



Филатов А. Н.



Вудвуд Т. Н.

**Филатов А. Н., зав. сектором, кандидат технических наук,
Вудвуд Т. Н., младший научный сотрудник, ГП «НИИСМИ», г. Киев**

ЯЕИСТЫЙ БЕТОН – ТЕХНОЛОГИЯ, ПРОЕКТНЫЕ РЕШЕНИЯ, ПРОИЗВОДСТВО

Вступление

Мелкоштучные и крупноразмерные изделия из ячеистого бетона занимали и продолжают занимать существенное место в строительном комплексе Украины. Их роль и значение постоянно возрастают по мере усложнения энергетической ситуации, и обусловлено это рядом факторов: наличием на ближайшую перспективу неограниченной сырьевой базы (песок, цемент, известь, вода); экологичностью изделий и их производства; пониженной энерго- и материалоемкостью производства; возрастающей потребностью в экологических и энергосберегающих изделиях для жилищного и гражданского строительства; научно-техническим обеспечением производства и строительства, а также 40-летним опытом эксплуатации ячеистобетонных зданий различного назначения.

Кроме того, ячеистобетонное производство характеризуется технологической гибкостью, что позволяет на базе одного оборудования и одних сырьевых материалов получать широкую номенклатуру изделий (теплоизоляционные, стеновые, конструкционные): мелкие и крупные блоки; плиты, стеновые панели, перемычки; плиты покрытий, перекрытий. Их применяют при комплектовании надземной части зданий до 5 этажей и кладке наружных стен и межкомнатных перегородок в каркасных зданиях.

За длительный период технического развития и освоения мощностей предприятий первого поколения (в г.г. Белгород-Днестровский, Николаеве, Славуте, Сумах) с их применением построены гражданские и промышленные здания (рисунок 2), жилые дома 126 и 144 серии (рисунок 1) /1, 2, 3/. В зависимости от функционального назначения в зданиях изделия изготовляли из бетона плотностью 300-400, 600-700, 800-1000 кг/куб.м. В 90-х годах общий объем производства изделий из ячеистого бетона составлял в Украине 1-1,2 млн куб.м в год, из них построены тысячи объектов во всех регионах страны.

Научно-техническое сопровождение проектирования предприятий, производства изделий и строительства зданий с применением ячеистого бетона выполняли ведущие научные институты СССР – ВНИИСТРОМ, ВНИИжелезобетон, НИИЖБ, ЛенЗНИИЭП, НИПИСиликатобетон, ВНИИтеплоизоляция, а в Украине НИИСМИ, Южгипростром, Гипростроммашина, КиевЗНИИЭП. В тот период были разработаны нормативные документы союзного уровня, регламентирующие производство и применение изделий из ячеистого бетона:

- «Инструкция по изготовлению изделий из ячеистого бетона» СН 277-80. Москва, Стройиздат, 1981;
- «Инструкция по изготовлению изделий из ячеистого автоклавного бетона по комплексной вибротехнологии», ВНИИжелезобетон, ВНИИСТРОМ, Москва, 1975;
- «Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий по производству изделий из ячеистых и плотных бетонов автоклавного твердения» ОНТП 09-85; Минстройматериалов СССР, Таллинн, 1986;
- «Рекомендации по применению стеновых мелких блоков из ячеистого бетона». ЦНИИСК, Москва, 1987;
- «Руководство по проектированию бетонных и железобетонных конструкций из ячеистого бетона». Стройиздат, Москва, 1977;
- «Технические решения наружных стен из ячеистых бетонов жилых зданий с поперечными несущими стенами высотой до 9 этажей». КиевЗНИИЭП, 1995.



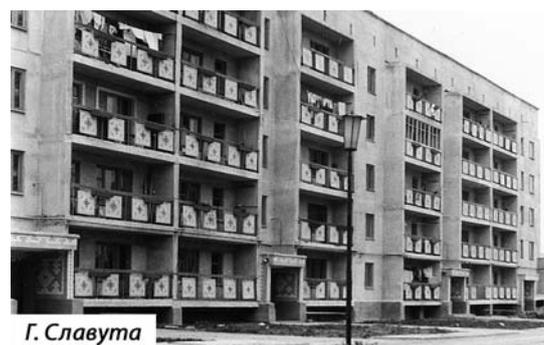
**Монтаж.
Серия 126 (г. Белгород-Днестровский)**



Г. Белгород-Днестровский



**Монтаж.
Серия 144 (г. Славута)**



Г. Славута

Рис. 1. Дома из крупных ячеистобетонных блоков



Г. Одесса



Г. Одесса



Г. Одесса



Г. Белгород-Днестровский

Рис. 2. Каркасные здания из ячеистобетонных панелей

На базе этих нормативных документов решались вопросы модернизации действующих и строительства 20 новых предприятий в ряде областей Украины, предусмотренных программой развития ячеистобетонных изделий (постановление Совмина СССР № БЮ-725 от 4 мая 1988 года).

Исследования и производственные испытания сырьевых материалов будущих предприятий, разработку технологических регламентов выполнял НИИСМИ, а разработку проектов предприятий – Южгипростром. В результате творческого сотрудничества институтов были построены предприятия ячеистого бетона второго поколения в Житомире, Обухове, Купянске.

При разработке технологии и проектов предприятий учтен положительный опыт работы заводов первого поколения, что позволило в более короткие сроки освоить производство изделий. При проектировании предприятий и в период их работы в технологию подготовки сырьевых материалов, приготовления смеси и формования массивов, разрезку массивов на изделия и их автоклавную обработку были внесены существенные изменения. Рассмотрим их в технологической последовательности.

Подготовка сырьевых материалов

В технологии ячеистого бетона автоклавного твердения используется известково-песчаное вяжущее, получаемое сухим помолом извести и песка в шаровой мельнице. Традиционно рекомендуется готовить вяжущее при равных долях извести и песка, что соответствует активности вяжущего 30-35% в зависимости от активности применяемой извести. В процессе освоения производства новых видов изделий разной плотности активность вяжущего повышена до 40-50%, с изменением соотношения извести и песка до уровня 2:1 и снижением содержания песка в вяжущем с 50 до 34% (таблица 1). При пониженном содержании песка в вяжущем снижается степень загашенности извести, сохраняется ее температурная активность при формовании массивов, что особенно существенно в осенне-зимний период. Основная часть песка при этом вводится в сырьевую смесь в виде песчаного шлама. При мокром помолу песка затраты энергии ниже на 25-30% по сравнению с сухим помолом. Дополнительно снижается расход энергии на мокрый помол песка при применении добавки ПАВ (типа «сульфанол»). Добавка вводится в мельницу в виде разбавленного водного раствора (расход 50-150 г на 1000 кг песка), при этом повышается однородность шлама, устойчивость песка в шламе при хранении в шламбассейнах и при транспортировке на узел дозирования [3, 4, 5].

Газообразователь в сырьевую смесь вводят в виде суспензии алюминиевой пудры. Согласно технологическим рекомендациям суспензию алюминиевой пудры готовят при соотношении пудры и воды 1:10. Проанализировав работу предприятий, существующий расход пудры, однородность структуры получаемого бетона, проведя экспериментальные формовки, нами предложено снизить концентрацию суспензии, применив соотношения воды и пудры 1:20, 1:25, 1:30 с учетом технических возможностей предприятия. Это позволило улучшить отмыв частиц алюминия от жировых добавок, уменьшить возможность их агрегирования, повысить однородность суспензии, а также точность дозирования пудры на замес и ее равномерное распределение в смеси, и в результате снизить расход алюминиевой пудры с 400-500 до 320-370 г/куб.м. При этом снижается количество дефектов структуры, выхлопов газа на поверхности массива, сквозных капиллярных каналов, по-

Таблица 1.

Характеристика известково-песчаного вяжущего при различном содержании извести

Соотношение известь:песок	Актив- ность извести, %	Состав вяжущего, %		
		известь CaO	известняк CaCO ₃	песок SiO ₂
1:1 (согласно СН 277-80)	70	35	15	50
	80	40	10	
	90	45	5	
2:1 (предложенное решение)	70	46	20	34
	80	53	13	
	90	60	6	

вышается однородность структуры. А с улучшением структуры бетона и уменьшением микродефектов на стадии вспучивания и схватывания смеси повышаются прочностные показатели бетона, а также показатели, связанные с взаимодействием бетона с водой, – капиллярный подсос, водопоглощение, морозостойкость.

С учетом свойств применяющейся в производстве извести (скорости и температуры гашения) можно изменять порядок дозирования компонентов, например, суспензию алюминиевой пудры подавать в смеситель после песчаного шлама. Это без дополнительных затрат позволяет за счет увеличения продолжительности перемешивания повысить однородность распределения алюминия в сырьевой смеси, повысить качество бетона (А. С. СССР № 833748, 682469, 688470)

В настоящий период ряд предприятий применяют газообразователь в виде алюминиевой пасты производства «НСК-ТЕК» (Россия), «Venda-lutz», «Eckart», «Schlenk» (Европа) с содержанием активного алюминия от 70 до 91%. Замена пудры пастой позволяет снизить или полностью исключить пыление, повысить безопасность производства, улучшить санитарно-гигиенические условия труда. Закономерности газообразования и вспучивания сырьевой смеси такие же, как и при применении пудры, а расход пасты несколько выше. При этом следует учитывать свойства содержащихся в пасте добавок – они не должны влиять на экологичность ячеистого бетона.

Формование массивов

Длительный период предприятия первого поколения работали по литьевой технологии при высоком водотвердом отношении. При нестабильных свойствах извести и цемента это создавало определенные сложности с оборачиваемостью форм (бортоснастки), автоклавов, и, соответственно, с выполнением плановых заданий. Зачастую на предприятиях наблюдалась такая ситуация: первая смена формовала массивы, а третья смена резала их на изделия. Выходом из сложившейся ситуации стала установка на посту формовки ударного стола ЛВ-37, разработанного институтом НИПИСиликатобетон (Таллинн) /6/. Ударное воздействие на ячеистобетонную смесь позволяет снизить расход воды затворения на 25-30%, ускоряя набор пластической прочности массивов и существенно сокращая продолжительность их выдержки до резки на изделия. Это особенно важно при ограниченном количестве форм и постов выдержки отформованных массивов. Ударные столы на линиях формовки поэтапно были установлены на Николаевском КСИ, Славутском ЗССМ и Сумском ЗСК в 1983 – 1985 годах, что позволило стабилизировать работу линий формовки-резки, повысить качество бетона, обеспечить выполнение плановых заданий предприятий /6, 7/.

Положительный опыт работы предприятий Белоруссии, Украины, России с применением ударных столов позволил институтам НИПИСиликатобетон, Гипростромашина создать технологическую линию «Универсал-60», организовать ее изготовление на машиностроительных заводах России. Эти линии были применены в проектах предприятий второго поколения (Житомир, Обухов, Купянск), которые достаточно быстро

освоили производство мелких блоков плотностью 600 кг/куб.м.

Ячеистый бетон в СССР относился длительный период к местным строительным материалам, соответственно, научно-технические разработки /8, 9/, нормативная база, а также высшие органы ориентировали производство на максимальное применение местного сырья (известь, песок) при минимальном расходе цемента на уровне 40-80 кг/куб.м, что закладывалось в проектах предприятий и нормах расхода сырьевых материалов. Использование в производстве низкосортной извести активностью 70% и скоростью гашения от 2,5-5 до 15-25 минут при минимальном расходе цемента не позволяло стабильно получать ячеистый бетон пониженной плотности (400-500 кг/куб.м) европейского качества на линиях «Универсал-60» с переноской массивов на пост резки клещевыми захватами. Задача изготовления изделий из бетонов плотностью 300-400 кг/куб.м была решена на Луганском, Черниговском и Белгород-Днестровском заводах, где транспортировка и резка массивов на изделия выполнялась на поддонах. Эти предприятия длительный период изготавливали теплоизоляционные плиты и звукопоглощающие плиты «Силакпор». На Белгород-Днестровском заводе впервые в СССР по такой технологии были изготовлены промышленные партии теплоизоляционных изделий из ячеистого бетона плотностью 200-250 кг/куб.м. /4, 5, 10/

Когда в Украине в 1993 году были введены новые нормативы по теплозащите наружных стен зданий (изменение №1 к СНиП II-3-79 «Строительная теплотехника») стеновые изделия из ячеистого бетона плотностью 600-700 кг/куб.м и толщиной 200-300 мм, проекты усадебных и пятиэтажных домов не отвечали новым требованиям по теплозащите. Встал вопрос о дальнейшем применении изделий из ячеистого бетона в новых условиях. С учетом сложившейся ситуации и опыта работы с предприятиями НИИСМИ предложил разработать технологию производства термоблоков из ячеистого бетона плотностью 300-400 кг/куб.м с теплопроводностью 0,08-0,11 Вт/(м·К), термическое сопротивление стены при толщине блока 200, 300, 400 мм равно, соответственно, 2,2, 3,3, 4,2 кв.м·К/Вт. Это позволило технически обосновать возможность создания концепции украинского термодома при комплексном применении изделий из ячеистого бетона (термоблоки, стеновые блоки, плиты покрытий) /1/. Сложность организации производства термоблоков заключалась в том, что их изготовление должно вписаться в технологическую линию «Универсал-60», рассчитанную на производство изделий плотностью 600 кг/куб.м с переносом клещевым захватом массива объемом 5,2 куб.м. Требовалось получить массивы с сырьевой прочностью, обеспечивающей их транспортировку на стол резательной машины при продолжительности выдержки до резки как при изготовлении стеновых блоков.

В результате выполненных лабораторных исследований по подбору сырьевых материалов и состава сырьевой смеси, экспериментальных формовок на Обуховском заводе установлено, что для приготовления ячеистобетонной смеси следует применять бездобавочный цемент М 400, М 500, известь активностью 80-84%, известково-песчаное вяжущее активностью 40-50% при расходе цемента 140-160 кг/куб.м, а извести 60-80 кг/куб.м с учетом ее активности /11, 12, 13/. В соответствии с предложенными составами отработаны технологические параметры смеси, расход воды, пудры алюминиевой, продолжительности перемешивания компонентов, температура и вязкость смеси. В процессе дальнейшего совершенствования технологии формования массивов разработан и испытан способ приготовления смеси путем смещения газовой и пенной поризации. Она заключается в том, что в приготовленную смесь из пеногенератора аэродинамического действия вводится заданный объем пены, смесь дополнительно перемешивается и выливается в форму, где происходит ее последующее вспучивание. Разработанные

составы смеси и технологические параметры приготовления защищены патентами Украины № 59552А, 10730, 85758 /14/.

На основании выполненных технологических исследований, экспериментальных формовок и результатов испытаний полученного бетона разработаны технические условия ТУ У В.2.7-21-142-97 «Вироби з нідрЮватих бетонів теплоізоляційні «Термоблоки». С применением разработанных НИИСМИ технических условий и технологического регламента производство термоблоков поэтапно было освоено на Обуховском, Житомирском, Черниговском, Белгород-Днестровском и Купянском заводах. Институт «Киевпроект» разработал проекты многоэтажных жилых домов с применением термоблоков в наружных стенах. Первый такой 10-этажный дом построен в Киеве на Харьковском массиве в 1996 году (улица Драгоманова, 17) объединением «Познякижилстрой», а затем такие дома строились на Соломенке, Оболони, Троещине и других районах Киева /1, 11, 12, 13, 15/.

Результаты работы предприятий по производству термоблоков плотностью 300-400 кг/куб.м и прочностью 10-25 кг/кв.см создали технические предпосылки для производства и применения стеновых блоков плотностью 400-500 кг/куб.м, термоблоков плотностью 200-300 кг/куб.м, что получило соответствующее подтверждение в новых ДСТУ на ячеистый бетон и изделия из него, разработанные институтом НИИСМИ. А опыт применения мелкоштучных изделий из ячеистого бетона (блоки стеновые, термоблоки, перегородки) в строительстве многоэтажных домов в Киеве получил дальнейшее развитие при строительстве монолитно-каркасных зданий (рисунок 3).

Ячеистобетонная смесь является сложной многокомпонентной суспензией, каждый компонент в смеси выполняет свою технологическую функцию /16, 17/. Поэтому существенное влияние на стабильное формование массивов (заливка, вспучивание, схватывание, твердение) оказывает точность дозирования сырьевых компонентов. На предприятиях первого поколения были применены дозаторы АВДЦ, АВДЖ с запорной арматурой и питателями не обеспечивающими необходимую точность дозирования компонентов. Особенно негативно на формовку массивов сказывалась неточность дозирования песчаного шлама, связанная с ручным контролем его плотности в литровом цилиндре, ненадежной работой шламбассейнов, применением объемных дозаторов. Это приводило к нарушению заданного содержания воды в смеси (В/Т), отклонению от установленной высоты вспучивания и продолжительности выдержки массивов до резки на изделия. Учитывая важность точной работы узла дозирования, в 90-е годы устаревшее дозировочное оборудование было заменено более точными весовыми дозаторами на тензодатчиках, что позволило значительно улучшить работу формовочно-резательных линий, а также повысить качество бетона и изделий.

Последующие работы по совершенствованию узла дозирования были начаты в 2001 году на Обуховском заводе пористых изделий. Выполнена модернизация дозировочного оборудования и запорной арматуры, управление узлом осуществляется оператором с помощью компьютера. Дозирование компонентов смеси, подача их в смеситель, продолжительность перемешивания выполняется автоматически по заданной программе. Сделан существенный шаг по повышению уровня управления процессом приготовления сырьевой смеси и формования массивов.

Учитывая положительный опыт работы Обуховского завода, аналогичную систему по управлению узлом до-



Рис. 3. Строительство монолитно-каркасных зданий с применением мелких ячеистобетонных блоков

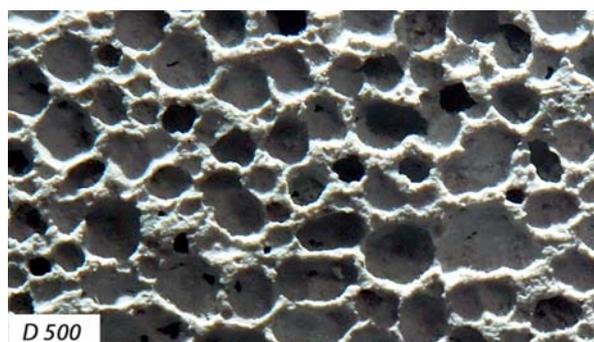
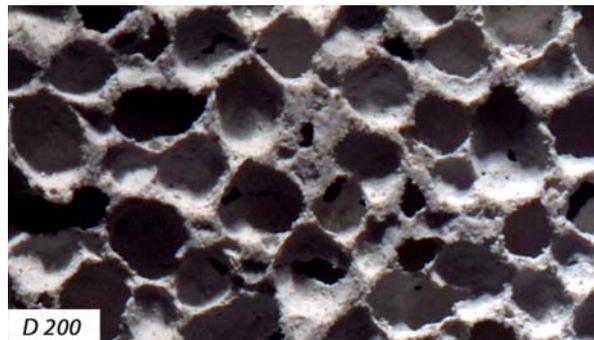


Рис. 4. Структура ячеистого бетона разной плотности

зирования применили на Житомирском комбинате силикатных изделий в 2004 году. Такая система позволяет по результатам формовки контролировать состав смеси и ее технологические параметры, оперативно прогнозировать плотность бетона в каждом отформованном массиве.

Технологические приемы и проектные решения в производстве ячеистобетонных изделий реализуются на двух переделах: предварительно при формировании массивов, и окончательно – при автоклавной обработке. Так, при снижении в смеси содержания извести и повышении содержания цемента, применении суспензии алюминиевой пудры пониженной концентрации и раствора пенообразующей добавки процесс поризации сырьевой смеси становится более плавным, без скачкообразного прироста температуры и высоты вспучивания смеси, снижается возможность образования микродефектов в межпоровых перегородках. Повышение активности известково-песчаного вяжущего при помоле позволяет сохранить температурную активность извести и обеспечить прирост температуры смеси и интенсифицировать процесс гидратации и схватывания цемента. Сбалансированный процесс газообразования, вспучивания и схватывания смеси обеспечивает получение однородной малодефектной макроструктуры бетона с закономерным распределением пор одинаковых размеров (рисунок 4). При этом важным фактором является качество цемента и извести. Из таблицы 1 следует, что при применении извести активностью 84–90% вместо 65–70% содержание в смеси молотого известняка (CaCO_3) снижается на 15–20%, соответственно, снижается водопотребность смеси, уменьшается липкость сырца в период разрезки массива на изделия, повышается качество поверхности изделий.

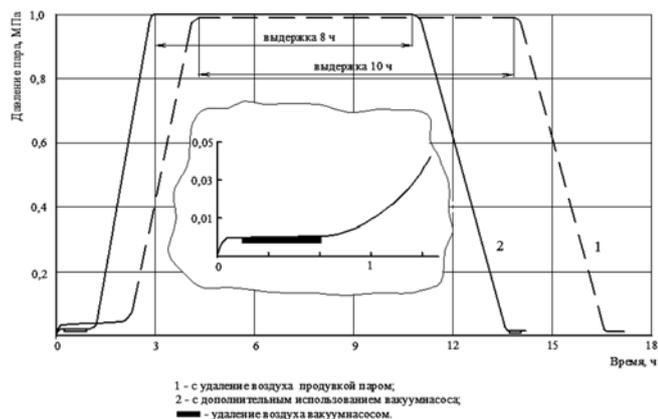


Рис. 5. Режим автоклавной обработки массивов

Автоклавная обработка

На предприятиях первого поколения запаривание изделий проходило в автоклавах диаметром 3,6 м при давлении 1 МПа по режиму $3+(12\div 14)+3$, что позволяло получать только один оборот автоклава в сутки и сдерживало освоение производственных мощностей. Работы по сокращению цикла автоклавной обработки были поэтапно проведены на Белгород-Днестровском заводе в 1977 – 1979 годах с использованием опыта Рижского ЖБК 1, Автовского ДСК 3 (Ленинград) и разработок ВНИИИстром /18, 19/. На первом этапе была применена продувка автоклава паром с целью удаления содержащегося в автоклаве воздуха. Продолжительность продувки 3-4 часа, выдержка при постоянном давлении 8–10 часов. На втором этапе было предложено операцию продувки совместить с принудительным удалением воздуха из автоклава и массивов вакуумнасосом. С этой целью смонтирован воднокольцевой вакуумнасос ВВН-6 с системой трубопроводов, запорной арматурой и контрольным манометром с ценой деления шкалы 0,001 МПа. Технологические операции автоклавирования выполняются в следующей последовательности: подача пара в автоклав, повышение давления до 0,005-0,03 МПа, продолжительность 10-15 мин; включение вакуумнасоса на 30-

40 мин, при постепенном повышении давления до 0,05 МПа; выключение вакуумнасоса, продолжение продувки 30-40 мин; подъем давления до 1 МПа, выдержка для блоков 6-8 часов, для армированных изделий 8-10 часов; выпуск пара. При снижении давления в автоклаве ниже 0,1 МПа включение вакуумнасоса, при давлении «0» вакуумнасос выключается. Режим автоклавной обработки массивов приведен на рисунке 5.

Особенности разработанного режима: при удалении воздуха и пара при минимальном давлении не происходит подсоса воздуха из атмосферы, исключается попеременное давление на межпоровые перегородки сырца; создаются условия для одновременного роста температуры внутри массива и среде автоклава; разница температур верхней и нижней части автоклава отвечает технике безопасности; отсос пара из автоклава при снижении давления до атмосферного исключает интенсивное парение автоклава при открытии крышки, снижает послеавтоклавную влажность бетона. При ритмичной загрузке-выгрузке автоклавного состава и режиме 3-6-3 обеспечивается 1,5 оборота автоклава в сутки, а загрузка очередного состава происходит в «горячий» автоклав, что дополнительно снижает расход пара. Разработанный режим автоклавной обработки защищен А.С. СССР № 806656, и применялся в разные периоды на заводах Украины первого и второго поколения.

Следует также отметить взаимосвязь содержания извести в сырьевой смеси с процессом автоклавной обработки. При пониженном содержании извести в сырце она интенсивно и более полно реагирует с кремнеземом, образуя преимущественно низкоосновные гидросиликаты. Достигается минимальное содержание свободной извести в бетоне (ниже 1%) после автоклавирования, что повышает его прочность и морозостойкость. Так, изготовленный с применением рассмотренных способов подготовки сырья и формирования массивов и автоклавирования ячеистый бетон ($D\ 600$, $R_{сж}=3,36$ МПа) после 15 циклов испытаний на морозостойкость характеризовался приростом прочности на 15%, а после 25 циклов – отсутствием снижения прочности и массы. Теплоизоляционный бетон плотностью 300-350 кг/куб.м характеризовался прочностью на сжатие 1,8-2,5 МПа.

Актуальным вопросом с позиций энергосбережения является также использование автоклавного конденсата в технологии и бытовых целях. Имеются отдельные примеры применения конденсата при мокром помоле песка, приготовлении ячеистобетонной смеси, подогреве бытовой воды. Институтом Южгипростром с учетом имеющегося опыта разработана схема водоснабжения на предприятиях автоклавного бетона с применением автоклавного конденсата, что дополнительно повышает экологичность и экономичность производства /20/.

Применяющиеся в производстве ячеистого бетона сырьевые материалы и технологические решения обеспечивают получение материала, отвечающего требованиям нормативных документов и строительного комплекса. Узким местом на предприятиях первого и второго поколения было и остается формовочно-резательное оборудование, не позволяющее получать изделия с машиностроительной точностью. По точности размеров и прямоугольности изделия, выпускаемые на наших предприятиях, существенно уступали изделиям зарубежных фирм. Толщина швов при кладке наших блоков составляла 10-15 мм, в то время как европейских – 1-3 мм, что приводило к перерасходу строительных растворов и потерям тепловой энергии в отопительный период. Поэтому, учитывая сложившуюся ситуацию при разработке программы «Розвиток виробництва ніздрюватобетонних виробів та їх використання у будівництві на 2005-2011 роки» предусматривалось применение резательного оборудования зарубежных фирм. В последующий период выполнена модернизация действующих предприятий

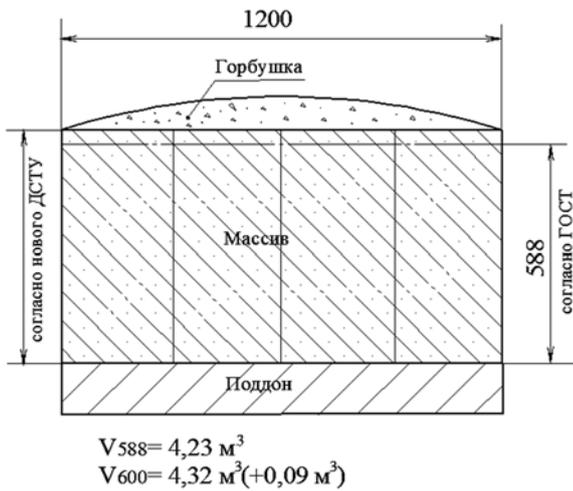


Рис. 6. Схема резки массива на мелкие блоки

«Аэрок-Обухов», «Житомирском КСИ», а также построены новые «Аэрок-Березань», «Ориентир Будэлемент» (Бровары), «Завод строительных материалов № 1» (Новая Каховка), «ЮДК» (Днепропетровск), «Юпитер» (Вознесенск), «Автокрафт» (Бершадь), «Харьковский ЖБК-3» с применением современного конвейерного формовочно-резательного оборудования западных фирм (Masa-Henke, Wehrhahn, Durox, Hess, Hoetten). В ДСТУ Б В.2.7-137:2008 «Блоки з ніздрюватого бетону стінові дрібні. Технічні умови» установленны размеры блоков с точностью +1-2 мм и кратностью 50 мм, что повышает точность разрезки

массивов на изделия, упрощает переналадку резательных установок на другой размер изделий. Длина блоков принята 600 мм вместо 588 мм, увеличена высота формируемого массива на 12 мм, объем блоков в массиве возрос на 0,09 куб.м (рисунок 6), при этом повысилось заполнение автоклавов без дополнительных затрат. А применение блоков в однослойных наружных стенах толщиной 350-400 мм (D400) и 450-500 мм (D500) обеспечивает нормативную теплозащиту стен.

Технологическая оснащенность производства, обновленная нормативная база позволяет предприятиям третьего поколения изготавливать изделия европейского качества, а при применении современных строительных технологий получаем хороший результат – комфортное, энергосберегающее жилье.

Выводы

Сырьевая база Украины, научно-технический потенциал и современное формовочно-резательное оборудование позволяют изготавливать мелкоштучные и крупноразмерные ячеистобетонные изделия европейского качества. Комплексное применение изделий в строительстве способствует решению энергетических, социальных, демографических задач сегодняшнего и завтрашнего дня. Для эффективного использования в строительстве экологических и энергосберегающих изделий из ячеистого бетона следует разработать новые современные региональные проекты жилых и общественных зданий, сбалансировать объемы производства и строительства.

Литература:

1. Филатов А. Н., Дутчак А. В., Клименко А. П. / Ячеистый бетон возможности, эффективность, перспектива // Строительные материалы и изделия. Киев – 2001 – № 2.
2. Филатов А. Н. / О производстве и применении изделий из ячеистого бетона в Украине // Строительные материалы и изделия / Киев – 2003 – спецвыпуск.
3. Меркин А. П., Зейфман М. И., Удачкин И. Б., Филатов А. Н., Филатова Р. П. / Снижение энергоемкости производства и повышения качества ячеистобетонных панелей при использовании песка композиционного состава // Строительные материалы – 1981 – № 3.
4. Меркин А. П., Удачкин И. Б., Троцко Т. Т., Филатов А. Н., Мейнерт Г. О., Филатова Р. П. / Теплоизоляционный ячеистый бетон для облегченных кровельных конструкций // Строительные материалы – 1978 – № 11.
5. Меркин А. П., Зейфман М. И., Филатов А. Н. Трехстадийная поризация ячеистобетонной смеси в производстве теплоизоляционного ячеистого бетона. Реферативная информация. ВНИИЭСМ серия «Промышленность автоклавных материалов и местных вяжущих», Москва, 1980, № 4.
6. Сажнев Н. П., Домбровский А. В. Производство изделий из ячеистых бетонов с применением ударной площадки. Техническая информация. ВНИИЭСМ, серия «Промышленность автоклавных материалов и местных вяжущих», Москва, 1979, № 11.
7. Удачкин И. Б., Домбровский А. В. / Новые технические решения в производстве автоклавных бетонов // Строительные материалы – 1984 – № 1.
8. Федин А. А. / Совершенствование технологии безцементных ячеистых бетонов // Строительные материалы – 1985 – № 2.
9. Мейерт Г. О., Меркин А. П., Сажнев Н. П., Домбровский А. В., Варламов В. В. / О возможности снижения расхода цемента в ячеистом бетоне // Бетон и железобетон – 1988 – № 7.
10. Меркин Ф. А., Филатов А. Н. / Принципы формирования ячеистой структуры суперлегких строительных материалов // Бетон и железобетон – 1985 – № 5.
11. Филатов А. Н., Багаева Т. Ю., Хомяков В. В., Рунова Т. В. Технология изготовления термоблоков из ячеистого бетона плотностью 350 – 400 кг/м³ на формовочно-резательном комплексе «Универсал-60». Международная практическая конференция «Теплоізоляційні матеріали в будівництві», Киев, 2004.
12. Филатов А. Н., Хомяков В. В., Приходько Т. Д., Рунова Т. В. / О производстве и применении в строительстве термоблоков из ячеистого бетона. // Белорусский строительный рынок – 2004 – № 9-10.
13. Филатов А. Н., Вудвуд Т. Н., Иваненко В. А., Хомяков В. В., Приходько Т. Д. Вопросы производства и применения изделий из ячеистого бетона пониженной плотности. Теория и практика производства и применения ячеистого бетона в строительстве. Вып.2. – Днепропетровск: ПГАСА – 2005. – 216с.
14. Филатов А. Н., Вудвуд Т. Н., Иваненко В. А. / Поризация сырьевой смеси в технологии ячеистого бетона // Строительные материалы – 2012 – № 11.
15. Поляков Г. П., Черных Л. Ф., Постепенко А. М. / Ячеистый бетон – эффективный строительный материал // Строительные материалы и изделия – 2005 – № 2.
16. Филатов А. Н., Вудвуд Т. Н. / Ячеистый бетон – новые стандарты и энергосбережение // Строительные материалы и изделия – 2013 – № 5-6.
17. Филатов А. Н. / Ячеистый бетон и вода // Строительные материалы и изделия – 2013 – № 1.
18. Белкин Я. М., Хаимский З. М. / Оптимальные режимы автоклавной обработки ячеистого бетона // Строительные материалы – 1981 – № 8.
19. Белкин Я. М., Хаимский З. М. / О механизме интенсивного нагрева при автоклавной обработке изделий из ячеистого бетона // Строительные материалы – 1982 – № 5.
20. Милькова Н. М. / Схема утилизации тепла и жидкости конденсата на заводах по производству силикатных изделий из пористого и плотного бетонов автоклавного твердения // Строительные материалы и изделия – 2008 – № 5.