строительные материалы. 2009. № 3. С. 99.
13. Яковлев Г.И., Первушин Г.Н., Маева И.С., Корженко А., Бурьянов А.Ф., Мачулайтис Р. Модификация ангидридных композиций многослойными углеродными нанотрубками // Строительные материалы. 2010. № 7. С. 25–27.
14. Берш А.В., Иванов Ю.Л., Мазалов Ю.А., Глухов А.В., Трубачев О.А. Способ получения гидрооксидов и оксидов алюминия и водорода и устройство для его осуществления // Патент России № 22278077. Заявл. 11.07.2005. Оpubл. 20.06.2006. Бюл. № 17. 12 с.
15. Шахова Л.Д., Рахимбаев Ш.М., Черноситова Е.С., Самборский С.А. Роль цемента в технологии пенобетонов // Строительные материалы. 2005. № 1. С. 42–44.
16. Бернацкий А.Ф., Машкин А.Н., Петров И.И., Зибницкая Н.Е. Особенности активирования цемента в технологии тяжелого и ячеистого бетона // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2012. № 2. С. 33–37.
17. Строчкова В.В., Ерохина И.А., Бухало А.Б. Неавтоклавный ячеистый бетон на основе сухой строительной смеси // Строительные материалы. 2008. № 1. С. 4–5.
9. Pukharensko Y.V., Nikitin V.A., Letenko D.G. Nanostructurization of tempering water is as a way of enhancement of effectiveness of plastifying agent in concrete mixtures // (2006), Stroitel'nye Materialy (Construction materials), (8), Pp. 11–13.
10. Shapovalov N.A., Strokova V.V., Cherevatova A.V. Control of structure and properties of high concentrated dispersed systems using processes and technologies // Industrial and Civil Engineering. 2007. № 8. Pp. 17–18.
11. Lesovik V.S., Visotskaya M.A., Yadikina V.V., Kuznetsov D.A. Nanotechnology in road construction industry // (2007), Stroitel'nye Materialy (Construction materials), (1), Pp. 52–54.
12. Yakovlev G.I., Pervushin G.N., Burjanov A.F., Kjdolov V.I., Krutikov V.A. Fisher H.B., Kerene Y. Modification of porous cement matrix with carbon nanotubes // (2009), Stroitel'nye Materialy (Construction materials), (3), Pp. 99.
13. Yakovlev G.I., Pervushin G.N., Яковлев Г.И., Маева И.С., Корженко А., Бурьянов А.Ф., Мачулайтис Р. Modification of anhydride – based composites with multi-walled carbon nanotubes // (2010), Stroitel'nye Materialy (Construction materials), (7), Pp. 25–27.
14. Bersh A.V., Ivanov Y.L., Mazalov Y.A., Glukhov A.V., Trubachev O.A. Production process of oxides and hydroxides of aluminium and hydrogen and an installation for their production // Russian Patent № 22278077. Received. 11.07.2005. Published. 20.06.2006. P. 12.
15. Shakhova L.D., Rakhimbaev Sh.M., Chernositova E.S., Samborsky S.A. The role of cement in foam concrete production // (2005), Stroitel'nye Materialy (Construction materials), (1), Pp. 42–44.
16. Bernatsky A.F., MASHkin A.N., Petrov I.I., Zibnitskaya N.E. Features of cement chemical reactivity in production of heavy and aerated concrete // Izvestia vuzov. Construction. 2012. № 2. Pp. 33–37.
17. Strokova V.V., Erokhina I.A., Bukhalo A.B. Non-autoclaved cellular concrete on the base of dry building mix // (2008), Stroitel'nye Materialy (Construction materials), (1), Pp. 4–5.



3–4 апреля 2013 г. в подмосковном Красногорске на территории производственного предприятия «КНАУФ ГИПС» пройдет первый деловой форум «Дни КНАУФ: Мировой опыт. 20 лет в России».

В форуме примут участие профессионалы, определяющие тенденции в современной архитектуре, проектировании и строительных технологиях, а также руководители строительной отрасли России, Московской области, ведущих общественных организаций российского стройкомплекса. Деловая программа первого дня форума будет посвящена теме инновационных строительных материалов и технологий. Ее модератором выступит Институт менеджмента инноваций НИУ «Высшая школа экономики». В мероприятиях примут участие представители государственной власти и бизнеса, общественные деятели и участники строительного рынка.

Ключевым событием второго дня форума станет конференция с участием мировых звезд архитектуры и дизайна, лауреатов Притцкеровской премии. Среди приглашенных иностранных экспертов Дэвид Чипперфильд, Даниэль Либескинд. Модератором проекта в России выступит Институт медиа, архитектуры и дизайна «Стрелка». Зарубежные коллеги выступят с лекциями и проведут мастер-классы, примут участие в дискуссиях на самые острые и актуальные темы в области архитектуры и дизайна. Для проведения форума будет оборудован специальный павильон «Пятитысячник», простран-

ство которого разделят на несколько функциональных зон: деловую, интерактивную, выставочную и развлекательную.

Интерактивное пространство форума будет сформировано экспозициями, представляющими знаковые строительные объекты из различных стран: России, Германии и т. д. Каждая инсталляция покажет, какие новаторские технологии применялись для создания этих зданий и сооружений. В ходе работы форума пройдут разнообразные ворк-шопы и мастер-классы, которые проведут российские и зарубежные специалисты КНАУФ. Гости мероприятия смогут опробовать продукты и технологии КНАУФ в действии: акустические плиты – в студии звукозаписи, влагозащитные плиты – на гоночной трассе для моделей катеров.

В зоне отдыха и развлечений посетителей ждут различные шоу, здесь же – лаунж-пространство для живого общения и проведения переговоров, а также фуд-корт. На форуме с интересом и пользой можно будет провести целый день.

«Дни КНАУФ» обещают стать знаковым событием года для строительной индустрии. Ожидается, что в Форуме примут участие около 3000 профессионалов.

[www.dniknauf.ru](http://www.dniknauf.ru)