

УДК 6-022.532

В.В. НЕЛЮБОВА, канд. техн. наук, В.В. СТРОКОВА, д-р техн. наук, Н.В. ПАВЛЕНКО (9103638838@mail.ru), канд. техн. наук, И.В. ЖЕРНОВСКИЙ, канд. геол.-мин. наук, Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

V.V. NELUBOVA, Candidate of Technical Sciences, V.V. STROKOVA, Doctor of Technical Sciences, N.V. PAVLENKO, Candidate of Technical Sciences, I.V. ZHERNOVSKY, Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Belgorod State Technological University named after V.G. Shoukhov

Строительные композиты с применением наноструктурированного вяжущего на основе сырья различных генетических типов

Construction composites using of nanostructured binder based on raw of varying genetic types

Высокие энергозатраты и отрицательное влияние на экологию при производстве цемента ставят задачу создания эффективных бесклнкерных вяжущих систем, на основе которых возможно производство строительных материалов различного функционального назначения и типа твердения.

Углубление знаний о строении и функционировании природных объектов на молекулярном уровне привело к разработке общетеоретического подхода к получению и использованию искусственных материалов с наноразмерной структурой [1] и основ технологии их производства. В основе создания одной из таких технологий лежит принцип формирования структуры материалов, полученных по технологии высококонцентрированной вяжущей суспензии (ВКВС). В данной системе формируется около 10% частиц наноразмерного уровня при механической активации исходных материалов.

Рассматриваемые в работе вяжущие получают мокрым измельчением при 60–80°C в оптимальной области значений pH, позволяющей осуществлять процесс в условиях предельной концентрации (максимальном разжижении) с последующей стабилизацией суспензии по реологическому принципу – механическим гравитационным перемешиванием. При этих условиях достигается как полидисперсный зерновой состав, так и низкое содержание связанной жидкости, что является определяющим в отношении плотности (пористости), прочности и усадки вяжущего [2].

Основополагающими при разработке ВКВС и разнообразных материалов на их основе, в том числе безобжиговой керамики и огнеупорных бетонов, явились работы Ю.Е. Пивинского [3].

По степени применимости для получения строительных композитов были ранжированы вяжущие вещества на основе кремнеземного или алюмосиликатного сырья (см. рисунок).

Впервые исключительно эффективная роль ультрадисперсных частиц в технологии ВКВС и материалах на их основе была установлена в [4], где отмечалось, что наличие в суспензии частиц размером 10–30 нм позволяет повысить показатели предела прочности при изгибе отливок более чем в 10 раз, а также существенно увеличить их водостойкость.

Однако недостатками суспензий, полученных по данному способу, является их недостаточная седиментационная устойчивость, неблагоприятная для формирования изделий, сильная дилатансия, пониженная механическая прочность изделий до термообработки [3].

The modern construction materials which are available at the moment are to provide cost reduction and labor inputs in building process, they are responsible for decreasing in mass of the buildings and structures and improving of it heat insulation. The main task, therefore, is a technical and economical fitting of competitive product types in order to make a dominate position for more economically effective of them.

Owing to high energy demand and negative impact on the environment of cement production, the necessity in design new materials on the base of cement-free binders, which a non-hydration nanostructured binder (NB) of can be attributed to. NB is a new generation binder, applied for construction materials production. There are quartz sand, quartzitic sandstone quartzite and perlite can be used as main raw materials in the cohesive system.

Free-cement nanostructured binder can be applied for wide range in construction materials classification such as foam-concrete, gas-concrete, micro reinforced cellular composites and silicate materials.

Application of NB is endowed in optimal effect when using of eco-friendly technology for energy effective construction materials on the base on the free-cement binder to produce.

Today, high energy costs in cement production as well as negative impact of the process on the environment force to creating new effective free-cement cohesive systems and the construction materials on it base with different-purpose and various curing types can be developed.

Extending knowledge of structure and performance of natural objects at molecular scale led to development of basic approach to producing and application of synthetic materials with nanosized structure [1] and their production principles.

A principle of structure formation of materials, obtained with high concentrated binder system (HCBS) technology underlays the conception of design the one of such a technology. In the given system it is near 10% of nanosized particles form in result of mechanochemical activation of raw materials.

The binders studied in this work are produced by wet milling process at 60–80°C in optimal pH level. All these conditions provide the milling process with critical concentration (max dilution) followed by suspension stabilization on the rheological principal, which is a mechanical gravitation mixing. At these conditions polydispersed granular composition as well as a low amount of bonded liquid is achieved. It is

Ранее были установлены закономерности регулирования реологических свойств и агрегативной устойчивости ВКВС силикатного и алюмосиликатного составов [5, 6]. Показана определяющая роль содержания нанодисперсных частиц в смешанных вяжущих на их свойства. Предложен принцип оптимизации структуры матричной фазы на примере ВКВС, основанный на комплексном проявлении трех механизмов воздействия на систему: структурно-механического, электростатического, адсорбционно-сольватного. Все это позволило расширить области использования ВКВС, стало возможным применять их в качестве активных кремнеземных добавок-модификаторов – наноструктурированно-го модификатора (НМ) и основного вяжущего компонента – наноструктурированного вяжущего (НВ).

Специфика технологии НВ позволяет использовать в качестве основного сырьевого компонента широкий спектр кремнеземных и алюмосиликатных пород природного и техногенного происхождения. Выбор того или иного материала осуществляется с учетом локализации месторождений пород в регионе, где планируется осуществлять производство вяжущего.

С точки зрения расширения сырьевой базы для получения наноструктурированных вяжущих особый интерес представляет перлит – скрытокристаллическая алюмосиликатная вулканическая порода [7].

Основными достоинствами наноструктурированного вяжущего являются низкая себестоимость и высокая технологичность. Низкая себестоимость обусловлена доступностью и широчайшей распространенностью минерального сырья для его производства и, как следствие, минимальными транспортными расходами, отсутствием энергозатрат на высокотемпературную обработку сырья при производстве вяжущего и неограниченным сроком хранения. Высокая технологичность связана с уникальными свойствами при низкой водопотребности и значительным температурным интервалом эксплуатации.

В настоящее время разработан ряд материалов с использованием наноструктурированного вяжущего. В частности, предложены составы силикатных автоклавных прессованных материалов с использованием наноструктурированного модификатора, позволяющие получать изделия с пределом прочности при сжатии до 40 МПа, морозостойкостью до 75 циклов [8, 9].

Использование наноструктурированного модификатора повышает в 1,5 раза прочность при сжатии сырья, что позволяет выпускать эффективные высокопрочные изделия с повышенной долговечностью, а также окрашенные силикатные материалы, обладающие повышенной цветостойкостью при длительном воздействии окружающей среды.

Специфика наноструктурированных вяжущих позволяет рекомендовать их для производства теплоизоляционных и конструкционно-теплоизоляционных ячеистых бетонов. Полученный пенобетон имеет плотность 300–900 кг/м³; прочность при сжатии 3–12 МПа; коэффициент теплопроводности 0,08–0,12 Вт/(м·°C); коэффициент паропроницаемости 0,23–0,14 мг/(м·ч·Па); сорбционную влажность 6–10%. Производство пенобетона на основе наноструктурированного вяжущего позволяет упростить, удешевить и повысить эффективность технологического процесса за счет существенного сокращения сроков изготовления пенобетонных изделий с улучшенными технико-эксплуатационными и теплофизическими характеристиками [10, 11].

Разработаны композиционные вяжущие с использованием НВ, что способствует повышению активности вяжущего до 35% при экономии клинкерной составляющей до 50%. Прирост прочности при введении объясняется формированием более плотной структуры цементного камня. При этом особенностью структуры це-

а determining factor if we speak about density (porosity), strength and shrinkage of the binder [2].

It is reputed the works of Y. E. Pivinsky [3] are the fundamental research of HCBS technology and different materials on its base including unfired ceramic and refractory concretes.

In order of application for construction composites to produce, cohesive systems on the base of silica and aluminosilica raw were classified (Fig. 1).

For the first time, the exclusive effectiveness of ultra-sized particles in the HCBS technology and the materials on its base was found in work [4]. Herein, it is determined the present of particles in the range of 10–30 nm in the suspension allows increasing in bending strength of samples over 10 times and improving their water resistance significantly.

Disadvantages of the suspension produced with this method, however, is their low sedimentary stability, low mechanical strength of items before it heat treating and high dilatancy which has unfavorable effect in molding process [3].

By recent researches, the principles of control of rheological properties and aggregative stability of HCBS based on silica and aluminosilicate raw [5, 6]. A dependence of nano-sized particles concentration in complex binders on its characteristics was shown. A principle of structural optimization of the matrix (by the example of HCBS) was suggested, which based on appearance of third mechanisms influenced the system: structural-mechanical, electrostatic and adsorptive-solvate. All of this led to extension of a field of application of the HCBS. It became possible to use one as an active silica modifier, that is, nanostructured modifier (NM) and a main binder component – nanostructured binder (NB).

The specificity of NB technology allows using wide range of natural and industrial silica and aluminosilicate rocks as a base raw component. A choice of any given material can be made in view of regional location of minerals used, where the binder production is planned.

From the viewpoint of raw materials source extension to produce nanostructured binders, it is of special interest is perlite, that is, a cryptocrystalline aluminosilicate volcanic rock [7].

The main advantages of the nanostructured binder are low cost and high workability. The low cost motivated by availability and widespread distribution of raw for its manufacturing and as a result, by fewer transportation costs, no energy costs for high temperature treatment of raw during the binder production and unlimited stock life. High workability occurs due to unique binder's properties at low water demand and wide range of exploitation temperature.

A set of NB-based materials have developed today. In particular, the silicate autoclave NB-based pressed material compositions are offered, that stress strength is 40 МПа, about 75 freeze-thaw cycles. Application of the nanostructured modifier leads to increasing in stress strength of green body is 1,5 times [8, 9]. That would allow production of high porosity items with high durability as well as colored silicate materials to produce, which have a high color resistance under long time environmental impact.

Specific properties of the NB make it possible to be recommended for heat-insulation and construction-heat-insulation cellular concretes production. The foam concrete obtained with density of 300–900 kg/m³, compressive strength of 3–12 МПа, coefficient of thermal conduction of 0,08–0,12 Вт/(м·°C), vapor permeability coefficient of 0,23–0,14 мг/(м·h·Pa), sorption humidity of 6–10% respectively. Production of foam concrete on the base of the nanostructure binder allows simplifying, reducing the price and increasing efficiency of the operating process because of production time decrease of the foam concrete with improved operational and thermo-physical characteristics [10, 11].

Вязущее сухого помола Dry milling binder	Механоактивация вязущих мокрого помола Mechano-activation of wet milling binder	Высококонцентрированные вязущие системы (ВКВС) High concentrated binder systems (HCBS)	Смешанные ВКВС Complex HCBS	Пластифицированные ВКВС Plasticized HCBS	Модифицированные ВКВС Modified HCBS	Наноструктурированное вязущее (НВ) Nanostructured binder (BN)
Тонкое измельчение горных пород Fine grinding of rocks	Цементирующие связи на основе кремнезема, полу- железные в воднощелочной среде при всестороннем давлении Silica-based cementation material obtained in alkaline medium at hydrostatic pressure	Одностадийный мокрый помол в условиях предельной концентра- ции и повышенной температуры, дополнительная стабилизация при гравитационном перемешивании Single-stage wet milling at high tem- perature and critical concentration and additional stabilization when gravitation mixing	Системы из отдельных компо- нентов алюмосиликатного состава с заранее изученными свойствами One-component system based on aluminosilicate raw with tai- lored properties	ВКВС с глинистой составляю- щей в качестве пластифициру- ющей добавки 2–10% HCBS including clay as a plasti- fying agent (2–10% by weight)	ВКВС и комплексная органиоинеральная добавка HCBS + organomineral additive	Пространственная оптимиза- ция структуры матричной фазы. ВКВС + пластифициру- ющая добавка + органиоинне- ральная добавка Three-dimensional structural optimization of matrix phase of HCBS + plastifying agent + organomineral additive
Керамобетоны, обжиговые материалы и подвергаемые гидротермальной обработке Fired materials exposed hydrothermal treatment, ceramic concrete	Огнеупорный материал методом прессования Refractory materials produced by compacting method	Керамобетоны с заполнителем, изделия кварцевой керамики без предварительного обжига Infill ceramic concrete, silica-based ceramics items without precoat	Молдые и немолдые огнеупорные продукты Molded and unmoled refractory products	Получение формованных и неформованных огнеупоров и вязущих для обжиговых строительных материалов Molded and unmoled refractory products and binders for fired construction materials	Вязущее для широко- го спектра матери- алов строительного и специального назначения Binder for wide range of construction and specific-purpose materials	Вязущее для получения мате- риалов с направленно- регулируемыми свойствами и улучшенными характери- стиками Binder for production materials with controlled properties and improved performances
Вязущее, твердеющее по безгидра- тационному механизму (прочность 10 МПа) Non-hydration binder (10 MPa compressive strength)	Материал с высокой проч- ностью (54 МПа) и низкой пористостью (16%) после гидротермальной обработки Increased strength (54 MPa) and low porosity (16%) materials after hydrothermal treatment	Повышенная прочность (50–90 МПа), низкая пористость (8,5–12%) за счет образования при помолке кремнекислоты, обла- дающей связующими свойствами. Меньшее содержание щелочных добавок High strength (50–90 MPa), low porosity (8,5–12%) due to silicic acid formed after milling which has cohe- sive properties. Fewer alkaline addi- tives percentage	Увеличение времени эксплуа- тации за счет оптимизации исходного химикоинералогиче- ского состава системы Increasing of the system operat- ing time due to its chemical and mineral composition.	Повышается седиментацион- ная устойчивость ВКВС, воз- можно изменение реологиче- ского типа системы, высокое объемное постоянство на стадии сушки Increased sedimentation stability of HCBS, possible change of the rheological system type. Volume constancy during drying process	Высокая подвиж- ность, расширение спектра практическо- го применения High workability, expanding of applica- tion field	Высокая седиментационная устойчивость при минималь- ной вязкости. Возможность управления структурой вязу- щего на микро- и наночуровне High sedimentation stability at smallest viscosity. Possibility to control binder structure in micro- and nanoscale.
Удовлетворительная прочность прес- сованных образцов достигается только после введения гидрата изве- сти. Механизм синтеза по этой типо- тезе до конца не реализован Reasonable strength the samples obtained by compactible method can be achieved only after hydrated lime adding. The synthesis mechanism upon this hypothesis not fully discovered.	Условия синтеза: всесто- роннее давление и темпе- ратура 2000°C, низкая технологичность Synthesis conditions: hydro- static pressure; tempera- ture 2000°C, low process- ability	Эффект дилатации существенно осложняет технологический процесс Dilatation is a complicating factor for production process	Отсутствие седиментационной устойчивости, высокая вяз- кость, несоответствие требова- ниям по химическому составу для огнеупорных материалов Lack of sedimentation stability, high viscosity, chemical compo- sition unavailability to refractory materials.	Низкая водостойкость изделий и невысокая подвижность формовочных систем Low water resistance of items and low workability of molding mixture.	Недостаточная седи- ментационная устой- чивость Low sedimentation stability	В настоящее время не выявлено It is not studied now
Исследователи В.Н. Юнг V. N. Young	Г.В. Ферберн G.V. Ferbern	Ю.Е. Пивинский Y.E. Pivinsky	Ю.Е. Пивинский Y.E. Pivinsky	Ю.Е. Пивинский, А.В. Череватова Y.E. Pivinsky A.V. Cherevatova	А.В. Череватова Н.А. Шаповалов A.V. Cherevatova N.A. Sharovalov	А.В. Череватова Н.А. Шаповалов В.В. Строчкова A.V. Cherevatova N.A. Sharovalov V.V. Strokova

Схема эволюции бесцементных вязущих негидратационного твердения
Evolution of non-hydration free-cement binders

ментного камня с НВ является существенно меньшее количество микротрещин [12, 13].

В условиях развития и быстрого роста монолитного и малоэтажного коттеджного строительства ячеистые бетоны являются перспективным материалом для создания эффективных стеновых конструкций. Выявлено, что оптимальный зерновой состав, высокая полидисперсность твердой фазы, реологические свойства НВ оказывают положительное влияние на формирование рациональной ячеистой структуры теплоизоляционных бетонов и их технико-эксплуатационные характеристики.

Использование наноструктурированного вяжущего при получении теплоизоляционных ячеистых композитов позволяет осуществлять направленное формирование структуры ячеистых бетонов. Получение рациональной пористой структуры теплоизоляционных материалов является основополагающим при производстве ячеистых бетонов, влияет на функциональные показатели качества изделий, обеспечивает снижение теплопроводности материала без значительного уменьшения прочностных характеристик.

Применение НВ позволяет получать материалы с оптимальной ячеистой структурой, которая характеризуется равномерно распределенными, полидисперсными, замкнутыми, деформированными в правильные многогранники с глянцевой поверхностью припорового слоя порами, разделенными тонкими плотными одинаковыми по сечению межпоровыми перегородками. Уменьшение пористости межпоровой перегородки обусловлено наличием нанодисперсных частиц в НВ и формовочных системах на его основе. При использовании НВ частицы минимальных размеров располагаются в зазорах между относительно крупными частицами матричной системы, что способствует созданию тонкой пленки минерализатора на поверхности воздушного пузырька.

Обоснована повышенная огнестойкость строительных композитов с применением НВ, которая связана с составом и типом твердения вяжущего, исключаяющего гидратацию [11]. При воздействии на материал температуры свыше 1000°C его прочность возрастает, что обусловлено протеканием кристаллизационных процессов с участием кремнеземных и алюмосиликатных составляющих.

Разработка и применение нового типа наноструктурированного вяжущего дает возможность существенно снизить энергоемкость производства искусственных композитов.

Работа выполнена при финансовой поддержке: Министерства образования и науки Российской Федерации, государственный контракт 16.740.11.0770, соглашение 14.В37.21.0930, государственное задание 3.4601.2011.

Ключевые слова: наноструктурированное вяжущее, ячеистые бетоны, автоклавные материалы, структурообразование.

Список литературы

1. Шаповалов Н.А., Строчкова В.В., Череватова А.В. Оптимизация структуры наносистем на примере ВКВС // Строительные материалы. 2006. № 9. С. 12–13.
2. Пивинский Ю.Е. О механизме твердения и упрочнения «керамических» вяжущих // Журн. прикл. химии. 1981. Т. 54. № 8. С. 1702–1708.
3. Пивинский Ю.Е. Теоретические аспекты технологии керамики и огнеупоров. СПб: Стройиздат, 2003. Т. 1, т. 2. 544 с.
4. Пивинский Ю.Е. О стабилизации и старении керамических суспензий // Огнеупоры. 1983. № 8. С. 15–22.
5. Череватова А.В. Строительные композиты на основе высококонцентрированных вяжущих систем : дис. ... д-ра техн. наук. Белгород, 2008. 446 с.

The NB-base composite binders have developed. It provides enhancement of the binder chemical reactivity to 35%, while, the saving of clinker component to 50%. Increasing in strength when adding of NB can be explained with occurrence of more compact structure of cement stone. At the same time, the singularity of the structure involving NB is much less quantity of microcracks in [12, 13].

In the terms of development and rapid growth of monolithic and low cottage construction cellular concretes are a perspective material for creation of effective walling. It is revealed that the optimum grain structure, high polydispersion of a solid phase, rheological properties of the NB have positive effect to formation of rational cellular structure of heat-insulating concrete and their technical and operational characteristics.

Using of nanostructured binder when receiving heat-insulating cellular composites, allows carrying out the directed formation of structure of cellular concrete. Receiving rational porous structure of heat-insulating materials is a fundamental task when production of cellular concrete. It influences functional indicators of product quality, provides decrease in heat conductivity of a material without considerable reduction of their strength characteristics.

Application of NB allows to obtain materials with optimum cellular structure which is characterized by evenly distributed, polydispersed, locked, deformed in the correct polyhedrons porous, with a glossy surface of the near-porous layer, divided with thin dense interporous partitions-walls. Reduction of porosity of an interporous partition-wall is conditioned by existence of nanodispersed particles in NB and in moulding systems on its basis. When using NB the particles of the minimum sizes, located in gaps between relatively large particles of matrix system that promotes creation of a thin film of the binder on a surface of an air bubble.

The increased fire resistance of construction composites with application of NB which is connected with structure and curing type of the binder, excluding hydration [11] is proved. Thermal impact on material at temperature over 1000°C, its durability increases, that is caused by course of crystallization processes with participation silica and aluminosilicate components.

Thus, development and application of new type nanostructured binder and technology when construction materials production will make possible to reduce energy demand in production of synthetic composites significantly for nanomaterials in industrial and civil engineering to be produced.

The research work is accomplished under the support of Ministry of Education and Science of the Russian Federation: theStatecontract 16.740.11.0770, Agreement 14.В37.21.0930, governmentcontract 3.4601.2011.

Keywords: nanostructured binder, aerated concretes, structuring, autoclave materials.

References

1. Shapovalov N.A., Strokova V.V., Cherevatova A.V. Optimization of structure of nanosystems on the example of HCBS // (2006), Stroitel'nye Materialy (Construction materials), (9), Pp. 12–13.
2. Pivinsky Y.E. On mechanism of curing and reinforcing of “ceramic” binders // Appl. Chem. Journal. 1981. Vol. 54. № 8. Pp. 1702–1708.
3. Pivinsky Y.E. Theoretical aspects of ceramic and refractory materials technology // S-Peterburg: Stoiisdat 2003. Vol. 1. T. 2. 544 p.
4. Pivinsky Y.E. Some aspects of stabilization and aging processes of ceramic suspension // Refractory materials. 1983. № 8. Pp. 15–22.

6. Шаповалов Н.А., Череватова А.В., Слюсарь А.А. Комплексная модифицирующая органо-минеральная добавка для алюмосиликатных огнеупорных систем на основе высококонцентрированных керамических вяжущих суспензий // Химия и химическая технология. 2003. Т. 46. Вып. 5. С. 137–140.
7. Мирошников Е.В., Строчкова В.В., Череватова А.В., Павленко Н.В. Наноструктурированное перлитовое вяжущее и пенобетон на его основе // Строительные материалы. 2010. № 9. С. 105–106.
8. Нелубова В.В. Повышение эффективности производства силикатных автоклавных материалов с применением нанодисперсного модификатора // Строительные материалы. 2008. № 9. С. 2–5.
9. Нелубова В.В., Буряченко В.А., Череватова А.В. Автоклавный газобетон с использованием наноструктурированного модификатора // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2010. № 1. С. 47–50.
10. Череватова А.В., Павленко Н.В. Пенобетон на основе наноструктурированного вяжущего // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2009. № 3. С. 115–119.
11. Павленко Н.В., Череватова А.В., Строчкова В.В. Особенности получения рациональной поровой структуры пенобетона на основе наноструктурированного вяжущего // Строительные материалы. 2009. № 10. С. 32–36.
12. Лесовик Р.В., Топчиев А.И., Агеева М.С., Ковтун М.Н., Алфимова Н.И., Гринев А.П. Пути повышения эффективности мелкозернистого бетона // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2007. № 7(102). С. 16–17.
13. Лесовик Р.В., Алфимова Н.И., Ковтун М.Н. Стеновые камни из мелкозернистого бетона на основе техногенного сырья // Известия вузов. Строительство. 2007. № 11. С. 46–49.
5. Cherevatova A.V. Construction composites on the base of high concentration binder suspensions: thesis. ... Dr. of Science: Belgorod, 2008. 446 p.
6. Shapovalov N.A., Cherevatova A.V., Slusar' A.A. Complex organo-mineral modifying agent for production of aluminosilicate refractory systems on the base of high concentration binder suspensions // Chemistry and chemical technology. 2003. Vol. 46, issue 5. Pp. 137–140.
7. Miroshnikov E.V., Strokova V.V., Cherevatova A.V., Pavlenko N.V. Nanostructured perlite binder and foam-concrete on its base // (2010), Stroitel'nye Materialy (Construction materials), (9), Pp. 105–106.
8. Nelubova V.V. Improvement of the effectiveness of silicate autoclavic materials production using nanodispersed modifier // (2008), Stroitel'nye Materialy (Construction materials), (9), Pp. 2–5.
9. Nelubova V.V., Burjachenko V.A., Cherevatova A.V. Autoclavic aerated concrete using of nanostructured modifier // Vestnik of BSTU named after V.G. Shoukhov. 2010. № 1. Pp. 47–50.
10. Cherevatova A.V., Pavlenko N.V. Foam concrete produced with nanostructured binder // Vestnik BSTU named after V.G. Shoukhov. 2009. № 3. Pp. 115–119.
11. Pavlenko N.V., Cherevatova A.V., Strokova V.V. Features of obtaining rational porous structure of foam concrete on the base of nanostructured cohesive // (2009), Stroitel'nye Materialy (Construction materials), (10), Pp. 32–36.
12. Lesovik R.V., Topchiev A.I., Ageeva M.S., Kovtun M.N., Alfimova N.I., Grinev A.N. Strategies of improving of effectiveness for fine grain concrete // Construction materials, machinery and technology of XIX century. 2007. № 7(102). Pp. 16–17.
13. Lesovik R.V., Alfimova N.I., Kovtun M.N. Wall blocks produced with fine grain concrete on the base on industrial by-products // Izvestia vuzov. Construction. 2007. № 11. Pp. 46–49.

ТОРГОВЫЙ ДОМ
ИНТА-СТРОЙ

ООО «ТД «ИНТА-СТРОЙ», 644113, Омск, ул. 1-я Путевая, 100
Тел.: (3812) 35 65 44, 35 65 45. E-mail: info@inta.ru. Http: www.inta.ru

Реклама

ОБОРУДОВАНИЕ «ИНТА-СТРОЙ» ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ЛИНИЯ ОБЖИГА КИРПИЧА ШЛ 540



Основные характеристики:

- производительность, млн. шт./год – 5;
- установленная мощность, кВт – 47;
- габариты (дл., шир., выс.), м – 30, 7, 12;
- масса без футеровки, т – 121.

Назначение:

- Досушка сырца до влажности 2...3%.
- Обжиг кирпича в печи шахтного типа.
- Входит в состав кирпичного завода ШЛ-500, работающего по технологии полусухого прессования.

Преимущества:

- модульный принцип (сокращает монтаж);
- низкий расход условного топлива на единицу продукции;
- высокий уровень автоматизации;
- современные экологические показатели;
- компактность и удобство обслуживания;
- низкая себестоимость кирпича при сокращенном времени обжига.

МЫ ЗВЕНЬЯ ОДНОЙ ЦЕПИ