

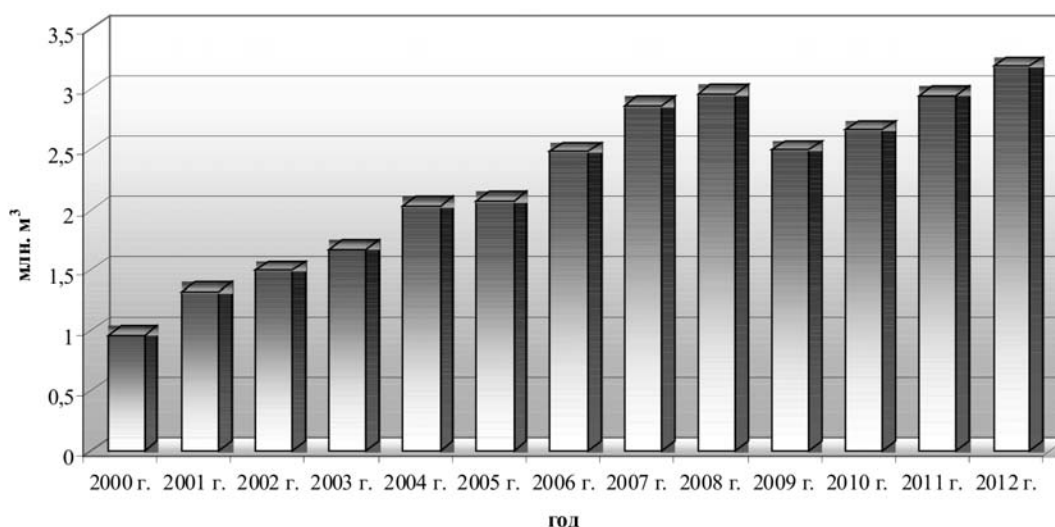
УДК 666.973.6

*Сажнев Н.П., кандидат технических наук, старший научный сотрудник, советник руководителя  
ОАО «Управляющая компания холдинга «Забудова»  
Шелег Н.К., начальник производства завода строительных конструкций ОАО «Управляющая компания холдинга «Забудова»  
Ткачик П.П., главный редактор журнала «Архитектура и строительство», Республика Беларусь*

## ПРОИЗВОДСТВО И ПРИМЕНЕНИЕ В СТРОИТЕЛЬНОМ КОМПЛЕКСЕ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ЯЧЕИСТОГО БЕТОНА АВТОКЛАВНОГО ТВЕРДЕНИЯ

«Основными направлениями развития материально-технической базы строительства Республики Беларусь на период 1998-2015 гг.» ячеистобетонные изделия определены главным стеновым материалом на указанный период [1]. В 2015 году планируется довести годовой объем производства ячеистобетонных изделий до 3,8 млн. м<sup>3</sup>. На 1000 жителей ежегодно в Республике Беларусь производится 260-300 м<sup>3</sup> изделий из ячеистого бетона, в странах Западной Европы – 180-220 м<sup>3</sup>.

В Республике Беларусь производство ячеистобетонных изделий автоклавного твердения одно из самых динамично развивающихся отраслей промышленности строительных материалов.



Для Республики Беларусь при наличии своей достаточной сырьевой базы и развитого производства, оснащенного современным технологическим оборудованием, автоклавный ячеистый бетон является стратегическим материалом, особенно с позиции энергосбережения в строительстве. После введения с 01.01.2010 г. повышенных нормативных показателей сопротивления теплопередачи ограждающих конструкций ячеистый бетон с учетом его объемов производства и качества изделий остался практически единственным строительным материалом в Беларуси, который обеспечивает выполнение нормативных требований строительной теплотехники без применения других, в том числе эффектных теплоизоляционных материалов.

В связи с увеличением объемов жилищного строительства в Республике Беларусь принята ориентация на индивидуальное домостроение за счет увеличения объемов крупнопанельного быстровозводимого энергоэффективного жилищного строительства, в том числе с использованием изделий из ячеистого бетона. Разрабатывается соответствующая государственная программа.

В строительном комплексе Республики Беларусь автоклавный ячеистый бетон прочно занимает одно из ведущих мест как универсальный материал, позволяющий решать обширный класс инженерных задач, обеспечивающий современное качество и конкурентоспособность строительной продукции. Из ячеистобетонных неармированных и армированных изделий (мелких и крупных блоков, стеновых панелей, перемычек, плит перекрытия и покрытия, ступеней), выпускаемых в Республике Беларусь, возводят здания жилищно-гражданского назначения: жилые дома, гостиницы, детские сады и многое другое [2].

В индивидуальном секторе жилых домов ячеистый бетон занимает ведущее место, а объемы его применения возрастают пропорционально количеству строящихся зданий. Об этом наглядно свидетельствуют ежегодно возводящиеся в крупных и средних городах микрорайоны индивидуальной застройки. В г. Минске ячеистый бетон массово использован при строительстве микрорайонов по проспекту «Газеты «Известия» и «Большая Слепянка», а также при застройке элитными домами микрорайона «Медвежино». При реализации Государственной программы возрождение белорусской деревни в последние несколько лет были построены в агрогородках около 1000 индивидуальных жилых домов (коттеджей) и сельскохозяйственных построек из ячеистого бетона для работников села.

Автоклавный ячеистый бетон находит применение и при строительстве зданий малой и средней этажности (до 5 этажей включительно), причем не только в конструкциях несущих стен, но и междуэтажных перекрытий. Разработанная УП «Институт БелНИИС» еще в конце 90-х годов конструкция перекрытий из ячеистобетонных плит с железобетонным обвязочным контуром и монолитными межплитными швами хорошо зарекомендовала себя не только в зданиях со стеновой конструктивной системой, но также при неполном каркасе и в зданиях с несущим сталебетонным каркасом [3].

В последние годы разнообразие городской застройки белорусских населенных пунктов обеспечивают путем строительства зданий средней этажности, среди которых не последнее место занимают конструктивные стеновые системы с массовым применением ячеистого бетона. Современная массовая застройка столицы Беларуси, областных центров и относительно крупных городов характеризуется преобладанием многоэтажных зданий и зданий повышенной этажности. Такие строения возводят, как правило, с несущим каркасом, а наружные стены опирают на перекрытия в пределах каждого этажа. Для устройства поэтажно опертых стен как нельзя лучше подходит ячеистый бетон, который позволяет реализовывать практически любые архитектурные решения.

Ячеистый бетон находит применение не только, в массовом жилищном строительстве, но и при сооружении уникальных объектов, таких, например, как Национальная библиотека Беларуси. При устройстве наружных стен, закрытых спайдерным остеклением, использовали как ячеистобетонные блоки, так и армированные стеновые панели плотностью ячеистого бетона  $400 \text{ кг/м}^3$ , класс бетона по прочности на сжатие В 1,5. Блоки из ячеистого бетона использовали на этом объекте также и для устройства перегородок. Наружные стены и перегородки стилобата и лифтового ствола также устроены с применением ячеистого бетона. Практически все ледовые дворцы, закрытый футбольный манеж и целый ряд других объектов построены с применением ячеистого бетона.

Производство и применение автоклавного ячеистого бетона в строительном комплексе Республики Беларусь обеспечивается проведением комплекса научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, выполнением обследований и оценкой технического состояния несущих и ограждающих конструкций, разработкой комплектов нормативной, нормативно-технической и проектной документации, а также изданием технической литературы.

В Республике Беларусь разработан полный комплект нормативно-технической документации, гармонизированной с европейскими нормами, регламентирующий современные правила их изготовления и применения: ТКП-5.03-137-2009 [4], СТБ 1570-2005 [5], СТБ 1117-98 [6], СТБ EN 771-4 [7], СТБ 1332-2002 [8], СТБ 1330-2002 [9], СТБ 1724-2007 [10], СТБ 1034-96 [11], СТБ 1189-2010 [12], СТБ 1185-99 [13].

Для проектирования конструкций зданий с применением ячеистобетонных изделий действует ТКП EN 1992-1-1-2009 [14], ТКП 45-5-02-82-2010 [15].

На основании анализа практики отечественного и зарубежного строительства и эксплуатации зданий с применением изделий из автоклавного ячеистого бетона РУП «Институт БелНИИС» разработана техническая документация, регламентирующая проектирование зданий с применением ячеистобетонных конструкций:

- Серия Б2.000-3.07 «Узлы и детали сопряжений конструктивных элементов зданий с комплексным применением ячеистого бетона. Выпуск 0. Материалы для проектирования» (введена в действие в июле 2007 г.);

- Серия Б2.030-13.10 «Узлы и детали поэтажно опертых стен жилых и общественных зданий из эффективных мелкоштучных стеновых материалов. Выпуск 1. Рабочие чертежи» (введена в действие в сентябре 2011 г.);

- Р0.02.088.11 «Рекомендации по проектированию поэтажно опертых стен и перегородок из эффективных мелкоштучных стеновых материалов» (введены в действие в ноябре 2011 г.).

Для наращивания объемов производства, повышения качества готовой продукции и расширения области применения материалов и изделий из ячеистого бетона, а так же повышения квалификации специалистов, работающих в области технологии производства и применения ячеистобетонных изделий, немаловажным фактором является издание специальной технической литературы.

В 1999 г. вышло первое издание книги «Производство ячеистобетонных изделий. Теория и практика» [16], в 2004 г. – второе, дополненное [17] и 2010 г. – третье издание, дополненное и переработанное [18]. В книгах:

- проанализированы существующие технологии и оборудование для производства ячеистобетонных изделий автоклавного твердения;

- даны характеристики сырьевых материалов; представлены основные закономерности ударной технологии;

- описаны физико-химические процессы, протекающие при автоклавной обработке известково-цементно-песчаной смеси;

- свойства ячеистого бетона;

- описан отечественный и зарубежный опыт производства и даны рекомендации по применению ячеистого бетона в строительстве.

В 2006 г. вышла книга «Применение ячеистобетонных изделий. Теория и практика» [19]. В книге представлены физико-технические характеристики ячеистого бетона автоклавного твердения, даны описания элементов и конструкций, приведены деформационно-прочностные и теплотехнические показатели конструкций, изложены основные положения по проектированию несущих и ограждающих конструкций зданий, обобщен опыт строительства и эксплуатации зданий. Кроме того, вышло ряд изданий книги «Как построить индивидуальный жилой дом из ячеистого бетона» [20]. В книге в популярной форме изложена последовательность действий индивидуального застройщика в процессе возведения жилого дома. На примере иллюстраций показано, как обустроить строительную площадку; разместить и заложить фундамент; вывести стены цокольного, первого, второго и мансардного этажей; установить столярные изделия и выполнить кровельные работы.

В 2009 г. для студентов высших и средних учебных заведений, обучающихся по специальности «Производство строительных изделий и конструкций» издано «Производство ячеистобетонных изделий автоклавного твердения. Пособие» [21].

Проведены огневые испытания фрагментов стен и перегородок. На основании полученных результатов блоки из ячеистого бетона могут применяться не только для устройства стен и перегородок в зданиях всех степеней огнестойкости согласно классификации СНБ 2.02.01-98 «Пожарно-техническая классификация зданий, строительных конструкций и материалов», но также и для противопожарных преград 1-ого типа с пределом огнестойкости REI 150 (2,5 часа по всем критериям достижения предельного состояния).

В настоящее время по заданию Главного управления архитектурной, научной и инновационной деятельности Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь государственным предприятием «Институт НИИСМ» совместно с ОАО «Управляющая компания холдинга «Забудова» завершается научно-исследовательская работа (НИР) «Провести комплекс исследований по изучению теплофизических и эксплуатационных свойств системы: защитно-декоративное покрытие – ячеистый бетон в условиях эксплуатации, разработать покрытие повышенной паропроницаемости и Изменение в ТКП 45-2.04-2006 «Строительная теплотехника. Строительные нормы проектирования».

Но это только одна часть огромной работы по обеспечению эксплуатационной надежности и долговечности жилых домов с несущими и ограждающими конструкциями из ячеистого бетона автоклавного твердения.

Для перехода на качественно новый уровень проектирования и возведения зданий с применением ячеистого бетона РУП «Институт Бел НИИС» совместно с РУП «Стройтехнорм» разрабатывается Технический кодекс установившейся практики «Проектирование и возведение конструкций гражданских зданий с применением изделий из ячеистого бетона автоклавного твердения».

ГП «Институт жилища НИПТИС им. Атаева С.С.» совместно с ОАО «Управляющая компания холдинга «Забудова» в рамках выполнения государственного задания научно-технической программы «Разработка и внедрение новых конструктивно-технологических систем, технологий и материалов, обеспечивающих энергоэффективность и ресурсосбережение в строительстве, реконструкции и эксплуатации зданий и сооружений, повышение потребительских свойств и конкурентоспособности продукции и услуг строительного комплекса Республики Беларусь» приступает к выполнению НИР «Исследовать, разработать и внедрить технологию производства сборных ячеистобетонных конструкций для строительства энергоэффективных зданий массового жилищного строительства».

На предприятиях ДСК и КПД осуществляется модернизация технологического оборудования и наращивания мощностей по выпуску освоенных ранее конструктивно-технологических схем жилых зданий, а так же реконструкция предприятий, предполагая освоение новых каркасно-технологических систем производства плит перекрытий, колон, ригелей и облегченных конструкций наружных стен.

На действующих предприятиях производящих ячеистый бетон, как уже выше отмечалось, проведена крупная реконструкция, а так же построен ряд новых заводов ячеистого бетона. Это обеспечило значительное увеличение объемов производства и резкое повышение качества готовой продукции. Предприятия выпускают ячеистобетонные изделия, отвечающие высоким требованиям Европейских стандартов (EN), а по некоторым показателям и превосходящие их. Например, влажность по массе ячеистобетонных изделий, изготавливаемых по отечественной ударной технологии, не превышает 25 % по массе [18].

Все предприятия, построенные в советское время, прошли модернизацию. При этом приемные, помольные, частично смесеприготовительные, автоклавные и складские отделения прошли частичную реконструкцию. На Могилевском КСИ, ОАО «Сморгоньсиликатобетон» установлены линии «Варио-Блок» фирмы «Маза-Хенке» на Гродненском КСИ линия «Wehrhahn SMART» фирмы «Верхан» в ОАО «Любанский завод стеновых блоков» и ОАО «Оршастройматериалы» линия Воронежского ЗАО «Тяжмехпресс».

На новых заводах ячеистого бетона Минский КСИ, Березовский КСИ, «Красносельскстройматериалы» и СЗАО «КварцМелПром» установлен практически полный комплект оборудования фирмы «Маза-Хенке» – линия «Варио-Блок» и в ООО «Газосиликат» линия китайской фирмы CHANJZHOU TEEYER ENGINEERING MACHINERY CO. LTD. В ОАО «Гомельстройматериалы» установлена линия немецкой фирмы W+K International GmbH, а так же проведена модернизация советской линии «Универсал-60».

В ОАО «Управляющая компания холдинга «Забудова» установлен комплект оборудования фирмы «Хебель» («Кселла»). Это единственный завод в СНГ, который с 1997 г. выпускает полный комплект изделий на дом из ячеистого бетона: стеновые блоки, армированные стеновые панели наружных и внутренних стен, плиты покрытия и перекрытия, брусковые переемы, лотковые блоки для несущих перемычек и лестничные ступени.

На всех предприятиях внедрена система менеджмента качества в соответствии с требованиями EN ISO 9001:2000 и его национального аналога СТБ ИСО 9001:2001.

Продукция практически всех предприятий сертифицирована в Республике Беларусь, Российской Федерации, Украине, Литве, Латвии и др.

С целью расширения рынков сбыта и выхода на европейский уровень качества предприятиями проводится огромная работа для получения сертификата соответствия с правом CE-маркировки (возможность сбыта в страны Евросоюза) ячеистобетонных блоков.

В соответствии с Директивой 89/106 ЕЕС Совета Европейского Сообщества «Об аппроксимации законов, правил и административных положений в области строительных материалов» проводится аудит соответствия производственного контроля блоков из ячеистого бетона. Например, в сентябре Сертификационным центром Литвы в ОАО «Управляющая компания холдинга «Забудова» был проведен сертификационный аудит заводского производственного контроля. По результатам аудита получен ЕС сертификат системы контроля производства на блоки I-ой категории, выданный нотифицированной организацией № 1397 SPSC г. Вильнюс, Литовская Республика.

В настоящее время для успешного выполнения Государственной программы быстрорастущего жилищного строительства жизнь вынуждает искать пути резкого повышения производительности труда строителей. Это особенно важно также для энергоэффективных домов, которые должны строиться повсеместно в Беларуси. В этих домах теплозащита повышается фактически в два раза, нужно иметь наружную стену домов уже не с сопротивлением теплопередачи  $R = 3,2 \text{ м}^2 \text{ }^\circ\text{C/Вт}$ , а  $R \geq 4,0 \text{ м}^2 \text{ }^\circ\text{C/Вт}$ . Например, первый энергоэффективный дом с применением ячеистобетонных изделий был спроектирован институтом «Гродногражданпроект» и построен в г. Гродно. При этом достигнут расход энергии на отопление  $40 \text{ кВт/м}^2$ .

При нехватке кадров строителей и в условиях жесткой экономии энергоресурсов необходимо решить следующие первоочередные задачи:

- резко снизить трудоемкость строительства жилья увеличить теплозащиту зданий, при этом возможны следующие пути: замена наружных стен из мелких ячеистобетонных блоков на крупноразмерные стеновые панели;
- индустриализация строительства перегородок путем выпуска на заводах армированных панелей высотой на комнату;
- внедрение плит перекрытия и покрытия из ячеистого бетона с монолитными ригелями;
- широкое внедрение сборного или сборно-монолитного каркаса в строительстве жилья.

Развернулись работы по освоению производства сборного железобетонного каркаса и армированных ячеистобетонных изделий, в том числе крупноразмерных ячеистобетонных панелей [22]. Исходные элементы для крупноразмерных ячеистобетонных панелей (максимальные размеры  $6000 \times 600 \times 400 \div 500 \text{ мм}$ ) изготавливают по литьевой технологии на технологических линиях фирмы «Кселла» («Хебель») на заводе ОАО «Управляющая компания холдинга «Забудова» и фирмы «Маза-Хенке» (линия Варио-Блок) по ударной технологии на заводе

ОАО «Сморгоньсиликатобетон». В первом случае массив разрезается вертикально на изделия заданных разделов, а во втором горизонтально.

Не останавливаясь на способах резки ячеистобетонных массивов, следует отметить, что оба способа имеют положительные и отрицательные моменты. Однако в обоих случаях обеспечивается высокая геометрическая точность изделий, позволяющая вести их монтаж на клею.

С целью ориентации на производство профилированных армированных изделий, в том числе и на тонкостенные конструкции, в 2012 г. ОАО «Управляющая компания холдинга «Забудова» на заводе строительных конструкций (ЗСК) совместно с голландской фирмой AIRCRETE Europe B.V. провела модернизацию резательного комплекса «Хебель». Из армированных панелей толщиной 500 мм плотностью 400 кг/м<sup>3</sup> классом по прочности В1,5 проектируется с вертикально стоящими (на этаж) элементами быстровозводимый малоэтажный жилой дом.

Эффективность нового процесса производства армированных изделий из ячеистого бетона заложена уже на стадии разработки номенклатуры изделий. Номенклатура изделий обеспечивает максимальное использование массива или иначе минимальное количество отходов сырья при резке массива на изделия заданных размеров.

Исходные элементы панелей изготавливаются из ячеистого бетона плотностью 400-500 кг/м<sup>3</sup> и классом по прочности соответственно В1,5 и В2,5. При плотности бетона 400 кг/м<sup>3</sup> и толщине панели 400 мм и плотности 500 кг/м<sup>3</sup> и толщине 500 мм обеспечивается нормативное сопротивление теплопередачи, равное 3,2 м<sup>2</sup> °С/Вт.

В заключение необходимо отметить, что благодаря усилиям белорусских ученых, проектировщиков, работников предприятий по производству строительных материалов и строителей ячеистый бетон по праву занял одно из ведущих мест среди современных эффективных материалов для любых типов зданий, удовлетворяющих потребности самого изысканного потребителя. Это свидетельствует о том, что ячеистый бетон в Республике Беларусь выходит на новый уровень своего развития, который обеспечит дальнейшее развитие отечественного строительного комплекса, и будет способствовать повышению потребительских качеств, надежности и долговечности энергоэффективных зданий.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Основные направления развития материально-технической базы строительства РБ на период 1998-2015 гг.: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь. Минск, 1988. с. 23-25.
2. Сажнев Н.П., Сажнев Н.Н., Сажнева Н.Н., Голубев Н.М. «Производство ячеистобетонных изделий. Теория и практика». Минск: Стринко, 2010. 458 с.
3. Сажнев Н.П., Сажнев Н.Н., Галкин С.Л. «Опыт производства и применения ячеистобетонных изделий автоклавного твердения в Республике Беларусь» // Ж-л «Строительные материалы». Минск, 2008 № 1, с. 6-10.
4. ТКП-5.03-137-2009 «Изделия из ячеистого бетона. Правила изготовления».
5. СТБ 1570-2005 «Бетоны ячеистые. Технические условия».
6. СТБ 1117-98 «Блоки из ячеистых бетонов стеновые. Технические условия»
7. СТБ EN 771-4 «Требования к строительным блокам. Строительные блоки из автоклавного ячеистого бетона».
8. СТБ 1332-2002 «Блоки лотковые и перемычки из ячеистого бетона. Технические условия».
9. СТБ 1330-2002 «Степени лестничные из автоклавного ячеистого бетона. Технические условия».
10. СТБ 1724-2007 «Утеплитель дробленый из ячеистого бетона. Технические условия».
11. СТБ 1034-96 «Плиты теплоизоляционные из ячеистых бетонов».

12. СТБ 1189-2010 «Плиты перекрытий и покрытий, панели для внутренних стен и перегородок. Технические условия».
13. СТБ 1185-99 «Панели стеновые наружные бетонные и железобетонные для зданий и сооружений. Общие технические условия».
14. ТКП EN 1992-1-1-2009 (02250) Еврокод 2 «Проектирование железобетонных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий».
15. ТКП 45-5.02-82-2010 «Каменные и армокаменные конструкции. Правила возведения».
16. Сажнев Н.П., Гончарик В.Н., Гарнашевич Г.С., Соколовский Л.В. «Производство ячеистобетонных изделий. Теория и практика». – Минск: Стринко, 1999. – 284 с.
17. Сажнев Н.П., Гончарик В.Н., Гарнашевич Г.С. и др. «Производство ячеистобетонных изделий. Теория и практика». 2-е издание, дополненное. Минск: Стринко, 2004, - 381 с.
18. Сажнев Н.П., Сажнев Н.Н., Сажнева Н.Н., Голубев Н.М. «Производство ячеистобетонных изделий. Теория и практика». 3-е издание, дополненное и переработанное. Минск: Стринко, 2010, - 459 с.
19. Галкин С.Л., Сажнев Н.П., Соколовский Л.В., Сажнев Н.Н. «Применение ячеистобетонных изделий. Теория и практика». Минск: Стринко, 2006, - 446 с.
21. Батыновский Э.И., Голубев Н.М., Сажнев Н.Н. «Производство ячеистобетонных изделий автоклавного твердения. Учебное пособие». Минск: Стринко, 2009. с. 34
22. Сажнев Н.П., Беланович С.Б., Бухта Д.П. «Наружные ограждающие конструкции зданий из крупноразмерных ячеистобетонных изделий». // Строительные материалы. 2011, № 2, с. 2-8.