

## Содержание

### ЭФФЕКТИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА

МОИСЕВИЧ А. Ф., БИЛЬДЮКЕВИЧ В. Л., САЖНЕВ Н. П. Производство ячеистобетонных изделий в Республике Беларусь 2

БИЛЬДЮКЕВИЧ В. Л., САЖНЕВ Н. П., БОРОДОВСКИЙ Ю. Д. Состояние и основные направления развития производства ячеистобетонных изделий в СНГ и за рубежом 5

### СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВА ИЗВЕСТИ

ПОДЛУЗСКИЙ Е. Я., ОСНОВСКИЙ Э. В., НИГИРИШЬ И. Г. Производство извести в Республике Беларусь 9

### НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ. ЗАВОДСКОЙ ОПЫТ

САЖНЕВ Н. П., ДОМБРОВСКИЙ А. В., НОВАКОВ Ю. Я., ПОВЕЛЬ Э. В., ВЕРЕТЕВСКАЯ И. А., СУДЕЛАЙНЕН Н. Н. Некоторые технико-экономические показатели ячеистого бетона, изготовленного по литьевой и ударной технологиям 11

ЗДОРНЫЙ А. О. Формовочно-резательный комплекс типа «Конрекс 90/240» для производства ячеистобетонных изделий 14

РЫЖАКОВ А. А., КОВАЛЬЧУК Ю. Г., САЖНЕВ Н. П., БОРОДОВСКИЙ Ю. Д., ЯСЮЧЕНЯ М. Н., КУЗИН Е. П. Унифицированные конвейерные резательные комплексы «Конрекс 90/20—50» и «Конрекс 90/60—120» 16

МОИСЕЕНКО В. А., ГЕРАСИМОВ В. К. Производство ячеистобетонных материалов на Могилевском комбинате силикатных изделий 18

ГОЛУБЕВА Т. Г., ХОРУЖИК Г. Н., ДОДИН Ж. Л. Изготовление мелких ячеистобетонных блоков на технологической линии типа «Силбетблок» в ПО «Сморгоньсиликатобетон» 20

МОХОВ В. В., ТКАЧЕВ Н. Л., ГАЛДУСОВА Р. П., ЛИС А. И. Технологическая линия формования мелких стеновых блоков из ячеистого бетона производительностью 80 тыс. м<sup>3</sup> в 1 год (линия «Бобруйск-1,2») 22

### ЯЧЕИСТЫЕ БЕТОНЫ С УЛУЧШЕННЫМИ СВОЙСТВАМИ

ГАРНАШЕВИЧ Г. С., ПОДЛУЗСКИЙ Е. Я., САЖНЕВ Н. П. Исследование теплофизических и эксплуатационных свойств ячеистого бетона 24

### ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ЯЧЕИСТОГО БЕТОНА

ВИГДОРЧИК Р. И., ТЕЛЕШ А. М. Применение ячеистого бетона в строительстве жилых и общественных зданий. Прогрессивные проекты и проектные решения 27

ЛАРИН В. С. Архитектурные и конструктивные особенности применения ячеистых бетонов в малоэтажном строительстве Республики Беларусь 30

*Спонсор этого номера журнала -  
Межреспубликанская ассоциация «СИЛИКАТ»  
(Республика Беларусь)*



УДК 686.965.1-403.8.65.011(476)

А. Ф. МОЙСЕВИЧ, министр промышленности строительных материалов Республики Беларусь, В. Л. БИЛЬДЮКЕВИЧ, президент Межреспубликанской ассоциации «Силикат», канд. техн. наук, Н. П. САЖНЕВ, вице-президент, канд. техн. наук

## Производство ячеистобетонных изделий в Республике Беларусь

Ячеистый бетон является экологически чистым неорганическим строительным материалом и изготавливается из местного и относительно дешевого сырья — песка, извести и цемента.

Республика Беларусь имеет достаточные запасы песка, производит и наращивает новые мощности по выпуску цемента и извести. Ячеистый бетон является одним из самых экономичных материалов, экономия достигается при его производстве, транспорте, строительстве и эксплуатации зданий.

По ряду важных показателей, таких как низкая плотность, высокая теплоизолирующая способность и другие, изделия из ячеистых бетонов превосходят технические характеристики традиционных строительных материалов. Например, мелкие блоки имеют существенные преимущества перед кирпичом и другими стеновыми материалами. Стены жилых домов из них втрое легче в сравнении со стенами из кирпича и поэтому дешевле и теплее. Трудозатраты в производстве этого материала и при кладке жилых домов из него соответственно в три и два раза меньше, чем при строительстве зданий из кирпича. Более чем вдвое снижаются энергозатраты

при производстве этого материала в расчете на 1 м<sup>2</sup> площади жилого дома, в полтора раза снижаются затраты на отопление. Все эти свойства сочетаются с высокой морозостойкостью и долговечностью.

Исходя из преимуществ стеновых изделий из ячеистого бетона перед другими строительными материалами в Белоруссии созданы значительные мощности по их производству и уже много лет идет массовое строительство жилья как многоэтажного, так и одно-двухэтажного. За годы работы с этим материалом в республике построено только жилой площади со стенами из ячеистого бетона свыше 20 млн. м<sup>2</sup>. Производство этих изделий в Республике Беларусь продолжает развиваться опережающими темпами и составляет 30 % от общего выпуска стеновых материалов и в перспективе планируется утроить мощности и расширить ассортимент изделий, довести их удельный вес до 50 %.

Производство изделий из ячеистого бетона в Республике Беларусь до середины 80-х годов было сосредоточено в двух областях — Гродненской и Могилевской, а сейчас оно организовано во всех областях. В 1991 г. их выпуск составил 1,7 млн. м<sup>3</sup>

в год, в том числе 0,34 млн. м<sup>3</sup> армированные панели для жилых, промышленных и общественных зданий. Указанный объем производства ячеистобетонных изделий выпускается на одиннадцати предприятиях. На тысячу жителей в республике производится 160 м<sup>3</sup> ячеистобетонных изделий в год. Это примерно в 12 раз больше, чем в среднем в странах СНГ.

По постановлениям Совета Министров Республики Беларусь, принятым в 1988 и в 1990 гг., взят курс на резкое увеличение производства строительных материалов из ячеистого бетона как наиболее эффективного и экономичного при производстве, строительстве и эксплуатации зданий. Объем производства ячеистобетонных изделий в 1995 г. должен составлять 3,5 млн. м<sup>3</sup> изделий в год. В соответствии с принятым решением в настоящее время в республике ведется проектирование и строительство целого ряда крупных мощностей. Это цеха по производству 240 тыс. м<sup>3</sup> стеновых блоков на Гродненском, Малоритском и Фанипольском комбинатах стройматериалов, вторые очереди по 80 тыс. м<sup>3</sup> изделий в год на заводах в городах Бобруйске, Орше, Петрикове, Любани и других. В программе предусмотрено также наращивание мощностей по производству извести, цемента в первую очередь для обеспечения прироста производства ячеистобетонных изделий.

В таблице приведены сравнительные физико-технические и экономические показатели панельных стен жилых зданий из ячеистого бетона и керамзитобетона.

Из таблицы следует, что использование ячеистого бетона по сравнению с керамзитобетоном для

Наименование материала стенового ограждения	Плотность бетона, кг/м <sup>3</sup>	Толщина стенового ограждения, м	Масса 1 м <sup>2</sup> стены, кг	Термическое сопротивление, м <sup>2</sup> ·К/Вт	Энергозатраты на 1 м <sup>2</sup> стены, кг уся. топлива		Удельные капиталовложения, р./м <sup>2</sup> (в ценах 1990 г.)
					при производстве	при эксплуатации за 12 лет	
Ячеистый бетон	600	0,3	180	1,312	41	142,5	43,6
	500	0,3	150	1,62	34	115,3	40,2
Керамзитобетон	1000	0,3	300	0,894	97	108,9	65,9
	900	0,3	270	0,989	81	168,9	59,7

наружных стеновых ограждений обеспечивает повышение термического сопротивления примерно в 1,6 раза, снижение массы 1 м<sup>2</sup> стены в 1,7 раза и экономию энергозатрат на отопление 1 м<sup>2</sup> стены за 12 лет в среднем 70 кг усл. топлива. Надо отметить, что плотность керамзитобетонных панелей практически составляет 1400 кг/м<sup>3</sup>, что приводит к еще более значительному снижению термического сопротивления стеновых ограждений и повышению энергозатрат на отопление. Ячеистые бетоны имеют еще значительные резервы как в процессе изготовления, так и на стадии эксплуатации. Например, эксплуатационная влажность стеновых ограждений из ячеистого бетона (как показали результаты отечественных и зарубежных исследований) значительно ниже предусмотренной СНиП, что обеспечивает дополнительные преимущества ячеистого бетона.

Удельные капитальные вложения, учитывающие сопряженные затраты на производство сырьевых и вспомогательных материалов, топливно-энергетических ресурсов, для стен из ячеистого бетона в 1,5 раза меньше, чем из керамзитобетона. При этом энергозатраты при производстве стен из ячеистого бетона в 2,4 раза меньше, чем стен из керамзитобетона. Однако необходимость автоклавной обработки ячеистобетонных изделий вызывает порой необоснованные опасения чрезмерного расхода энергии при их изготовлении. Между тем расход тепловой энергии на автоклавную обработку и пропаривание практически одинаков. Например, при производстве изделий из конструктивно-теплоизоляционного ячеистого бетона (плотностью 500—700 кг/м<sup>3</sup>) в индивидуальных формах расход пара составляет 300, при резательной технологии 200, а при производстве изделий из тяжелого и легкого бетонов 450 кг на 1 м<sup>3</sup>.

За тридцать лет развития производства ячеистобетонных изделий в республике для достижения современных объемов и качества готовой продукции необходимо было объединить усилия научно-исследовательских, проектно-конструкторских организаций, машиностроительных и промышленных предприятий, а порой и применение жестких административ-

ных мер. Все это в достаточной мере обеспечивало устойчивое динамическое наращивание объемов производства, расширение ассортимента готовой продукции и области ее применения в строительстве.

Производство ячеистобетонных изделий в Республике Беларусь началось в шестидесятые годы. Предприятия с невысокой производительностью выпускали изделия с относительно низкими физико-механическими показателями. Невысокая долговечность изделий, а также нерациональное их применение, особенно в животноводческих помещениях, сдерживали дальнейшее наращивание производства ячеистобетонных изделий в республике, проектировщики зданий и строители порой негативно относились к этому новому строительному материалу.

В 1965—1967 гг. на предприятиях республики началась реализация первой отраслевой программы развития ячеистобетонных изделий. В 1968—1970 гг. в городах Гродно, Могилеве и Сморгони были введены в эксплуатацию новые мощности по производству ячеистобетонных изделий по комплексной вибрационной технологии на базе известково-цементного вяжущего. Однако из-за низкого технического уровня резательного оборудования типа СМ-1211 не удалось освоить в полном объеме производство изделий по резательной технологии. Разрезка массивов на мелкие блоки производилась вручную или так называемыми рамками, что не обеспечивало необходимую геометрическую точность изделий. Кроме того, предпринятые попытки модернизировать резательную машину СМ-1211 и внедрение резательной машины с горизонтальной разрезкой массивов на армированные панели не увенчались успехом.

Вместе с тем использование ячеистобетонных смесей с низким количеством воды затворения, смешанного (известково-цементного) вяжущего и другие мероприятия обеспечивали относительно высокие физико-механические показатели и долговечность изделий. Средняя плотность изделий ячеистого бетона составляла 700 кг/м<sup>3</sup>, прочность при сжатии 4—5 МПа и морозостойкость не менее 35 циклов. Была значи-

тельно расширена номенклатура выпускаемой продукции, освоилось производство армированных изделий. Началось массовое производство и использование армированных и неармированных изделий из ячеистого бетона в жилищном и промышленном строительстве.

В 1977—1980 гг. на предприятиях республики началась реализация второй отраслевой программы развития ячеистобетонных изделий. Освоение и внедрение ударной технологии и комплекта нового резательного оборудования в ПО «Сморгоньсиликатобетон», Гродненском КСМ и других предприятиях обеспечило значительное повышение качества готовой продукции. Начиная с 1985 г. предприятия устойчиво стали выпускать ячеистобетонные изделия плотностью 600 кг/м<sup>3</sup>, прочностью при сжатии не менее 3,5 МПа и морозостойкостью не менее 35 циклов.

В течение последних 10—15 лет в республике производство изделий из ячеистого бетона, и в первую очередь мелких блоков, осуществлялось по отечественной ударно-резательной технологии с использованием опыта резательной технологии фирм «Хебель» (ФРГ), «Калсилоркс» (Нидерланды) и др., а производство армированных изделий по ударной технологии в индивидуальных формах.

На заводах республики (Гродно, Сморгонь, Гомель, Береза) мелкие ячеистобетонные блоки выпускаются на линиях типа «Универсал-60» производительностью 80 тыс. м<sup>3</sup> в год. Увеличение производительности линии до 120 тыс. м<sup>3</sup> в год мелких стеновых блоков и блоков для перегородок зданий планируется за счет установки на новых заводах (Гомель, Береза) дополнительного третьего автоклава и других мероприятий. Однако дальнейшее увеличение производительности указанных выше линий, расширение номенклатуры изделий и внедрение их на других заводах сдерживаются некоторыми недостатками этой линии, а именно: использованием в технологических операциях мостовых электрических кранов грузоподъемностью 15 т, невозможностью изготавливать теплоизоляционные плиты из ячеистого бетона, повышенными технологическими потерями при про-

изводстве и агрегатно-поточной схемой производства.

В связи с наращиванием производства теплоизоляционных плит из ячеистого бетона и размещением их производства по всем регионам республики, а также с целью уменьшения технологических потерь при производстве и увеличения мощности, НИПСиликатобетон и Белгипростромом была разработана проектно-конструкторская документация линии типа «Силбет-блок» с разрезной массива на изделия заданных размеров на поддоне формы, т. е. без переноса заготовок массива. В линии использованы элементы конвейерной и агрегатно-поточной схем производства.

С точки зрения увеличения производительности линии, комплексной механизации и автоматизации технологических операций, конвейерная схема производства является, пожалуй, единственным решением для достижения указанных целей. Кроме того, при конвейерной схеме организации производства необходимы высокое качество и стабильность всех исходных сырьевых материалов, а также строгая технологическая дисциплина, надежная и стабильная работа оборудования на всех без исключения этапах производства. В настоящее время указанные линии работают на Могилевском КСИ (высота массива 0,6 м) и в объединении «Сморгоньсиликатобетон» (высота массива 0,9 м). На Могилевском КСИ и в ПО «Сморгоньсиликатобетон» после модернизации оборудования достигнута производительность линии 80—100 тыс. м<sup>3</sup> мелких блоков в год и ведутся работы по дальнейшему наращиванию мощности линии.

В 1988 г. на техническом совете с участием специалистов министерства, заводов ячеистого бетона, институтов НИПСиликатобетон (Таллинн), Гипростроммашин (Киев), Белгипростром, Белавтоматстром, СПКО «Оргтехстром» и ПО «Строммаш» (Минск) было проведено обсуждение состояния производства ячеистобетонных изделий на конвейерных линиях за рубежом и в СССР, а также проектных решений НИПСиликатобетона, Гипростроммашин и Белгипрострома и принято решение в качестве главного

образца разработать автоматизированную конвейерную линию по производству ячеистобетонных изделий мощностью 240 тыс. м<sup>3</sup> в год с формованием массива высотой 0,9 м. Такая линия была сконструирована и получила название «Конрекс 90/240». В линии заложена отечественная высокоэффективная комплексная ударная технология и использован накопленный опыт как отечественный, так и зарубежный.

В настоящее время комплект оборудования линии изготовлен АО «Строительные и дорожные машины» (Брянск) и на Гродненском КСМ ведется монтаж оборудования. После ввода линии в промышленную эксплуатацию, отработки технологии производства мелких ячеистобетонных блоков плотностью 500 кг/м<sup>3</sup> будет осуществлен переход на выпуск армированных изделий по ударно-резательной технологии.

Наряду с развитием производства ячеистобетонных изделий с использованием автоклавов диам. 3,6 м в республике осуществлялось производство с использованием автоклавов диам. 2 м. В 1982 г. на Минском КСИ после реконструкции была введена в эксплуатацию новая технологическая линия мощностью 130 тыс. м<sup>3</sup> изделий в год по производству теплоизоляционных плит и мелких ячеистых блоков, где установлены такие автоклавы.

Белгипростромом, НИПСиликатобетон, Белавтоматстромом и другими при деятельном участии специалистов Бобруйского комбината стройматериалов был разработан проект завода и оборудования автоматизированной конвейерной линии для производства мелких ячеистобетонных блоков с использованием автоклавов диам. 2 м. Линия получила название «Бобруйск-1,2». В линии заложена технология с формованием массивов высотой 1,2 м и разрезкой сырья массива на поддоне формы, т. е. без переноса заготовок массива на стол резательной машины, как это осуществляется на линиях «Универсал-60» и «Конрекс 90/240».

В настоящее время в Бобруйске, Любани, Орша, Пятрикове введены в эксплуатацию первые очереди заводов по производству мелких ячеистобетонных блоков. Мощность заводов первой очереди составляет 80 тыс. м<sup>3</sup> в год,

а после ввода в эксплуатацию вторых очередей и установки дополнительно четырех автоклавов мощность каждого из указанных заводов составит 200 тыс. м<sup>3</sup> мелких блоков в год. Оборудование для этих заводов изготовлено неспециализированными машиностроительными предприятиями республики. Это свидетельствует о доступности изготовления аналогичного оборудования в любом регионе. С другой стороны, изготовление оборудования неспециализированными предприятиями обусловлено определенными сложностями при его освоении и доводке. Несмотря на трудности, предприятия успешно вышли на проектные мощности.

Для дальнейшего расширения области применения ячеистобетонных изделий, повышения эффективности производства последних за счет совершенствования технологии и оборудования, а также с ориентацией на применение автоклавов диам. 2 м и особенно длиной 40 м в настоящее время по заказу министерства Межреспубликанской ассоциацией «Силикат» разрабатывается новая универсальная конвейерная линия «Конрекс 90/120» по производству мелких ячеистобетонных блоков, в том числе лазогребневой конструкции для перегородок, а также теплоизоляционных плит и армированных изделий для различных зданий (например, комплекты изделий для жилых домов усадебного типа). Производительность линии 40—120 тыс. м<sup>3</sup> изделий в год. В линии заложены комплексная ударная технология с формованием массивов высотой 0,9 м, отдельные элементы резательного оборудования по аналогии с фирмой «Итонг», но без кантования массива. Первые образцы этой линии закладываются в проекты новых заводов, пуск которых намечен в 1995—1996 гг. в городах Руденск, Малорита.

Для проверки принятых принципиально новых технических решений разработан фрагмент этой линии и в настоящее время в ПО «Строммаш» ведется изготовление его оборудования и средств автоматизации. Указанный фрагмент после испытаний на опытной базе МРА «Силикат» и доработки будет трансформирован в линию малой производительности (до 40 тыс. м<sup>3</sup> изделий в год).

Создаваемые в настоящее время на базе отечественных и зарубежных достижений оборудование и технология по своему технико-экономическому уровню не уступают зарубежному, а комплексная ударная технология превосходит и позволяет производить ячеистобетонные изделия на базе различных по качеству и ассортименту сырьевых материалов, что, как известно, недопустимо в зарубежных технологиях.

В соответствии со специально разработанной отраслевой программой Могилевский КСИ, ПО «Сморгоньсиликатобетон», Минский НИИСМ, Белпромпроект и СПКО «Оргтехстрой» готовятся к организации производства изделий из ячеистого бетона плотностью  $500 \text{ кг/м}^3$  вместо выпускаемых плотностью  $600\text{—}650 \text{ кг/м}^3$ . Переход на выпуск изделий пониженной плотности позволяет снизить расход сырьевых материалов, топлива и электроэнергии на 10 %.

В 1991 г. проведены работы по повышению прочности изделий из ячеистого бетона плотностью  $500 \text{ кг/м}^3$  до класса В 2,0 (марка 3,0), удовлетворяющей без изменения армирования по показателям прочности, трещиностой-

кости, жесткости, условиям транспортирования автомобильным и железнодорожным транспортом. Результаты работ показали практическую возможность повышения эффективности производства облегченных изделий из ячеистого бетона. Однако следует отметить, что, несмотря на имеющиеся общие принципы и приемы снижения плотности и повышения прочности бетона, для каждого завода необходимо индивидуально провести подбор составов и технологических параметров.

Проводятся исследования по выявлению путей снижения расхода алюминиевой пудры. Это поиск новых видов пудр и сплавов для них, применение пудр из вторичного алюминия, установление требований к алюминиевым пудрам по их дисперсности, реакционной способности и другим показателям, а также замена части алюминиевой пудры на пенообразователи. В лабораторных условиях установлено, что за счет ввода некоторых ПАВ можно снизить на 25 % расход алюминиевой пудры. По нашему мнению, учитывая ожидаемый рост цен на алюминиевую пудру, целесообразным является переход на

технологии пенобетона, а в промежутке — на пеногазобетонную технологию. Фирмы «Миссав» (Япония), «Неопор» (ФРГ) и консорциум «Сикабрик» (Австрия, ФРГ) освоили производство изделий из пенобетона.

Ведутся работы по подбору составов смазок форм, не содержащих дефицитную кулисную смазку, и по рецептуре полимерминеральных пастовых отделочных составов, имеющих высокую жизнеспособность и технологичность.

С целью дальнейшего развития научно-технического прогресса и повышения намеченных объемов производства изделий из ячеистого бетона в республике разработаны основные задания на 1991—1995 гг. отраслевой программы «Ячеистый бетон», для координации и руководства работами по созданию головных предприятий ячеистобетонных изделий создана Межреспубликанская ассоциация «Силикат». В нее вошли научно-исследовательские и проектные организации, некоторые машиностроительные заводы и предприятия по производству строительных материалов Республики Беларусь, России и Украины.

УДК 666.965.2-405.8-328

В. Л. БИЛЬДЮКЕВИЧ, президент, Н. П. САЖНЕВ, вице-президент, Ю. Д. БОРОДОВСКИЙ, вице-президент Межреспубликанской ассоциации «Силикат»

## Состояние и основные направления развития производства ячеистобетонных изделий в СНГ и за рубежом

Ячеистый бетон обладает целым рядом неоспоримых преимуществ по сравнению с традиционными строительными материалами. Аргументы в пользу такого утверждения приведены, в частности, в предыдущей статье и других публикациях в этом номере журнала. Именно преимущества ячеистого бетона обуславливают его интенсивное развитие в СНГ и за рубежом.

В настоящее время при общей тенденции снижения объемов производства, в том числе и строи-

тельных материалов, пожалуй, только производство ячеистобетонных изделий не уменьшилось, а в целом ряде государств Содружества проводится комплекс мероприятий по наращиванию их производства.

В 1991 г. в СНГ выпущено около 5,7 млн  $\text{м}^3$  ячеистобетонных изделий, из них 1,37 млн. армированных стеновых панелей, плит покрытий и перекрытий. Наибольшую долю в общем выпуске составляют малкие ячеистобетонные блоки — 3,2 млн.  $\text{м}^3$

в год. За последние 20 лет объем производства ячеистобетонных изделий в СНГ увеличился примерно на 50 %. На передовых предприятиях по производству ячеистобетонных изделий, например, в Республике Беларусь, физико-механические показатели бетона не уступают зарубежным, а морозостойкость превосходит зарубежные аналоги [1]. Однако внешний вид изделий (точность геометрических размеров) все еще уступает зарубежным аналогам.



Советом Министров СССР и последующими постановлениями Госстроя СССР в 1977—1988 гг. были приняты решения довести объем производства ячеистобетонных изделий до 8—10 млн. м<sup>3</sup> (8—10 млрд. шт. усл. кирпича) в 1990 г. и 40—45 млн. м<sup>3</sup> (40—45 млрд. шт. усл. кирпича) в 1995 г., т. е. ежегодный прирост объема производства за первые три года должен был составлять 24 %, а за последующие десять лет объем должен был бы увеличиться в 4 раза. Однако за первые три года ежегодный прирост объема составлял только 3 %. Волевым принятием решений по такой масштабной программе наращивания производства, отсутствие достаточного количества серийно выпускаемых комплектов технологического оборудования и средств автоматизации, а также порой четкого плана действий и должной инициативы на местах привело к срыву выпуска запланированных объемов.

Программой первоначально предусматривалось наращивание мощностей по выпуску только мелких ячеистобетонных блоков на базе комплекта оборудования линии «Универсал-60» (СМС-301) производительностью 80 тыс. м<sup>3</sup> изделий в год (типовой проект 409-021-4887). В дальнейшем намечалось с целью доведения мощности линии до 120 тыс. м<sup>3</sup> в год при проектировании (привязка типового проекта) новых заводов на базе указанной линии дооснащать ее третьим автоклавом (диам. 3,6 м) и перейти на трехсменный режим работы, а также последующее увеличение мощности линии до 160 тыс. м<sup>3</sup> изделий в год за счет установки полуконвейеров, четвертого автоклава, увеличения высоты формируемого массива до 0,9 м и расширения смесеприготовительного отделения. Предусматривалось также разработать для Гродненского КСИ и других предприятий автоматизированную конвейерную линию «Конрекс 90/240» мощностью 240 тыс. м<sup>3</sup> в год с формованием ячеистобетонных массивов высотой 0,9 м.

С целью всестороннего испытания технологии мелких ячеистобетонных блоков с применением автоклавов диам. 2 м, формованием массивов высотой 1,2 м и разрезкой их на изделия заданных

размеров на поддонах форм без переноса массива, как это осуществляется на линии «Универсал-60», предусматривалось строительство четырех заводов мощностью 160 тыс. м<sup>3</sup> в год в Республике Беларусь (гг. Бобруйск, Любань, Орша, Петриков), двух на Украине и в Республике Казахстан, а также семи заводов мощностью 40—400 тыс. м<sup>3</sup> в год в России.

Вся вышеназванная программа базировалась на использовании отечественного серийного, экспериментального и вновь создаваемого оборудования для ударно-резательной и виброрезательной технологий производства мелких ячеистобетонных блоков. Однако в дальнейшем, с целью выпуска армированных изделий (наружные и внутренние стеновые панели, плиты покрытия и перекрытия) и мелких ячеистобетонных блоков, было закуплено оборудование фирмы «Итонг» с правом воспроизводства его.

Программа развития, базирующаяся на отечественной технологии и оборудовании, как бы отошла на второй план, однако воспроизводство оборудования по лицензии фирмы «Итонг» до настоящего времени так и не налажено. Пуск завода в г. Самаре еще не начат, следует отметить, что большое число неудач копирования зарубежного опыта производства строительных материалов (гипсокартонные и гипсоволокнистые изделия, силикатный и глиняный кирпич и др.) требует исключительно взвешенных решений.

На базе воспроизводимого оборудования фирмы «Итонг» и создаваемого отечественного планировалось создать в стране в 1989—1995 гг. 400—450 заводов по производству индустриальных изделий из ячеистого бетона производительностью 50—200 тыс. м<sup>3</sup> в год, в том числе в 1990 г. изготовить 50 комплектов технологических линий нового поколения производительностью 100—200 тыс. м<sup>3</sup> в год. Кроме того, в это же время планируется организовать на цементных заводах изготовление вяжущих низкой водопотребности (ВНВ) и технологического оборудования по производству безавтоклавных стеновых блоков из ячеистого бетона на основе ВНВ производительностью 50 тыс. м<sup>3</sup> в год,

в том числе по 40 технологических линий в 1989—1990 гг.

Для координации всех вышеперечисленных программ и планов был разработан на 1989—1995 гг. проект «Создание высокоэффективных видов ячеистого бетона с заданными свойствами на основе новых вяжущих веществ, разработка нового поколения строительных конструкций, технологий, оборудования, создание высокоавтоматизированного технологического оборудования».

Проектом предусматривалось создание высокоавтоматизированного технологического оборудования для изготовления новых многокомпонентных вяжущих, ячеистобетонных изделий и комплектов конструкций нового поколения и освоение в 1995 г. опытно-промышленного высокоавтоматизированного предприятия по производству изделий из ячеистого бетона плотностью 500—550 кг/м<sup>3</sup> и 600—650 кг/м<sup>3</sup> и соответственно прочностью при сжатии 4—5 МПа и 6—7 МПа, т. е. на мировом и более высоком уровне.

После ликвидации Минстройдормаша СССР, Минмонтажспецстроя СССР и Минстройматериалов СССР единственным руководителем всех работ по развитию производства ячеистобетонных изделий оставался Госстрой СССР, но после ликвидации последнего все программы и проекты в масштабах СНГ развалились. Разработаны и успешно осуществляются свои программы по увеличению объемов производства ячеистобетонных изделий в Республике Беларусь, Российской Федерации [2], на Украине и в других государствах Содружества, ориентированные, в первую очередь, на отечественные технологии, оборудование и средства автоматизации.

Справедливости ради следует отметить, что, несмотря на непоследовательность действий и порой противоречивость самой программы, открывалось широкое поле действий для научно-исследовательских, проектно-конструкторских и производственных коллективов, имеющих определенный научно-технический потенциал в области создания новых технологий и оборудования для производства ячеистобетонных изделий.

В последние годы в целом ряде научно-исследовательских и про-

ектно-конструкторских организаций стран Содружества и Балтии проводятся работы по доработке и модернизации соответствующего технологического оборудования. Это, в первую очередь, технологические линии типа «Универсал-60», «Силбет-блок», «Бобруйск-1,2», «Агроблок», «Виброблок», которые производят в основном мелкие ячеистобетонные блоки. Работы направлены на увеличение производительности этих линий, надежности их в работе, на повышение качества готовой продукции, в первую очередь, на увеличение геометрической точности готовых изделий. Проводится комплекс научно-исследовательских и проектно-конструкторских работ по созданию и испытанию новых технологических линий: «Конкрекс 90/240», «Конкрекс 90/120», «Универсал 60/150» и др.

Новые конвейерные автоматизированные линии имеют производительность до 240 тыс. м<sup>3</sup> в год, позволяют выпускать изделия широкой номенклатуры, включая стеновые панели, плиты покрытия и перекрытия с различными профилями. Геометрическая точность мелких ячеистобетонных блоков (до  $\pm 1,5$  мм) позволяет вести их кладку на клею. В линиях предусматривается упаковка мелких блоков в термоусадочную пленку или обвязка металлической лентой. Линии рассчитаны на применение автоклавов диам. 3,6; 2,8 и 2 м. Кроме того, закупается оборудование у зарубежных фирм, в основном фирм Германии — «Хебель», «Итонг», «Грайзель» и др.

Закупка за рубежом оборудования для производства ячеистобетонных изделий, строительство и пуск заводов позволит оценить технический уровень нашего оборудования и средств автоматизации в условиях рыночных отношений в регионах с большими объемами производства, повысит конкуренцию и качество ячеистобетонных изделий, однако, в целом не решает всех проблем по наращиванию производства ячеистобетонных изделий.

Технологии этих фирм рассчитаны на очень высокое качество и особенно стабильность свойств исходных сырьевых материалов. Через некоторое время эксплуатации возникает проблема запасных деталей, а затем нового обо-

рудования и систем автоматизации. При производстве ячеистобетонных изделий, например, по технологиям фирм «Итонг», «Сипорекс» и др. удельная поверхность цемента по Блейну должна быть 3500—4000 см<sup>2</sup>/г, начало схватывания 100—120 мин и конец 120—150 мин. Жесткие требования предъявляются к алюминиевой пудре — удельная поверхность по Блейну 10 000—20 000 см<sup>2</sup>/г и содержание алюминия до 95%. Известь наряду с высоким содержанием окиси кальция (85—95%) должна иметь строго определенную кривую гидратации.

В настоящее время в различных странах мира накоплен большой опыт по производству ячеистобетонных изделий. По нашей оценке, годовое производство находится в пределах 43—45 млн. м<sup>3</sup> ячеистобетонных изделий. Основной объем выпуска ячеистобетонных изделий приходится на заводы, работающие по лицензиям фирм «Хебель», «Итонг», «Верхан», «Грайзель» (ФРГ), «Сипорекс» (Швеция), «Калсиллокс-Дюрокс» (Нидерланды), «Селкон» (Великобритания) и др. Кроме того, в целом ряде стран, например, в СНГ, КНР, Польше, ЧСФР, Японии и др. работают также заводы по своей технологии и лицензиям вышеуказанных фирм.

На ряде заводов доля армированных изделий в общем объеме производства составляет 80—85% и выпускается практически полный комплект деталей для дома, особенно для малоэтажных зданий. Мелкие стеновые блоки, плиты для перегородок, наружные и внутренние стеновые панели, плиты покрытий и перекрытий широко используются в жилищном и сельскохозяйственном строительстве и выпускаются, как правило, по резательной технологии с высокой точностью геометрических размеров. Например, в армированных изделиях фирмы «Хебель» отклонения от заданного размера по длине составляют от  $\pm 5,0$  мм, высоте —  $\pm 3$  мм и толщине —  $\pm 3$  мм, а в неармированных —  $\pm 3$  мм по всем направлениям. В изделиях фирмы «Калсиллокс-Дюрокс» отклонения изделий соответственно в армированных —  $\pm 4$  мм,  $\pm 3$  мм и  $\pm 2$  мм и неармированных —  $\pm 2$  мм,  $\pm 2$  мм,  $\pm 1$  мм. Еще более точные изделия выпускают фирмы «Итонг» и «Грайзель» —

отклонения по всем направлениям соответственно  $\pm 1,5$  мм и  $\pm 1,0$  мм.

Точность изготавливаемых изделий, при прочих равных условиях, обусловлена различными техническими решениями резательного оборудования, и в первую очередь длиной и диаметром режущей струны, зависящих от структурно-механических свойств и размеров разрезаемого массива. В технологии фирм «Итонг», «Верхан» и «Грайзель» перед разрезкой на изделия заданных размеров ячеистобетонный массив (сырец) катруется на 90° с формой на ее борт или на специально подставляемый под боковую поверхность «чужой» борт-поддон, на котором распалубленный массив подается под резательные машины, в автоклав и на склад готовой продукции.

В технологии фирм «Хебель» и «Калсиллокс-Дюрокс» массив распалубливается, переносится специальным захватом с плоскости поддона формы на стол резательной машины, разрезается на решетках, подается в автоклав и на склад готовой продукции. В технологии фирмы «Сипорекс» распалубленный массив на своем щелевом поддоне разрезается, после чего борта формы опускаются на прежнее место, форма с массивом подается в автоклав и на склад готовой продукции. Тепловлажностная обработка производится в тупиковых и проходных автоклавах диам. 2,3—2,8 м, длиной до 5 м при давлении не ниже 1 МПа.

В технологиях всех вышеперечисленных и других зарубежных фирмах готовая продукция отправляется потребителю в упакованном виде. Упаковка производится, например, в термоусадочную пленку или пакеты, которые обвязываются металлической или синтетической лентами.

Изделия, как правило, выпускаются плотностью 500—700 кг/м<sup>3</sup> и прочностью бетона при сжатии, соответственно, не менее 2,5—5 МПа. Коэффициент теплопроводности бетона для указанных плотностей находится в пределах 0,15—0,23 Вт/м·К. При поставке потребителю влажность ячеистобетонных изделий составляет около 20% по объему.

Во время строительства и эксплуатации зданий влажность понижается до равновесной и состав-

ляет 2—3 % по объему при средней плотности бетона 600 кг/м<sup>3</sup>.

Армированные изделия выпускаются длиной до 7,2 м, шириной до 0,75 м и толщиной до 0,3 м. При этом шаг изделий по длине составляет 5—25 мм и толщине 25—100 мм, а ширина изделий обычно бывает равной высоте формируемого массива. Длина армированных изделий зависит от их толщины и нагрузок. Неармированные изделия (мелкие блоки и перегородочные плиты) практически могут изготавливаться любых размеров, при этом длина блока или ширина перегородок равна высоте массива.

Всеми без исключения фирмами накоплен большой опыт по применению ячеистобетонных изделий в строительстве. Кладка стен и перегородок из неармированных изделий осуществляется на клею или растворе. Армированные изделия монтируются на элементы железобетонного или металлического каркасов, а кровельные панели укладываются на железобетонные и металлические балки и формы. С целью повышения термического сопротивления и звукоизоляции стен из мелких ячеистобетонных блоков последние выполняются двухслойными с воздушной полостью обычно 50 мм. Кроме вышеперечисленных изделий, фирмы изготавливают элементы специального назначения.

На строительную площадку изделия поступают в пакетах без отделки. После монтажа здания, когда влажность ячеистобетонных изделий понижается до 12—16 % по объему, на наружную поверхность наносятся различные защитно-декоративные покрытия. Наружное оштукатуривание армированных изделий не оправдало себя и его при необходимости производят только на мелких блоках. Для окраски или наклейки обоев на внутренние стены наносится тонкий слой штукатурки или полимерной шпаклевки, которые также сглаживают колебания влажности воздуха в помещениях. В последние годы для облицовки фасадов зданий стали применяться металлические экраны и другие малоформатные элементы.

Из вышеизложенного следует, что ячеистобетонные изделия за рубежом производятся в основном по резательной технологии, обеспечивающей высокую точ-

ность геометрических размеров и достаточно широкий ассортимент готовых изделий. Предприятия, выпускающие ячеистобетонные изделия, используют исходные сырьевые материалы с высокими и стабильными свойствами, имеют высокую степень механизации и автоматизации, как правило, работают на конвейерной схеме производства, что и предопределяет в конечном итоге высокую производительность труда и качество готовой продукции и конкурентоспособность ее на рынке по сравнению с другими строительными материалами.

В отличие от широко распространенной в мире технологии ячеистобетонных изделий, в которой в качестве газообразователя применяется алюминиевая пудра, ряд фирм вновь вернулся к технологии изготовления ячеистобетонных изделий с применением пены.

Фирма «Миссавв Хомус» (Япония) выпускает автоклавные пенобетонные изделия различного назначения плотностью 500 кг/м<sup>3</sup> и прочностью при сжатии 4,6 МПа. Консорциум «Сикабрик» (Австрия) выпускает автоклавные пенобетонные мелкие блоки по резательной технологии плотностью 400—1200 кг/м<sup>3</sup> и прочностью при сжатии 2—25 МПа, фирма «Неопор» (Германия) выпускает без-

автоклавные пенобетонные армированные изделия в индивидуальных формах плотностью 400—1800 кг/м<sup>3</sup> и прочностью при сжатии 1—25 МПа. При производстве пеноблоков, как правило, в качестве вяжущих материалов используются цемент и гашеная известь.

Критический анализ производства ячеистобетонных изделий в СНГ и за рубежом показывает, что в странах Содружества их развитие идет в направлении использования отечественного (ударная и вибрационная технологии) и мирового (резательная технология) опыта.

Для дальнейшего повышения качества готовой продукции и наращивания объемов производства необходимо сконцентрировать усилия специалистов научно-исследовательских, проектно-конструкторских организаций, машиностроительных заводов по производству оборудования и специалистов предприятий по производству ячеистобетонных изделий.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Газобетон ударной технологии на смешанном вяжущем / Е. А. Галибина, Т. Б. Кремерман, Г. О. Майнерт, Н. П. Сажнов, А. В. Домбровский, Ю. Я. Навалко // Стронт. материалы. 1990. № 3.
2. Воробьев Х. С. Особенности технологий и оборудования для производства ячеистого бетона / Стронт. материалы. 1991. № 11.

Жилый дом из кирпича и ячеистого бетона в г. Гродно





УДК 666.92(476)

Е. Я. ПОДЛУЗСКИЙ, зам. директора НИИСМ (Минск), Э. В. ОСНОВСКИЙ, инж., И. Г. НИГИРИЦЬ, инж.

## Производство извести в Республике Беларусь

Потребность в извести для изготовления всех видов силикатных бетонов и силикатного кирпича в Республике Беларусь (РБ) обеспечена собственным производством в объеме 1 млн. т в 1991 г. Предстоящее же увеличение объемов производства силикатных бетонов и кирпича (согласно намеченной программе в 1995 г. выпуск ячеистого бетона должен составить 3—3,5 млн. м<sup>3</sup>) уже сегодня остро ставит вопрос об опережающем развитии производства извести.

Особенностью сырьевой базы известковой промышленности Республики Беларусь является наличие исключительно мягких меловых пород, залегающих в обводненных местах, что обуславливает высокую карьерную влажность в пределах 25—28%. Плотных кристаллических карбонатных пород, пригодных для производства извести, в Республике нет.

Меловые породы по составу можно разделить на два вида. В западных областях Беларуси преобладают достаточно чистые мела без примеси глинистых с содержанием основного вещества 90—96%, позволяющие получать известь в основном второго сорта. В восточных областях, в том числе в Минской обл., залегают мергелистые мела, позволяющие получать известь не выше 3 сорта, а в основном — слабогидравлическую.

Высокая влажность исходного сырья, низкая прочность и липкость мела крайне затрудняют технологические операции по его добыче, транспортировке и технологической обработке при подготовке к обжигу. Все это вместе взятое предопределило в свое время выбор способа производства извести с использованием рыхлых переувлажненных мелов и

аппаратурное оформление технологических решений.

Очевидно, что использование для обжига извести шахтных печей невозможно из-за низкой прочности мела в сухом состоянии. Поэтому весь объем производства извести базируется на применении вращающихся печей. Эти аппараты отличаются простотой технологического обслуживания, высокой единичной производительностью и уровнем механизации, надежностью в эксплуатации.

Производство извести осуществляется в РБ по мокрому и сухому способам. Печи, работающие по сухому способу, оборудованы кальцинаторами, агрегатами, весьма несовершенными в энергетическом отношении. Поэтому расход топлива на обжиг извести как по мокрому, так и по сухому способам практически одинаков.

В настоящее время на Климовичском комбинате строительных материалов заканчивается строительство печи, которая будет работать по сухому способу без кальцинатора. Предполагается, что экономия топлива составит около 25% по сравнению со сложившимся расходом.

При мокром способе производства влажность шлама составит 40—42%. Использование разжижителей в виде ПАВ или электролитов дает возможность снизить этот показатель до 32—36%, что, казалось бы, должно способствовать снижению расхода топлива на обжиг. Однако практически в известковообжигательной вращающейся печи добиться этого невозможно. Дело в том, что количество тепла с отходящими из зоны диссоциации газами таково, что его с избытком хватает на испарение влаги из сырья с влажностью 40—42%. Этим объясня-

ется повышенная температура отходящих газов по сравнению с клинкерообжигательными вращающимися печами.

Избыток тепла, с теплоносителем, в холодном конце печи непостоянен и изменяется в зависимости от степени обжига. Он тем больше, чем выше степень обжига. Естественное желание более полно использовать потенциал сырья, т. е. получить более высокое содержание СаО, приводит к большому избытку тепла в цепной зоне. Начинается пересушивание сырья, гранулы становятся хрупкими или разрушаются, в результате чего слой их в печи сползает, не перемешиваясь, что значительно ухудшает равномерность обжига. В дальнейшем, пройдя через зону диссоциации, известь пересыпается в холодильник. Пылевидные частицы встречным потоком охлаждающего воздуха заносятся в зону факела и дожигаются во взвешенном состоянии уже при температуре факела. Далее известь оседает в цепной зоне и затем снова обжигается.

По описанной схеме возможна неоднократная циркуляция частиц твердой фазы во вращающейся печи, а это приводит к ухудшению качества извести из-за нарушения однородности по показателям динамики гидратации, т. е. к появлению пережога.

При определении времени гашения извести, обожженной во вращающихся печах, часто проявляются два экзотермических эффекта, что свидетельствует о запаздывании гашения отдельных частиц.

Таким образом, использование вращающихся печей, работающих по мокрому способу, для обжига извести всегда сопряжено с риском получения нестабильного качества, что затем вызывает зна-

чительные трудности при ее использовании в производстве силикатных бетонов, в первую очередь — ячеистого.

В Минском НИИСМе разработана технология производства извести по мокрому способу с использованием агрегатов скоростной термообработки, в которых материал обжигается во взвешенном состоянии. Частица в зоне максимальных температур находится несколько секунд, что исключает возможность пережога. Известь отличается однородностью состава. Степень диссоциации достигает 98 %.

Предстоит провести комплекс исследований, чтобы установить возможность использования такой извести в производстве ячеистого бетона.

Сегодня известь выпускают пять предприятий Минстройматериалов Республики Беларусь: ПО «Волковискцементношифер», Гродненский, Ново-Березовский, Любанский и Климовичский комбинаты строительных материалов. Первые три предприятия производят известь-кипелку, два последних — слабогидравлическую известь, что определяется качеством используемых меловых пород. Из общего объема производства извести слабогидравлической выпускается около 0,35 млн. т. Первые три предприятия производят известь по действующему стандарту преимущественно третьего сорта, что составляет около 80 % общего объема.

Известь всех предприятий является быстрогасящейся, за исключением некоторых партий слабогидравлической, в которых время гашения достигает 11 мин. Если в производстве силикатного кирпича это скорее положительный фактор, то в приготовлении сырьевой смеси для ячеистого бетона это усложняет технологический процесс. Приходится прибегать к различным добавкам и технологическим приемам, замедляющим скорость гашения извести.

Зарубежные производители ячеистого бетона предъявляют высокие требования к качеству применяемой извести и методам испытаний. Так, фирма «Итонг» предусматривает испытание извести по следующим показателям: содержание свободной CaO, характеристика гашения, ситовой анализ, потери при прокаливании, седиментация.

В извести содержание CaO должно быть не менее 92 %; MgO — не более 1,5 %; CaCO<sub>3</sub> — не более 4 %; SO<sub>2</sub> — не более 0,3 % по массе; Ca(OH)<sub>2</sub> — не более 2,5 %.

При определении характеристики гашения извести путем смешивания 150 ± 0,1 г негашеной извести и 600 см<sup>3</sup> дистиллированной воды при 20 ± 0,5 °C должны развиваться следующие температуры:

2 мин	35 ± 4 °C	до 45 ± 3 °C;
5 мин	45 ± 3 °C	до 50 ± 2 °C;
10 мин	60 ± 3 °C	до 67 ± 2 °C;
20 мин	66 ± 2 °C	до 72 ± 2 °C;
30 мин	69 ± 2 °C	до 73 ± 2 °C;
40 мин	70 ± 2 °C	до 74 ± 2 °C.

Такой регламентированный рост температуры обусловлен применяемой схемой формования и необходимостью достижения нужной пластической прочности сырца в определенное время.

В ЧСФР, например, разработан и действует с 1977 г. стандарт на известь воздушную для производства ячеистого бетона. Главным в нем является активность извести, которая выражается через достигнутую температуру за определенное время, а именно:

через 2 мин	25—30 °C;
через 6 мин	35—65 °C;
через 6—15 мин	65—75 °C.

В производстве ячеистых бетонов может использоваться воздушная известь 3 сортов. Характеристика извести показана в таблице.

Показатели, %	Сорт извести		
	I	II	III
CaO + MgO, не менее	96	94	90
в том числе MgO, не более	1	2	3
CO <sub>2</sub> , не более	4	4	5
Потери при прокаливании	6	6	7
CO <sub>2</sub> , не более	1	2	5,5
Остаток на сите с сеткой 1,6 мкм не более	9	9	12

Действующий ГОСТ 9179—77 «Известь строительная» вообще не содержит каких бы то ни было специальных требований к извести для производства ячеистого бетона. Стандарт классифицирует известь по сортам, высший из которых соответствует минимальным требованиям зарубежных производителей ячеистого бетона.

В соответствии с инструкцией по изготовлению изделий из ячеистого бетона СН 277—80 следует применять известь-кипелку кальциевую не ниже 3 сорта, удов-

летворяющую требованиям ГОСТ 9179—77, и с дополнительными требованиями по содержанию активных CaO + MgO не менее 70 %; «пережога» — не более 2 % при скорости гашения 5—15 мин.

Указанные в СН 277—80 требования к извести не очень высоки и строго нормируемые. В них не приводятся требуемая степень гидратации и кривая гашения, которые в зависимости от технологической схемы производства и вида изделий, высоты формируемого массива должны быть разными. Нет требований к обязательному использованию в производстве извести высокой активности. Применение высоковязких смесей для обработки их по виброударной технологии и формование высоких массивов, изготовленных на быстрогасящейся извести с ненормируемыми значениями по этим показателям, требует особых приемов при подготовке вяжущего и расчете состава бетона и часто приводит к получению менее качественного бетона и изделий.

Следует отметить, что качество извести, применяемой для изготовления изделий из ячеистого бетона за рубежом, несравненно выше, чем это предусматривается действующими нормативными документами у нас и в СНГ. В результате ячеистый бетон получается там более высокой марки по прочности. Кроме того, можно автоматизировать технологический процесс изготовления, повысить эксплуатационные показатели оборудования.

Свойства ячеистого бетона зависят, безусловно, не только от извести, но и от вида кремнеземистого компонента и цемента. Однако практика показывает, что качество извести является определяющим фактором на стадии формования изделий.

По нашему мнению, необходимо разработать стандарт на известь для производства изделий из силикатных бетонов, распространяющийся на ячеистый бетон, а также плотный, вибрированный и пресованный. При этом следует провести комплексные исследования, которые позволили бы установить, как влияют нормируемые за рубежом показатели извести на прочностные и эксплуатационные свойства бетонов и изделий в зависимости от вида кремнеземистого компонента.

УДК 666.973.6.003.1

Н. П. САЖНЕВ, канд. техн. наук (МРА «Силикат»), А. В. ДОМБРОВСКИЙ, канд. техн. наук, президент А/О Проектно-технологический институт промышленности строительных материалов (г. Таллинн), Ю. Я. НОВАКОВ, инж., Э. В. ПОВЕЛЬ, инж., И. А. ВЕРЕТЕВСКАЯ, канд. техн. наук, Н. Н. СУДЕЛАЙНЕН, канд. техн. наук (ГАО «Силбет», НИПИСиликатобетон)

## **Некоторые технико-экономические показатели ячеистого бетона, изготовленного по литьевой и ударной технологиям**

Высокая эффективность применения изделий из ячеистого бетона в качестве строительных материалов исходит из его преимуществ по технико-экономическим показателям в сравнении с другими традиционными материалами.

В настоящее время в государствах быв. СССР намечен рост производства и освоения новых мощностей по производству ячеистого бетона. Увеличение объема производства и повышение качества изделий из него требует внедрения более прогрессивных технологий и совершенного технологического оборудования.

В течение ряда лет проводились исследования в лабораторных и промышленных условиях по поиску оптимальных технологических параметров и режимов производства изделий из ячеистого бетона по ударной технологии, а также сравнения свойств ячеистого бетона, полученного по литьевой и ударной технологиям [1, 2, 3, 4].

Для проектирования новых заводов ячеистого бетона в различных регионах быв. СССР сырьевые материалы испытывали по двум известным технологиям: литьевой и ударной. По результатам испытаний были разработаны технологические регламенты на проектирование заводов различной производительности — от 20 до 200 тыс. м<sup>3</sup> ячеистобетонных изделий в 1 год. Испытано около 130 видов сырьевых материалов по составу и свойствам из разных регионов. В качестве вяжущих использовали известь, цемент, высокоосновную сланцевую золу, доменный шлак, в качестве краемне-

земистых компонентов — кварцевый песок или кислую золу.

Свойства извести и цементов колебались в широких пределах и часто не отвечали требованиям для производства ячеистых бетонов.

Подготовку сырьевых материалов проводили в одинаковых условиях как для литьевой, так и для ударной технологий. Помол кремнеземистого компонента до тонкости  $220 \pm 20$  м<sup>2</sup>/кг и вяжущего до удельной поверхности  $500 \pm 50$  м<sup>2</sup>/кг проводили по сухой схеме.

Цемент и частично кислые золы домолу не подвергались. В качестве газообразователя применяли алюминиевую пудру ПАП-1, соответствующую ГОСТ 5491—71 (содержание активных частиц 85 %, кроющая способность на воде 700 м<sup>2</sup>/кг). Для осаждения алюминиевой пудры применяли 5 %-ный раствор сульфанола в количестве, равном содержанию пудры. Расход алюминиевой пудры составлял 0,07—0,08 % массы сухих компонентов. Расчетная плотность ячеистого бетона — 600 мг/м<sup>3</sup>.

Для сравнения свойств ячеистого бетона в зависимости от условий формования изготавливали образцы одинакового состава с варьированием в широком диапазоне расхода вяжущих и водотвердого отношения, при этом начальная подвижность смеси, соответствующая требуемой для литьевой технологии, составляла по прибору Суттарда 20—27 см, для ударной технологии — соответственно 11—16 см.

Формование ячеистобетонной

смеси по ударной технологии осуществляли на ударной площадке [5, 6]. Для обеспечения эффективного тиксотропного разжижения смеси и оптимизации процесса вспучивания на стадии формирования применяли вертикально направленные ударные импульсы, энергию и частоту которых регулировали в зависимости от реологических свойств формируемой смеси.

Регулирование параметров ударных импульсов в процессе формования ячеистобетонной смеси позволяет одновременно управлять процессом вспучивания смеси и обеспечить заданные свойства ячеистого бетона. По литьевой технологии вспучивание смеси представляет пассивный, неуправляемый процесс.

Следует отметить, что по окончании процесса формования вязкоупругопластические свойства сырца резко изменяются. Это и предопределяет значительное сокращение с применением ударной технологии сроков выдержки массивов до их разрезки.

После формования все массивы выдерживали в течение определенного времени до набора сырцом пластической прочности, равной 30 кПа. Автоклавирование осуществляли при давлении 1—1,2 МПа в течение 6—8 ч изотермической выдержки.

В результате испытаний ячеистого бетона было установлено, что по данным лабораторных и промышленных исследований физико-механические показатели бетона, изготовленного по ударной технологии, значительно превышают аналогичные показатели бе-

тона, полученного по литьевой технологии. Кроме того, промышленные эксперименты [2] показали, что при изготовлении крупных армированных ячеистобетонных изделий по ударной технологии, помимо эффекта тиксотропного разжижения смеси, происходит формирование околоарматурной зоны и обеспечение бестеневое обволакивания смеси вокруг стержней арматурного каркаса. Это обеспечивает полное сцепление арматуры с бетоном и повышение прочностных показателей армированных изделий.

В табл. 1 и 2 в качестве примера приведены результаты экспериментов на сырьевых материалах, значительно отличающихся по своим свойствам друг от друга.

Анализ данных свидетельствует о влиянии свойств сырьевых материалов и способа изготовления на прочностные показатели ячеистого бетона.

Плотность ячеистого бетона, изготовленного по ударной технологии, в среднем на 10 % ниже, чем бетона аналогичного состава, полученного литьевым способом. Это создает предпосылки к снижению расхода алюминиевой пудры при изготовлении ячеистого бетона одинаковой плотности, если применять ударную технологию формирования вместо литьевой.

Для сравнения прочностных характеристик бетона пользовались приведенной к одинаковой плотности марочной прочностью (с уче-

том коэффициентов влажности и размеров образцов) и коэффициентом качества, характеризуемым отношением  $R_{см}/\gamma^2$ , где  $R_{см}$  — прочность при сжатии, кг/см<sup>2</sup>, и  $\gamma$  — плотность бетона, кг/м<sup>3</sup>.

Полученные данные свидетельствуют о преимуществе ударной технологии. Снижение на 10—25 % водосодержания смеси приводит к увеличению прочностных показателей ячеистого бетона на 25—50 % при одинаковых составах и на 20—40 % при оптимальных составах смеси. При этом, для оптимальных составов по прочности ячеистого бетона, изготовленного по ударной технологии, характерно снижение активности смеси по содержанию извести.

Так же установлено, что для получения у бетона одинаковых прочностных показателей при применении ударной технологии возможно уменьшение до 30 % расхода цемента.

Известно, что существенным показателем при производстве ячеистого бетона является сокращение продолжительности выдержки массива-сырца до распалубки форм и разрезки его на изделия заданных размеров. При ударной технологии время «созревания» массива сокращается в 1,5—2 раза по сравнению с таковым показателем при литьевой технологии.

Ударная технология, как было установлено, эффективна и при использовании некондиционных сырьевых материалов и вторичных продуктов. Благодаря возможности управлять процессом вспучивания ячеистобетонной смеси путем регулирования частоты и энергии, на базе отходов промышленности получен ячеистый бетон, отвечающий современным требованиям. Использование зол ТЭС для производства ячеистого бетона по ударной технологии проверено в условиях промышленного производства.

Так, с применением сланцевой золы Прибалтийской ГРЭС в качестве вяжущего при изготовлении армированных панелей из сланцевольного газобетона по ударной технологии на Нарвском КСМ достигнуты сокращение доавтоклавной выдержки на 1 ч и увеличение прочности на 20 %.

Например, ячеистый бетон, изготовленный по ударной технологии на базе кислой золы в качестве кремнеземистого компонента, на Рефтинском заводе ГЗБИ имел

Таблица 1

Характеристика сырьевых материалов для бетоноячеистых смесей									
№№ серий опытов	Известь		Цемент		Кварцевый песок	Отходы промышленности			
	Активность, %	Время гашения, мин	Марка	Начало схватывания, мин		Содержание SiO <sub>2</sub> , %	Дожженный шлак К.оск.	Зола	
					Кислая			Основная	
									Содержание
SiO <sub>2</sub> , %	CaO <sub>св</sub> , %								
1.	39 (Жигулевский завод)	4	ШПЦ-400 1—50	1—50	82	—	—	—	—
2.	60 (Кушумгинский завод)	7	ШПЦ-400 3—00 (Амаросневский завод)	3—00	92	—	—	—	—
3.	77	14	Алтинто-0—40 вий	0—40	80	—	—	—	—
4.	73	7	ПЦ-400 2—55	2—55	—	—	Из отходов ТЭЦ ПО «Кондопогабумпром»	—	—
5.	62	13	ПЦ-400 0—45 (Николаевский завод)	0—45	—	—	Из отходов Добротворской ГРЭС	—	—
6.	62 (Каманск-Уральский завод)	13	ПЦ-400 2—30 (Сухоложский завод)	2—30	—	—	Зола-унос Красногорской ТЭЦ, 60	—	—
7.	77 (Богдановичский завод)	6	ПЦ-400 2—30 (Сухоложский завод)	2—30	—	—	Зола-унос Рефтинской ГРЭС, 60	—	—
8.	60 (Кушумгинский завод)	7	—	—	92	1,13 (Запорожский завод)	—	—	—
9.	72 (ПО «Луганскжелезобетон»)	8	ПЦ-400 2—30 (Старооскольский завод)	2—30	85	1,3 (Коммунарский завод)	—	—	—
10.	57,5 (Челябинский завод)	4	ПЦ-400 2—30	2—30	63	1,09 (Челябинский завод)	—	—	—
11.	—	—	—	—	78	—	—	Сланцевая зола Прибалтийской ГРЭС, 18	—

следующие показатели: плотность — 490—570 кг/м<sup>3</sup>; прочность при сжатии — 3,7—5,2 МПа. У бетонов, изготовленных по литевой технологии, аналогичные показатели составляют соответственно 620 кг/м<sup>3</sup> и 4 МПа.

На основании результатов широких экспериментальных исследований нами установлено, что ударная технология по сравнению с литевой позволяет уменьшить расход сырьевых материалов: цемента на 20—30 %, извести на 10—15 %, газообразователя на 5—10 %. При этом время выдержки на посту «вызревания» сокра-

щается до 1—1,5 ч, а энергозатраты при помоле и автоклавной обработке уменьшаются на 8—20 % благодаря применению более грубодисперсного кремнеземистого компонента и пониженного количества воды в массиве при его автоклавировании.

Разработаны проекты заводов производительностью 40—240 тыс. м<sup>3</sup> ячеистобетонных изделий в год плотностью 500—600 кг/м<sup>3</sup> с ударным формованием массивов высотой 0,6—1,2 м и разрезкой их на изделия заданных размеров на поддоне или с переносом массива на стол резательной машины.

Таблица 2

№ серии опытов	Способ формования	Содержание, %		Характеристики ячеистобетонной смеси		Свойства ячеистого бетона				
		СаО якт.	Цемента	В/Т	Начальная поданжность по Суцгарду, см	Время достижения сердцем пластичной прочности — 30 МПа, ч	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Прочность при сжатии, МПа		Коэффициент качества, $\frac{R_{сж}}{R}$
								марочная	приведенная к $\gamma = 600$ кг/м <sup>3</sup>	
<b>Известково-цементное вяжущее, кварцевый песок</b>										
1. Ударный		20	15	0,43	13,5	2	601	4,1	4,1	114
		18	15	0,43	14	2	524	3,4	4,5	124
Литевой		15	15	0,42	12,5	2,5	552	4,6	5,5	151
		13	15	0,41	12,5	2,5	556	3,4	3,8	110
		20	15	0,49	22	2,5	618	4,1	3,8	108
		18	15	0,49	23	2,5	598	3,9	3,9	109
		15	15	0,53	26	3	568	3,2	3,6	100
		13	15	0,50	27	3	596	3,3	3,4	93
2. Ударный		18	15	0,41	13	1,5	581	4,4	4,6	130
Литевой		18	15	0,48	21	3,5	618	4,0	3,8	105
3. Ударный		14	15	0,35	12	1	597	4,4	4,4	124
Литевой		12	15	0,35	15	1,5	633	4,9	4,4	122
		14	10	0,37	12,5	2	566	3,9	4,4	122
		14	15	0,45	20	2,5	600	3,6	3,6	100
		14	10	0,43	20	3	603	3,4	3,4	94
<b>Известково-цементное вяжущее, зола ТЭС</b>										
4. Ударный		18	15	0,43	13,5	0,5	561	3,2	3,7	102
Литевой		18	15	0,47	15,5	1	503	2,9	4,1	115
		18	15	0,51	25	1	618	2,9	2,8	76
		18	15	0,52	23,5	1	571	2,9	3,2	89
5. Ударный		18	10	0,43	11	1,5	614	4,2	4	111
Литевой		18	15	0,43	24	1,5	617	2,2	2,1	58
6. Ударный		13	15	0,58	13	1,5	525	5,3	6,9	192
Литевой		14	20	0,7	21	3	578	4,4	4,7	132
7. Ударный		14	15	0,50	16	1,5	527	5,1	6,6	184
Литевой		14	15	0,58	20	2,5	552	4,2	4,9	138
<b>Известково-шлаковое вяжущее, кварцевый песок</b>										
8. Ударный		16	—	0,40	13	2	582	3,8	4,0	112
Литевой		18	—	0,48	21	2,5	658	4,6	3,8	106
9. Ударный		14	15	0,39	15	1	600	4,7	4,7	131
Литевой		15	16	0,47	24	2,5	620	3,8	3,5	99
10. Ударный		13	10	0,36	11	2	617	4,6	4,4	121
Литевой		15	15	0,42	22	3	609	3,7	3,6	100
<b>Специальное вяжущее, кварцевый песок</b>										
11. Ударный		60	40*	0,43	13	2,5	551	4,6	5,5	152
Литевой		60	40*	0,46	24	3,5	573	3,8	4,2	116

Примечание. Номера серий опытов соответствуют номерам серий опытов табл. 1. \* Соотношение зола:песок.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ударная технология формования / А. В. Домбровский, Н. П. Сажнов, Ю. Я. Новиков, Э. В. Повель / Интерстройинформация (ИСИ). 1983. № 2.
2. Энергосберегающая технология ячеистобетонных изделий / А. П. Меркин, Г. О. Мейнарт и др. // Бетон и железобетон, 1986. № 12.
3. Теория и практика ударной технологии формования газобетона / Г. Я. Куинос, А. Е. Терентьев, А. В. Домбровский и др. // Бетон и железобетон, 1986. № 8.
4. Газобетон ударной технологии на смешанном вяжущем / Е. А. Галкина, Т. Б. Крамарен, Г. О. Мейнарт и др. // Строит. материалы. 1990. № 3.
5. А. С. № 733228 (СССР). Устройство для формования бетонной смеси / А. В. Домбровский, Л. Ш. Пиль и др. // Б. И.—1980.— № 17.
6. А. С. № 669588 (СССР). Способ изготовления изделий из ячеистобетонной смеси / К. Э. Горяйнов, А. В. Домбровский и др. // Б. И.—1979.— № 23.

## СТРОИТЕЛЬНЫМ, РЕМОНТНО- СТРОИТЕЛЬНЫМ И РЕСТАВРАЦИОННЫМ ОРГАНИЗАЦИЯМ Песковский комбинат стройматериалов предлагает:

● ПЛИТКУ АСФАЛЬТОВУЮ размером 240×240 для устройства автостоянок, пешеходных дорожек и тротуаров по цене 7490 р. за 1 тыс. шт. (с учетом НДС);

● ПЛИТКУ БИТУМНУЮ размером 240×240 для покрытия полов животноводческих и складских помещений по цене 8930 р. за 1 тыс. шт.;

● АСФАЛЬТ ХОЛОДНЫЙ И ГОРЯЧИЙ для покрытия дорог по цене 590 р. и 690 р. за 1 т;

● МАСТИКУ КРОВЕЛЬНУЮ БИТУМНО-РЕЗИНОВУЮ по цене 8560 р. за 1 т;

● ШНУР ГЕРНИТОВЫЙ для герметизации межпанельных швов по цене 52 тыс. р. за 1 т;

● МУКУ ИЗВЕСТНЯКОВУЮ по цене 225 р. за 1 т.

Условие доставки:

франко-склад продавца или франко-вагон.

Тел. брокера: (095) 274-18-26.

Тел. и адрес предприятий:  
стол заказов 8—12; 74—222, ПКСМ,  
140477, г. Пески, Коломенский р-н  
Московской обл., ул. 1-я Заводская, 34.



А. О. ЗДОРНЫЙ, главный специалист Гипростраммашины (Киев)

## Формовочно-резательный комплекс типа «Конрекс 90/240» для производства ячеистобетонных изделий

Планы по решению жилищной проблемы к 2000-му году, как и предполагавшееся резкое повышение производства изделий из ячеистых бетонов, реализовать, как известно, не удалось. Однако программа реализации этих планов, принятая быв. Госстроем СССР, хотя и оказалась (мягко говоря) несовершенной, предусматривала довольно широкий спектр действий. Так что в конечном итоге все коллективы, имевшие опыт и собственные взгляды на концепцию создания оборудования для производства изделий из ячеистых бетонов, получили необходимые условия для реализации своих идей.

Сейчас можно сожалеть о некоторой расточительности, связанной с чрезмерным увлечением предложениями иностранных фирм, так как приобретение импортного оборудования, в частности завода фирмы «Итонг», не принесло ожидаемых результатов. Но есть и положительная сторона в этом вопросе.

После получения предложений ведущих иностранных фирм на приобретение оборудования появилась возможность не только увидеть достижения других, но и, наконец, объективно оценить уровень отечественного производства. При этом главные выводы были сформулированы следующим образом.

1. Условия зарубежного производства в области так называемого материаловедения, т. е. в части дозировки и химического состава компонентов, образующих газобетон, особых новшеств не представляют, а технологический процесс ориентирован на использовании исключительно однородных материалов. Последнее позволяет использовать высокую автоматизацию производства и оригинальные технологические приемы, которые в отечественных условиях применены быть не могут.

2. Кантование массива, безусловно, имеет много преимуществ перед всеми другими известными способами его разрезки на изделия, но в условиях отечественного производства его осуществить нельзя из-за плохой сырьевой базы и технических трудностей изготовления оборудования.

3. Многие технические решения иностранных фирм применяются и в нашей практике, как правило, в комбинации с лучшими решениями различных фирм.

Исходя из этого, для Гродненского комбината строительных материалов был предложен проект конвейерного резательного комплекса по производству ячеистобетонных изделий, включающий в себя в основном проверенные технические решения. Принципиально новыми стали два из них. Это — смеситель вместимостью 9 м<sup>3</sup> с ударными воздействиями на смесь в период ее перемешивания и форма под массива высотой 90 см. Последнее принято в результате широких заводских экспериментов, которые подтвердили не только возможность такой высоты массива, но и хорошую стабильность его при вызревании, особенно при переносе на стол резательной машины.

Новый смеситель был испытан ранее на Николаевском КСИ. После некоторых доработок пущен в эксплуатацию.

Конвейерно-резательный комплекс «Конрекс» предназначен для изготовления блоков из ячеистого бетона конвейерным способом.

Комплекс может иметь различные варианты компоновки составных частей в зависимости от проектных решений цехов, в которых он устанавливается, как на вновь строящихся предприятиях по производству изделий из ячеистого бетона, так и на действующих.

Техническая характеристика конвейерно-резательного комплекса «Конрекс 90/240»

Производительность, тыс. м <sup>3</sup> в год	240
Номинальные размеры формируемого массива, мм:	
длина	6080
ширина	1260
высота	950
Пластическая прочность разрезаемого массива, МПа	0,032
Размеры изделий, мм:	
	598 × 290 × 198;
	298 × 290 × 298;
	298 × 190 × 298
Цикл разрезки массива, мин	9
Установленная мощность электродвигателей, кВт	395
Наибольшая потребляемая мощность, кВт	316
Удельный расход электроэнергии кВт·ч на 1 м <sup>3</sup> изделий	7,9
Размеры изделий, мм:	
длина	100 000
ширина	44 800
высота	11 550
Масса, кг	500 000

Принцип работы комплекса «Конрекс 90/240» (см. рисунок) заключается в следующем.

Смеситель 1 загружается из дозировочного отделения исходными материалами (подготовка сырья, дозировка приняты по традиционным схемам отечественного производства с использованием смесей с низким водотвердым отношением). Материал в смесителе перемешивается двумя валами с применением ударных воздействий. Далее смеситель передвигается в зону действия ударной площадки.

На ударной площадке 2 на конвейерах установлены две формы 3 вместимостью 6,5 м<sup>3</sup>, в которые одновременно выгружается смесь. Применение ударной площадки обеспечивает интенсивный процесс вспучивания смеси до кромок бортов формы. Затем двухпостовая тележка 4 забирает обе формы с отформованными массивами и перемещается в зону свободных постов конвейера созревания массивов 5.

Поперечное расположение постов созревания массивов по отношению к резервным постам

позволяет выбрать массив, набравший необходимую пластическую прочность для проведения операций по резательной технологии. Такая технологическая схема обеспечивает, если требуется, практически неограниченное время выдерживания массива, подвергнувшегося отклонениям от нормального технологического процесса. Таким образом, уже в начальной стадии технологического процесса предусматривается его гибкость, позволяющая учитывать особенности производственных условий.

В соответствии с циклом работы линии выбираются два массива, бетон которых набрал необходимую пластическую прочность, и с помощью второй двухпостовой тележки подаются на промежуточный конвейер 6. После этого форма, достигнув установки распалубки 7, останавливается. С двух торцов формы автоматически при помощи четырех гидроцилиндров открываются замки. Поочередно раскрываются вначале поперечные, а за ними — продольные борта. Массив подготовлен для переноса.

Перенос массива в зону рабочего стола резательной машины осуществляется при помощи гидравлического захвата с секционными бортами 8. В это же время захват для переноса решеток 9 устанавливает одну решетку 13 на стол резательной машины 11.

После того, как массив установлен на стол резательной машины, начинается цикл резки. Первой операцией разрезки массива является обрезка торцов и резка на брусья подвижными поперечными струнами. Вторая операция включает в себя срезку и удаление горбушки, продольную вертикальную и горизонтальную разрезки. Одновременно скребковым конвейером из-под резательной машины удаляются отходы.

Далее захват для переноса решетки с массивом 10 забирает разрезанный массив с решеткой и перемещает на пост комплектации. На автоклавную вагонетку укладываются четыре массива. Бесперебойная подача автоклавных вагонеток осуществляется захватом для переноса решеток. Скомплектованные вагонетки подаются гидротолкателем 12 на линию подготовки массивов к автоклавной обработке. После нее массивы поступают на склад готовой продукции, на котором упа-

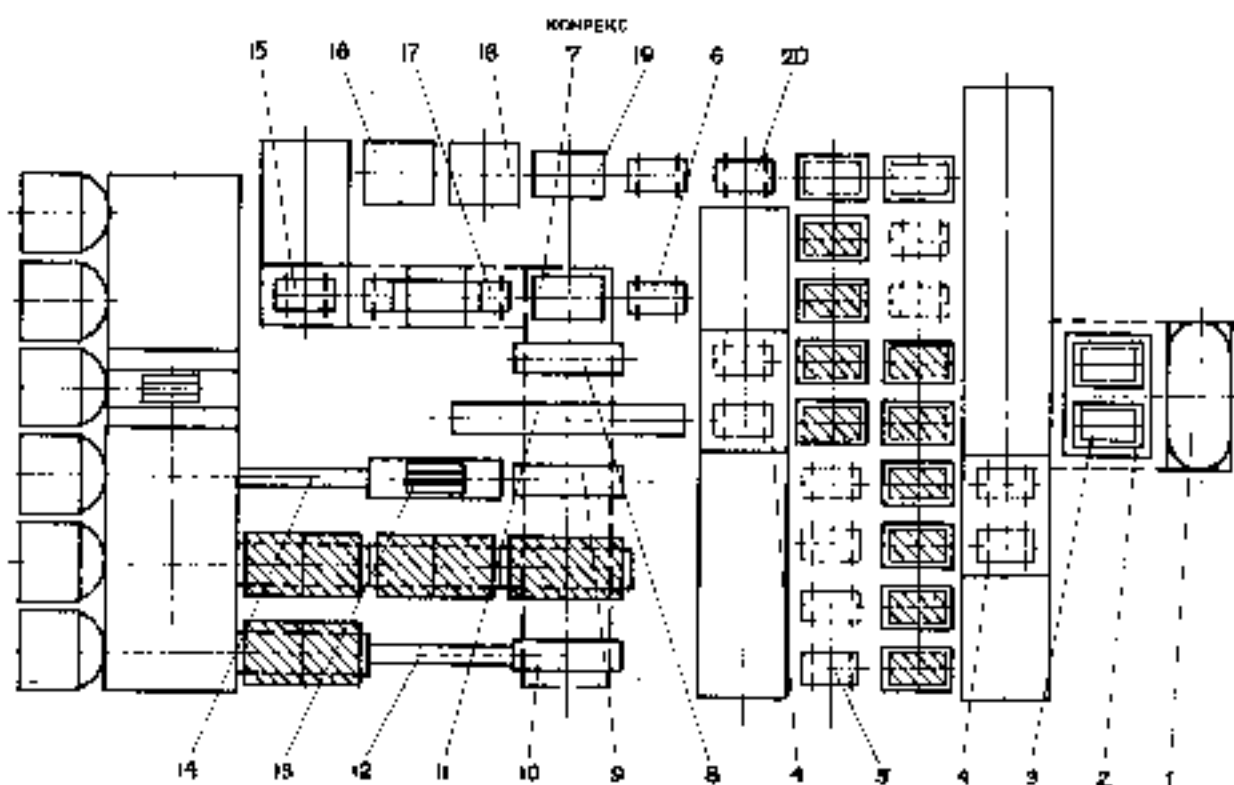


Схема производства ячеистобетонных изделий на формовочно-резательном комплексе «Конрекс 90/240»

1 — смеситель; 2 — ударная площадка; 3 — форма; 4 — двухпостовая тележка; 5 — конвейер созревания массивов; 6 — промежуточный конвейер; 7 — установки распалубки форм; 8 — захват для переноса массива; 9 — то же, решетка; 10 — захват переноса решеток с массивом; 11 — резательная машина; 12 — гидротолкатель; 13 — решетка; 14 — конвейер погрузки автоклавных вагонеток с решетками; 15 — однопостовая тележка; 16 — установка чистки форм; 17 — конвейер выгрузки форм; 18 — установка для смазки форм; 19 — то же, сборки форм; 20 — промежуточный конвейер

ковочным комплексом «Пакет» происходят разгрузка, пакетирование (обвязка блоков стальной лентой или упаковка их в термоусадочную пленку), а также чистка и смазка решеток.

Подача автоклавных вагонеток с четырьмя решетками в зону действия захвата для решеток осуществляется конвейером возврата автоклавных вагонеток с решетками 14.

На посту распалубки после снятия массива форма с раскрытыми бортами по конвейеру возврата форм 17 перемещается на однопостовую тележку 15, затем она поступает на установку чистки 16, смазки 18 и, наконец, сборки 19 форм. На этом посту сначала по-

парно поднимаются продольные борта форм, затем — поперечные. С торцов формы автоматическим поворотом рычагов борта запираются замками. Собранный форма по промежуточному конвейеру 20 направляется на двухпостовую тележку, далее — на пост формования.

Оборудование, входящее в резательный комплекс, имеет дистанционное (для наладочного режима) и автоматизированное управление.

Все агрегаты резательного комплекса «Конрекс 90/240» изготовлены Брянским заводом «Ирмаш». Монтаж первой очереди комплекса предусматривается осуществить в текущем году.

*Проект комфортабельного индивидуального жилого дома со стенами из газосиликатного бетона, разработанный БелНИИ-гипросельстроем (статья В. С. Ларина о применении ячеистых бетонов в малоэтажном строительстве читайте в этом номере журнала).*



А. А. РЫЖАКОВ, инж., Ю. Г. КОВАЛЬЧУК, канд. техн. наук (РНТА «Силикат»), Н. П. САЖНЕВ, канд. техн. наук, Ю. Д. БОРОДОВСКИЙ, инж., М. Н. ЯСЮЧЕНЯ, инж. (МРА «Силикат»), Е. П. КУЗИН, инж. (ЦКБ «Мелиормаш»)

## Унифицированные конвейерные резательные комплексы «Конрекс 90/20—50» и «Конрекс 90/60—120»

Техническая политика в области создания оборудования для производства изделий из ячеистых бетонов в значительной степени обуславливается состоянием сырьевой базы и подготовкой исходных компонентов.

К примеру, на одном из заводов Республики Беларусь, а он по условиям производства и накопленному опыту может быть отнесен к среднему предприятию, в течение 1 мес с периодичностью 8 ч были проведены измерения, которые показали следующее.

Активность получаемой комовой извести изменялась от 67 до 82 %, а время гашения колебалось от 270 до 500 с.

Количество несвязанного  $SiO_2$  в песке изменялось от 65 до 85 %. Показатель удельной поверхности колебался в пределах: вяжущего — от 4300 до 5500  $см^2/г$ ; песчаного шлама — от 2000 до 4000  $см^2/г$ , в том числе песка в нем — от 930 до 2630  $см^2/г$ .

Это дает основание констатировать, что вибрационная и ударная технологии — это те технические факторы, реализация которых обеспечила бы производство ячеистого бетона в непростых промышленных условиях СНГ.

Может возникнуть вопрос, а не лучше ли было бы привести нашу сырьевую базу к европейским стандартам и следовать традиционными путями? Однозначно утверждать, что это было бы правильно, нельзя. Во-первых, нужно учитывать значительную инертность предприятий, производящих исходное сырье, и необходимость больших капитальных затрат. Во-вторых, следует помнить о том, что ресурсы сырья высокого качества истощаются, поэтому получать чистые продукты из года в год все труднее, а главное, дороже.

Таким образом, целесообразными в оснащении производства ячеистого бетона оборудованием

видятся два направления. Первое — сосредоточить усилия для получения исходных сырьевых материалов соответствующих в среднем европейским стандартам и на их основе начать производство по технологической схеме, например, фирм «Itong», «Hebel». Известно, что в СНГ закуплены оборудование заводов фирмы «Itong» и техническая документация для воспроизводства этого оборудования, а также заводы «Hebel». Дальнейшая практика покажет эффективность работы и возможные объемы тиражирования их.

В связи с тем, что в технологиях предусмотрены «перенос» массива (фирмы «Hebel») или «кантование» его («Itong»), для производства ячеистобетонных блоков требуются стабильные параметры и хорошее качество исходного сырья. С экономической точки зрения это направление будет иметь ограниченное развитие. Поэтому второе направление, основанное на отечественном опыте, будет развиваться силами научных и производственных предприятий СНГ.

Технологические схемы и конструктивное исполнение технических решений, разработанных отечественными организациями, различны. Опыт внедрения, эксплуатация технологических линий и оборудования покажут, какому из них будет отдано предпочтение. Краткая техническая характеристика конвейерного резательного комплекса (сокращенно «КОНРЕКС») приведена ниже.

Основная техническая характеристика линии	Показатели для комплексов	
	«КОНРЕКС 90/20—50»	«КОНРЕКС 90/60—120»
Производительность, тыс. м <sup>3</sup> в 1 г	20—50	60—120
Высота ячеистобетонного массива, см	90	90
Размеры массива, мм	3000 × 600 × 900	6000 × 600 × 900
Диаметр автономной вады, м	2	2

Межреспубликанской ассоциацией «Силикат» с участием РНТА «Силикат» (г. Киев), НИИСМ, Белгипрострома, СПКО «Белавтоматстром» (г. Минск), ЦКБ «Мелиормаш» (г. Брянск) в 1991 г. разработан конвейерный резательный комплекс «КОНРЕКС 90/20—50» в виде фрагмента основного технологического оборудования для производства ячеистобетонных изделий, который предполагается испытать в 1993 г. Разработка технической документации «КОНРЕКС 90/60—120» будет завершена в 1992 г. Изготовление и пуск предполагаются в 1995—1996 гг.

Комплекс «КОНРЕКС 90/20—50» предназначен для изготовления изделий широкой номенклатуры: мелких стеновых блоков, перегородочных плит, армированных стеновых панелей перекрытий и покрытий, позволяющих соорудить двухэтажный дом с хозяйственными пристройками полностью из ячеистобетонных элементов.

При разработке комплекса учтены прогрессивные технологические и конструкционные решения:

применена комплексная ударная технология на стадии приготовления смеси и формования ячеистобетонных массивов;

массивы формируются высотой 900 мм, а разрезают их на поддоне короткой струной (без технологических операций «переноса» и «кантования»);

ячеистобетонные изделия изготавливаются с пазом и гребнем. Максимальное отклонение от заданных размеров панелей по ширине и толщине не должно превышать  $\pm 3$  мм, по длине  $\pm 5$  мм; блоков —  $\pm 1,5$  мм;

возможна доавтоклавная разрезка массивов с образованием рельефной (декоративной) наружной поверхности блоков и устройство карманов в торце изделия для удобства его транспортирования и кладки на клей;

в конвейерном резательном комплексе применены автоклавы диаметром 2 м;

благодаря отсутствию мостовых кранов и малой высоте производственных корпусов значительно уменьшены капитальные затраты на строительство заводов;

комплексы могут быть установлены в цехах как новых предприятий, так и реконструированных, например, заводов по производству силикатного кирпича;

смеситель оборудован ударным устройством, которое способствует получению коллоидной смеси с низким содержанием воды ( $B/T = 0,32-0,36$ ), а также приспособлениями, позволяющими снизить расход алюминиевой пудры;

конструкция формы предусматривает автоматизированную ее распалубку и сборку, а также механизированную чистку и смазку бортооснастки;

предусмотрены максимальная унификация основного формовочно-резательного оборудования и возможность выпуска заводами — изготовителями различных модулей производительностью 20—50 и 60—120 тыс. м<sup>3</sup> в год.

Конвейерные резательные комплексы «КОНРЕКС 90/20—50» и «КОНРЕКС 90/60—120» показаны на рис. 1, 2.

Линия «КОНРЕКС 90/60—120» (см. рис. 2) работает следующим образом.

Подготовка сырья, дозировка осуществляются по традиционным схемам отечественного производства.

Отдозированное сырье поступает в смеситель 1, в котором применены устройства с ударными

воздействиями на смесь. Приготовленная смесь из передвижного смесителя выдвигается в форму 12, установленную на ударную площадку 2, которая позволяет интенсифицировать процесс вспучивания смеси на высоту 900 мм. Это в 1,5 раза выше традиционной высоты ячеистобетонного массива. Такое решение было всесторонне проверено, определен экономический эффект. Благодаря этому и обеспечивается рентабельный коэффициент заполнения автоклава, особенно при производстве мелких стеновых блоков.

Передаточной тележкой 13 формы с массивом транспортируются и устанавливаются на посты конвейера 14 выдержки массива. Поперечное расположение зон созревания массивов обеспечивает возможность выбора массивов, набравших необходимую пластическую прочность для проведения операций по резательной технологии.

Выбор указанной технологической схемы позволяет практически неограниченное время выдерживать массив, подвергшийся значительным отклонениям от нормального технологического процесса в связи с возможной нестабильностью параметров исходного сырья.

В соответствии с циклом работы комплекса выбирается массив, достигший заданную прочность, и с помощью передаточной тележки 13 подается на пост распалубки и сборки форм 4.

После фиксации формы на посту автоматически открываются ее замки, происходит распалубка формы с изделием (бортооснаст-

ки), а массив на поддоне передается на пост тележки резательной машины 6. Конструкция поддона предусматривает минимальное сцепление его зеркала с массивом.

Пооперационно на резательной машине осуществляется продольно-вертикальная торцовка массива, выполнение паза и гребня, продольно-горизонтальная и поперечная резка массива на заданные размеры.

Захватом 10 разрезанный массив на поддоне переносится в зону комплектации на автоклавную вагонетку 11. Этот же захват осуществляет перенос с автоклавной вагонетки двух поддонов с массивами после автоклавной обработки на поперечный конвейер линии упаковки 9.

С помощью захвата 8 массив с поддона формы переставляется на транспортные (упаковочные) поддоны, на которых в дальнейшем происходит разделение образовавшихся после резки массива перегородок пакетировщиком. Таким образом, с применением специализированных захватов отпадает необходимость в двух мостовых кранах и в электропередаточном автоклавном мосте, которые обеспечивают технологические операции в традиционных линиях, например «Универсал-60».

Освободившийся от массива поддон после кантования и сброса подрезанного слоя конвейером 5 подается на установку 7 чистки и смазки, а затем — на двухпостовую тележку 3 с устройством чистки и смазки бортооснастки. Двухпостовая тележка, проходя

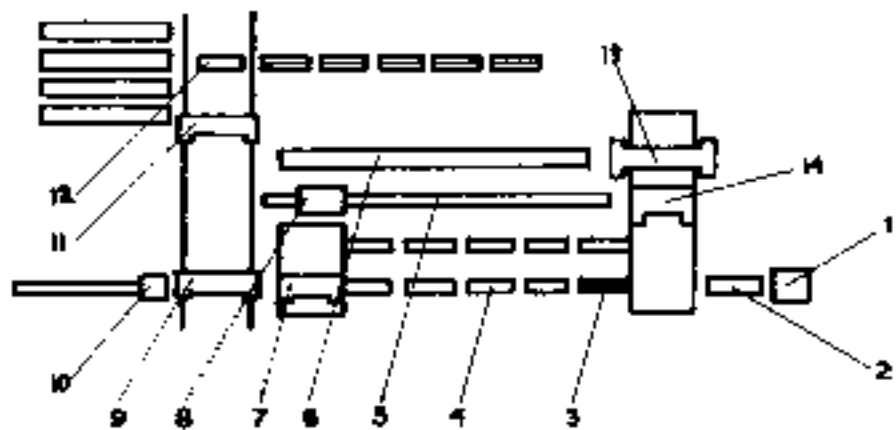


Рис. 1. Схема работы технологической линии «Конрекс 90/20—50»: 1 — смеситель; 2 — ударная площадка; 3 — конвейер выдержки массива; 4 — форма; 5 — конвейер подачи поддонов; 6 — резательная машина; 7 — установка чистки и смазки поддонов; 8 — захват для массива; 9 — линия упаковки изделий; 10 — захват для массива с поддоном; 11 — автоклавная тележка; 12 — форма; 13 — установка распалубки и сборки форм; 14 — тележка двухпостовая.

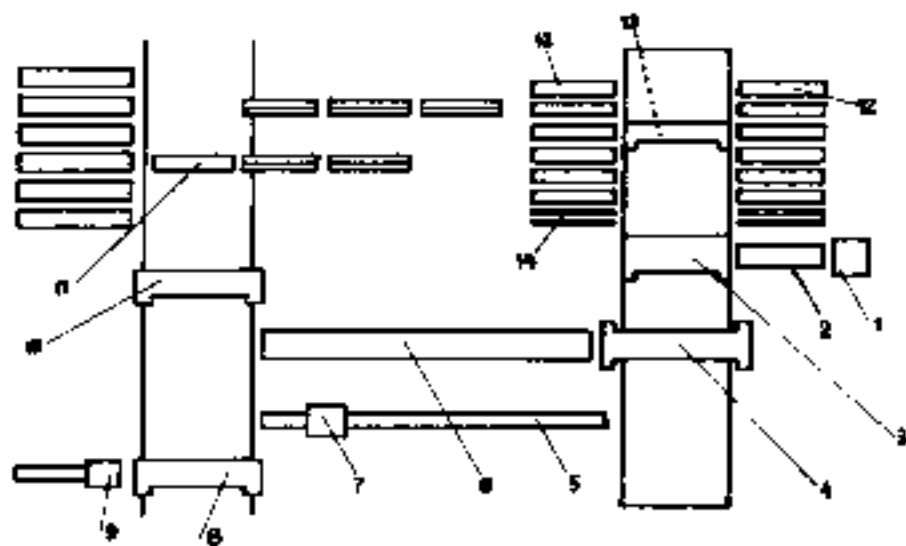


Рис. 2. Схема работы технологической линии «Конрекс 90/60—120»: 1 — смеситель; 2 — ударная площадка; 3 — двухпостовая тележка; 4 — установка распалубки и сборки форм; 5 — конвейер подачи поддонов; 6 — резательная машина; 7 — установка чистки и смазки поддонов; 8 — захват для массива; 9 — линия упаковки изделий; 10 — захват для массива с поддоном; 11 — автоклавная тележка; 12 — форма; 13 — тележка однопостовая; 14 — конвейер выдержки массива.

под раскрытой бортоснасткой, очищает и смазывает ее войлочным валиком путем накатки смазки на внутренние поверхности бортоснастки. Одновременно под бортоснастку тележкой 3 подается поддон. Далее происходит сборка формы, автоматически закрываются замки и форма подается на пост формования (на ударную площадку) при изготовлении мелких стеновых блоков или на пост пакетной установки кондуктором арматурных каркасов при производстве армированных изделий.

УДК 666.973.002.1

В. А. МОЙСЕЕНКО, главный инженер Могилевского комбината силикатных изделий, В. К. ГЕРАСИМОВ, главный технолог

## Производство ячеистобетонных материалов на Могилевском комбинате силикатных изделий

Комбинат введен в эксплуатацию в 1968 г. В настоящее время он выпускает строительные материалы для малоэтажного индивидуального строительства, а также для возведения жилых домов высотой до 9 этажей.

Виды изделий, изготавливаемых комбинатом:

блоки из ячеистых бетонов — стеновые мелкие, а также для внутренних перегородок. Плотность ячеистого бетона — 500 и 600 кг/м<sup>3</sup>, марка по прочности при сжатии — 35;

панели из автоклавного ячеистого силикатобетона для наружных стен жилых зданий серии 88 (проект института «Белгоспроект»). Плотность ячеистого бетона — 600 кг/м<sup>3</sup>, марка по прочности при сжатии — 35. Число марок выпускаемых панелей — 110;

панели из плотного силикатобетона автоклавного твердения для внутренних стен жилых зданий серии 88 (проект того же института — «Белгоспроект»). Марка бетона по прочности при сжатии — 250, плотность бетона — 2000 кг/м<sup>3</sup>. Число марок выпускаемых изделий — 23;

панели покрытий из автоклавного ячеистого бетона, применяемые для устройства покрытий чердаков жилых зданий. Плотность бетона —

В случае поступления на пост распалубки некондиционного массива или с трещинами, появившимися при транспортировании и распалубке, он на поддоне перемещается на пост утилизации и стелкивается в бункеры. Затем порционно подается в штаббассейн. Этот пост позволяет избежать зазоров в комплексе при непредвиденных ситуациях.

В зависимости от того, какие автоклавы применяются в комплексе — диаметром 2, длиной 19 или 40 м, на автоклавные вагонетки устанавливается соответствующее

число массивов.

После автоклавной обработки изделия поступают на линию упаковки в транспортные пакеты.

Аналогичным образом работает линия «Конрекс 90/20—50».

Новые конвейерно-резательные комплексы «Конрекс 90/60—120» и «Конрекс 90/20—50» предусматриваются в проектах новых заводов ячеистого бетона в гг. Руденск, Малорита (Республика Беларусь), а также будут установлены при замене оборудования на действующих заводах с автоклавами диаметром 2 м.

600—650 кг/м<sup>3</sup>, марка по прочности при сжатии составляет 35 кг/см<sup>2</sup>. Изготавливается 8 марок панелей покрытий. Расчетные нагрузки на них с учетом собственного веса составляют 470 кгс/м<sup>2</sup> и 600 кгс/см<sup>2</sup>.

Кирпич силикатный утолщенный пустотностью 18 %. Средняя марка кирпича по прочности при сжатии составляет 180 кгс/см<sup>2</sup>.

В Республике Беларусь ячеистобетонные изделия применяются в основном в качестве стенового материала в малоэтажном индивидуальном и многоэтажном домостроении. Это объясняется тем, что масса наружной стены из ячеистобетонных изделий почти в 2 раза меньше, чем из керамзитобетонных, а стена из ячеистобетонных блоков в 3—4 раза легче, чем из глиняного и силикатного кирпича и камней. При этом термическое сопротивление стены из ячеистобетонных блоков в 1,5 раза больше, чем стены из глиняного и силикатного кирпича и в 1,2 раза больше, чем у керамзитобетонной стены.

Значит, стены из ячеистого бетона намного «теплее» кирпичных и керамзитобетонных.

Благодаря этому уменьшается расход тепла на обогрев зданий при их эксплуатации.

Следует отметить, что ячеистобетонные стены выгодно отличаются от других конструкций аналогичного назначения по энергоемкости их производства. Так, на изготовление мелких блоков из ячеистого бетона топлива расходуется в 2,5 раза меньше, чем на производство глиняного кирпича и в 2 раза меньше, чем на формирование керамзитобетонных панелей (в расчете на 1 м<sup>2</sup> стены). С учетом этого на Могилевском комбинате силикатных изделий уделяется большое внимание наращиванию объемов производства и улучшению качества ячеистобетонных изделий, в частности мелких блоков.

За последние десять лет производство мелких блоков на комбинате выросло в два раза. Постоянно совершенствуются технология и оборудование.

До 1980 г. все блоки в сырье разрезались рамкой с помощью электромостового крана. Затем был пущен в эксплуатацию резательный комплекс ХБ-73А типа «Универсал». В процессе эксплуатации агрегата у него выявился ряд существенных недостатков, которые заключались в основном в необходимости отрывать массив сырья от поддона и переносить его на резательный комплекс. Брак из-



делий при работе с этим комплексом достигал 4—6%. Пришлось отказаться от «Универсала» и заняться поиском альтернативных технологий.

В 1986 г. на комбинате было принято, как приоритетное направление, производство мелких блоков с применением резательного оборудования «Силбетблок». В течение 3 лет был спроектирован и построен новый цех по выпуску мелких блоков на таком оборудовании.

Специалистами комбината на стадии проектирования производства и в процессе эксплуатации технологической линии в нее были внесены существенные изменения с учетом накопленного опыта.

Так, на комбинате отказались от созданной авторами проекта схемы производства блоков на конвейерной линии. Вместо нее был предложен и внедрен поточно-агрегатный способ формования блоков с применением самоходной вагонетки. В значительной степени модернизирована конструкция бортоснастки для формования блоков: переделан узел открывания и закрывания бортов, изменены механизм фиксации и прижима бортоснастки к поддону и система герметизации стыков поддон-бортоснастка, а также самих бортов бортоснастки. Усилена конструкция фундаментов под ударной площадкой, чтобы исключить передачу вибрации на несущие колонны цеха.

Комбинат своими силами спроектировал, изготовил и задействовал оригинальный участок приготовления и подачи алюминиевой суспензии. На этом участке можно готовить качественную суспензию на основе как алюминиевого порошка, так и алюминиевой пасты. С эксплуатацией такого участка приготовления алюминиевой суспензии обеспечивается минимальный расход алюминиевой пудры в производстве ячеистого бетона по ударной технологии, а также при формовании литевым способом.

Работниками комбината созданы высокопроизводительная машина для очистки поддонов от пригоревшего бетона, станок-автомат, на котором получают навитые струны для резательных машин.

Сегодня на комбинате изготовление блоков из ячеистых бетонов осуществляется по следующей схеме.

Размолотые до заданной удельной поверхности известково-песчаное вяжущее, шлам и цемент подаются пневмокамерными установками в бункера и шламбассейны дозирочного отделения цеха. Для помола вяжущего и шлама применяются шаровые мельницы диаметром 2 и длиной 10,5 м.

Дозирование известково-песчаного вяжущего, цемента, песчаного шлама, алюминиевой суспензии и воды осуществляется дозаторами на тензометрических датчиках с самописцами.

Отдозированные компоненты перемешиваются в виброгазобетонномешалке СМС-40Б и выгружаются в бортоснастку. Внутренние размеры бортоснастки: длина — 3260, ширина — 2550, высота — 750 мм.

Бортоснастка к поддону прижимается специальным устройством в течение 10—12 с.

Вспучивание массивов происходит на ударных площадках ЛВ-44. Амплитуда ударов — переменная с уменьшением к концу вспучивания.

На технологической линии установлены 2 ударные площадки. Массив вспучивается за 12 мин. После того, как процесс вспучивания завершится, бортоснастка с ячеистобетонным массивом электропостовым краном переставляется на пост вызревания.

Через 30 мин после заливки массива прочность сырца составляет 150—200 г/см<sup>2</sup>. При такой прочности (она измеряется гидравлическим пластометром) специальным клещевым захватом бортоснастка снимается и массивы на поддонах устанавливаются на самоходные вагонетки.

Съем горбушки, разрезание массива, утилизация обрезков осуществляются на резательном комплексе «Силбетблок», который состоит из следующих механизмов:

машины для срезки горбушки и калибровки массива ИГ-47; машины продольной резки массива ХБ-119А; машина поперечной резки массива ХБ-118А;

узла утилизации горбушки. Он состоит из цепного конвейера, винтового смесителя и пневмоустановки с трубопроводом для подачи обработанной горбушки в расходный шламбассейн объемом 20 м<sup>3</sup>.

Резательный комплекс «Силбетблок» можно быстро перенести на выпуск блоков (соглас-

но заказу потребителя) разных типоразмеров. Комбинат в настоящее время изготавливает мелкие блоки для кладки стен и устройства внутренних перегородок.

После того, как поддоны с массивами прошли обработку на резательном комплексе, они устанавливаются на запарочные вагонетки и загружаются в автоклав диаметром 3,6 м и длиной 27 м. В одном автоклаве запаривается одновременно 112,8 м<sup>3</sup> блоков. При давлении 10 кгс/см<sup>2</sup> цикл автоклавной обработки составляет 13 ч.

Технологические линии работают по двухсменному трехбригадному графику.

Выполненные на комбинате работы позволили в течение 7 мес 1990 г. освоить проектную мощность цеха в 80 тыс. м<sup>3</sup>, а уже в 1991 г. проектная мощность была превышена на 28% и выпуск блоков на линии составил 104 тыс. м<sup>3</sup>.

На комбинате в 1991 г. впервые в Беларуси освоен массовый выпуск мелких блоков плотностью 500 кг/м<sup>3</sup> марки М 35 по прочности при сжатии. Работа выполнена специалистами комбината.

Уменьшение плотности ячеистого бетона с 600 до 500 кг/м<sup>3</sup> позволило снизить материалоемкость блоков на 10—15%, а также удельный расход энергоресурсов на 5—6%. Следует отметить, что при уменьшении плотности мелких блоков на 100 кг/м<sup>3</sup> экономия топлива на обогрев зданий в климатической зоне Беларуси составляет 3 кг (усл. топлива) на 1 м<sup>2</sup> стены в 1 год. В пересчете на индивидуальный жилой дом площадью 8×8 м годовая экономия усл. топлива составит 240 кг.

В III кв. 1991 г. на комбинате сдана в эксплуатацию вторая технологическая линия «Силбетблок» в «могилевском» варианте. Сегодня монтируется уже третья такая линия, а в 1994 г. планируется смонтировать четвертую линию. При этом во всех технологических линиях «Силбетблок» предусмотрена установка нового дозирочного оборудования на тензодатчиках. Линии также комплектуются двумя виброударными площадками.

Выполненные на комбинате работы позволили значительно улучшить качество мелких блоков и обеспечение населения в нашем регионе высококачественными строительными материалами.

Т. Г. ГОЛУБЕВА, зам. министра промышленности строительных материалов Республики Беларусь, Г. Н. ХОРУЖИК, генеральный директор ПО «Сморгоньсиликатобетон», Ж. Л. ДОДИН, главный инженер

## Изготовление мелких ячеистобетонных блоков на технологической линии типа «Силбетблок», в ПО «Сморгоньсиликатобетон»

Производственное объединение «Сморгоньсиликатобетон» — одно из крупнейших предприятий Министерства промышленности строительных материалов Республики Беларусь.

В объединении освоены и эксплуатируются мощности по производству 100 млн. шт. усл. силикатного кирпича, 225 тыс. м<sup>3</sup> мелких стеновых блоков и 75 тыс. м<sup>3</sup> армированных стеновых панелей из жаростойкого бетона, 600 тыс. м<sup>3</sup> строительного песка. Изготавливаются также деревометаллические поддоны для пакетирования силикатного кирпича, мелких блоков, стеклотары, дренажных труб и др.

Освоение выпуска ячеистобетонных изделий в объединении начато с момента пуска в 1970 г. цеха крупнопанельных конструкций.

Качество ячеистобетонных изделий, а также экономическая эффективность их изготовления и применения в значительной степени зависят от выбора способа производства и технологического оборудования. При этом, как показал опыт, важнейший передел — формование ячеистобетонных изделий.

Предприятие изготовляло мелкие блоки как немеханизированным способом (ручная резка), так и с помощью различных приспособлений и резательных машин конструкции НИПСиликатобетон. Взамен ручной резки массива на мелкие блоки был применен способ с укладкой струи на дно формы до заливки массива с последующим их (немеханизированным) извлечением. Массив разрезался при подъеме съемной части бортооснастки. Этот способ характеризовался высокими производительностью труда и съемом продукции с единицы производственной площади. Однако точность реза при этом не отвечала требованиям стандартов.

В 70-х годах наиболее перспек-

тивным и распространенным стал способ подъема и переноса массива из формы на стол резательной машины с помощью продольных бортов формы, который позволил значительно упростить конструкции форм и резательных машин. Этот же принцип был использован при создании резательного оборудования, внедренного в объединении в конце 70-х годов. Тогда 4 технологические линии по производству мелких блоков были оборудованы резательными комплексами ХБ, типа «Универсал-60», проектной мощностью 80 тыс. м<sup>3</sup> мелких блоков в год.

При длительной эксплуатации резательных комплексов типа ХБ был выявлен ряд существенных недостатков: сдвиг и смятие граней массива, появление в нем трещин в момент снятия с поддона продольных бортов при переносе ими массива на стол резательной машины; решетки для запаривания мелких блоков приобретали пропеллерность, искрились, что вызывало дополнительные трещины массива. Кроме того, было много крановых операций, требовалось укрепление металлическими скобами крайних рядов блоков по торцам массива, чтобы они не падали при транспортировании на решетках для запаривания.

Следует признать, что по качеству ячеистых автоклавных бетонов и изделий из них мы еще отстаем от развитых капиталистических стран. Так, вполне обычным для их технологий является получение плотности ячеистого бетона 400—500 кг/м<sup>3</sup> при прочности при сжатии 2—4 МПа.

Поэтому перед нашими наукой и производством встала задача повышения прочности ячеистого бетона при уменьшении его плотности до 400—500 кг/м<sup>3</sup>. Совершенно очевидно, что при производстве мелких ячеистых блоков на резательных комплексах типа ХБ

конструкции НИПСиликатобетон эта задача невыполнима. Поэтому особую актуальность при осуществлении технического перевооружения линий по производству ячеистобетонных изделий приобрели технология резания и оборудование, которые обеспечивали бы высокие производительность и качество изделий, в том числе их требуемую геометрическую точность.

Изделия из ячеистого бетона в объединении формуются по ударной технологии, которая, хотя связана с дополнительными оборудованием и операциями, имеет преимущество перед литьевой: формование изделий из ячеистобетонной смеси занимает 10—15 мин; время набора сырцом массива пластической прочности 200 г/см<sup>2</sup>, необходимой для его разрезки на изделия заданных размеров, составляет 30 мин.

При ударной технологии легче управлять процессом вспучивания массива, тем более в условиях работы с низкокачественными нестабильными сырьевыми материалами. Особенно это важно при применении конвейерной технологии.

Сырьевыми материалами для производства мелких блоков из ячеистого бетона служат: негашеная известь и портландцемент производства ПО «Волковыскцементношифер» и ПО «Кричевцементношифер», местный кварцевый песок с содержанием кварца более 80 %, алюминиевая пудра ПАП-1, поверхностно-активные вещества, вода.

В конце 1988 г. по техническому заданию ПО «Сморгоньсиликатобетон» во ВНИПСиликатобетон был разработан технологический проект, который предусматривал установку в существующем пролете завода ячеистого бетона линии заливки и резки ДА-53 типа «Силбетблок», по фор-

мованию и разрезке ячеистобетонных массивов размером  $3,14 \times 2,45 \times 0,9$  м, плотностью  $500 \text{ кг/м}^3$  марки М 25—М 35, с возможным последующим лакированием изделий.

Решением ПО «Сморгоньсиликатобетон» было изменено место расположения линии. Специалисты объединения разработали ее новую компоновку, проектную документацию на фундаменты, схему и систему подачи массива на посты резки, осуществили монтаж и пусконаладочные работы.

Технологическое оборудование линии типа «Силбетблок» включает в себя дозировочное устройство, модернизированный вибрационный смеситель, два ударных стола, приспособления для срезки «торбушки», машины горизонтальной и вертикальной продольной и поперечной резки массива, две транспортные тележки, формы со съемной бортоснасткой, мостовой кран, захваты и другие механизмы.

В основу процесса изготовления мелких блоков на линии типа «Силбетблок» заложен импульсный способ формования крупно-размерных ячеистобетонных массивов.

Производство высоких массивов обладает рядом преимуществ в сравнении с изготовлением изделий высотой до 0,6 м, к основным из которых относятся сокращение производственных площадей, расхода сырьевых материалов, энергетических ресурсов, повышение коэффициента заполнения автоклава, снижение металлоемкости оснастки.

Установлено, что при формовании высоких массивов импульсным способом частоту и энергию ударных импульсов следует назначать в зависимости от реологических параметров смеси, задаваемых плотности бетона и высоты формируемого массива.

Пост заливки ячеистобетонной смеси и формования массивов размерами  $3,14 \times 2,45 \times 0,9$  м показан на рис. 1. Формы и поддоны с массивами перемещаются с помощью мостовых кранов и транспортных тележек, которые, двигаясь по рельсовому пути, перемещают поддоны с массивами к линии разрезки (рис. 2).

Линия типа «Силбетблок», внедренная в ПО «Сморгоньсиликатобетон», позволяет резко повысить производительность труда, экономить сырьевые материалы, улуч-



Рис. 1. Пост заливки и формования ячеистобетонных массивов размерами  $3,14 \times 2,45 \times 0,9$

шать физико-механические свойства ячеистого бетона, получать новый вид продукции — конструкционно-теплоизоляционный материал с пониженной до  $500 \text{ кг/м}^3$  плотностью, марки М25—М35.

Проектная годовая производительность линии до 120 тыс. м<sup>3</sup> мелких блоков из ячеистого бетона.

Технологическая линия с формованием массива и последующими операциями на поддоне работает устойчиво. Изделия, выпускаемые на ней, имеют высокое качество.

Результаты экспериментов показали, что в условиях действующего производства в ПО «Сморгоньсиликатобетон» может быть получен

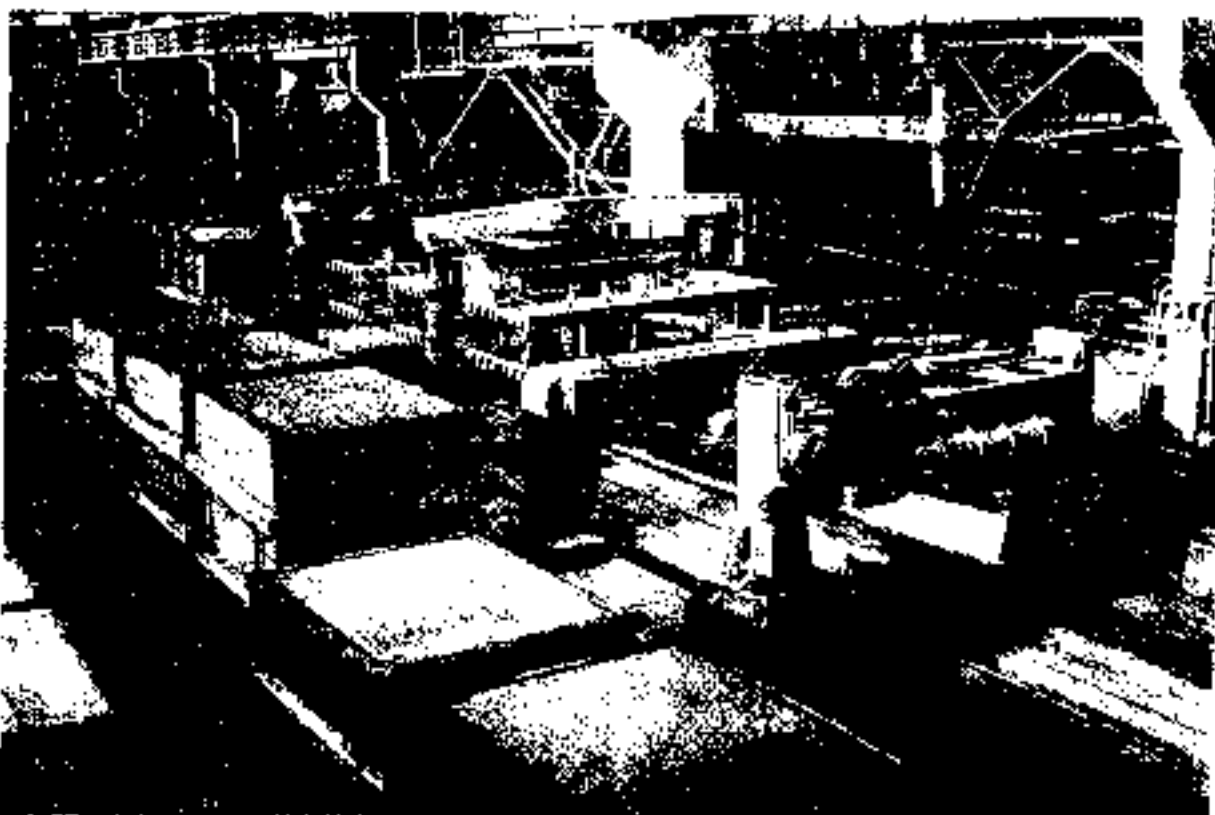
ячеистый бетон плотностью  $500 \text{ кг/м}^3$  с устойчивыми прочностными показателями, соответствующими марке М25—М35.

При изготовлении ячеистобетонных блоков песок в виде шлама размалывается до удельной поверхности  $2000 \pm 200 \text{ см}^2/\text{г}$ . Известково-песчаное вяжущее в соотношении 1:1 размалывается до  $4500—5000 \text{ см}^2/\text{г}$ .

Состав ячеистобетонной смеси, %: песок — 66—70, цемент — 17—20, известь (100 % СаО) — 13—14, алюминиевая пудра — 0,1—0,12. В/Т=0,38—0,4. Режим автоклавной обработки — 3+8+4 ч при давлении  $8 \text{ кгс/см}^2$ .

Проведен комплекс исследова-

Рис. 2. Линия разрезки ячеистобетонного массива



ний по определению прочностных и деформационных характеристик ячеистого бетона плотностью  $500 \text{ кг/м}^3$  при размерах массива  $3,14 \times 2,45 \times 0,9 \text{ м}$ , в том числе прочности при сжатии, растяжении на изгиб и раскалывании. Изучены однородность и бездефектность структуры.

Определены следующие физико-механические характеристики ячеистого бетона: плотность —  $470\text{—}530 \text{ кг/м}^3$ ; прочность при сжатии —  $3\text{—}3,9 \text{ МПа}$ ; прочность при растяжении при изгибе —  $1,28\text{—}$

$1,36 \text{ МПа}$ ; модуль упругости —  $(1,72\text{—}1,91)10^3 \text{ МПа}$ .

Исследованы оптимальные параметры взаимосвязи структурных характеристик бетона пониженной плотности с его строительно-эксплуатационными свойствами. Установлено, что ячеистый бетон плотностью  $500 \text{ кг/м}^3$ , полученный в условиях действующего производства на линии типа «Силбетблок» ПО «Сморгоньсиликатобетон», по своим строительно-техническим свойствам не уступает мировым аналогам. Эксплуатация этой линии

в течение 1991 г. в трехсменном режиме тремя бригадами показала, что на ней можно выпускать  $87 \text{ тыс. м}^3$  в 1 год мелких блоков хорошего качества при высокой надежности работы оборудования.

Объединением принято решение о техническом перевооружении еще двух технологических линий.

На них будет установлено оборудование линии типа «Силбетблок» для изготовления мелких блоков из ячеистого бетона.

УДК 666.973.666.982.2.03

В. В. МОХОВ, директор Бобруйского комбината строительных материалов, Н. Л. ТКАЧЕВ, главный инженер, Р. П. ГАЛДУСОВА, начальник ПТО, А. И. ЛИС, инж. (Межреспубликанская ассоциация «Силикат»)

## Технологическая линия формования мелких стеновых блоков из ячеистого бетона производительностью $80 \text{ тыс. м}^3$ в год (линия «Бобруйск-1,2»)

В соответствии с комплексной программой развития производства строительных материалов Республики Беларусь на 1986—1995 гг. было принято решение о строительстве группы новых заводов по выпуску изделий из ячеистого бетона, в том числе и в г. Бобруйске.

Госагропромом Республики Беларусь в июне 1990 г. было закончено строительство 1 очереди завода. С июля того же года линия введена в эксплуатацию и передана на баланс Бобруйского комбината строительных материалов (КСМ).

Оборудование конвейерной линии «Бобруйск-1,2» разработано НИПСиликатобетоном, технологическая линия спроектирована Белгипростромом.

За основу производства принят способ формования крупноразмерных ячеистобетонных массивов высотой  $1,2 \text{ м}$  по ударно-резательной технологии. Формование высоких массивов позволяет увеличить производительность технологической линии, сократить производственные площади, повысить коэффициент заполнения автокла-

вов, снизить металлоемкость, уменьшить расход сырьевых материалов и энергетических ресурсов.

На конвейерной линии «Бобруйск-1,2» предусмотрены формование и резка массива на поддон-тележку без его съема и переноса.

Линия «Бобруйск-1,2» состоит из двух параллельных ветвей, по которым циклично перемещаются формы, последовательно проходя один пост за другим (см. рисунок).

Перемещение материалов, поступающих из дозирочного отделения, и выгрузка смеси в формы осуществляются виброгазобетонмешалкой (смесителем) 1.

На ударной площадке 2 происходит интенсивный процесс вспучивания и стабилизация ячеистобетонного массива. Формы с отформованными массивами перемещаются толкателем на пост созревания и распалубки 4.

Снятие бортооснастки с отформованного массива и транспортировка ее на установку очистки бортов 12 осуществляется переключником 5. После этого очищенные борта устанавливаются на

свободный поддон. При дальнейшем движении массив проходит под машиной удаления горбушки 6 и калибровки его по высоте.

На резательном комплексе 7 массив подвергается горизонтальной, поперечной и продольной резке с калибровкой по бокам.

Отходы от резательного комплекса удаляются скребковым конвейером 8 и подаются в емкость с цепной мешалкой 9.

Передачная тележка 10 транспортирует разрезанный массив с поддон-тележкой в автоклавное отделение. После автоклавной обработки поддон-тележки толкателями перемещаются на склад готовой продукции. Возврат их со склада осуществляется цепным толкателем 11 на ветвь линии подготовки и сборки форм, над которой установлена машина чистки поддонов. Полностью собранная форма поступает на установку смазки 13 и передачной тележкой с лебедкой 14 транспортируется на пост формования.

Линия работает по безотходной технологии. Отходы от резательного комплекса, как было сказано выше, подаются в емкость с цеп-

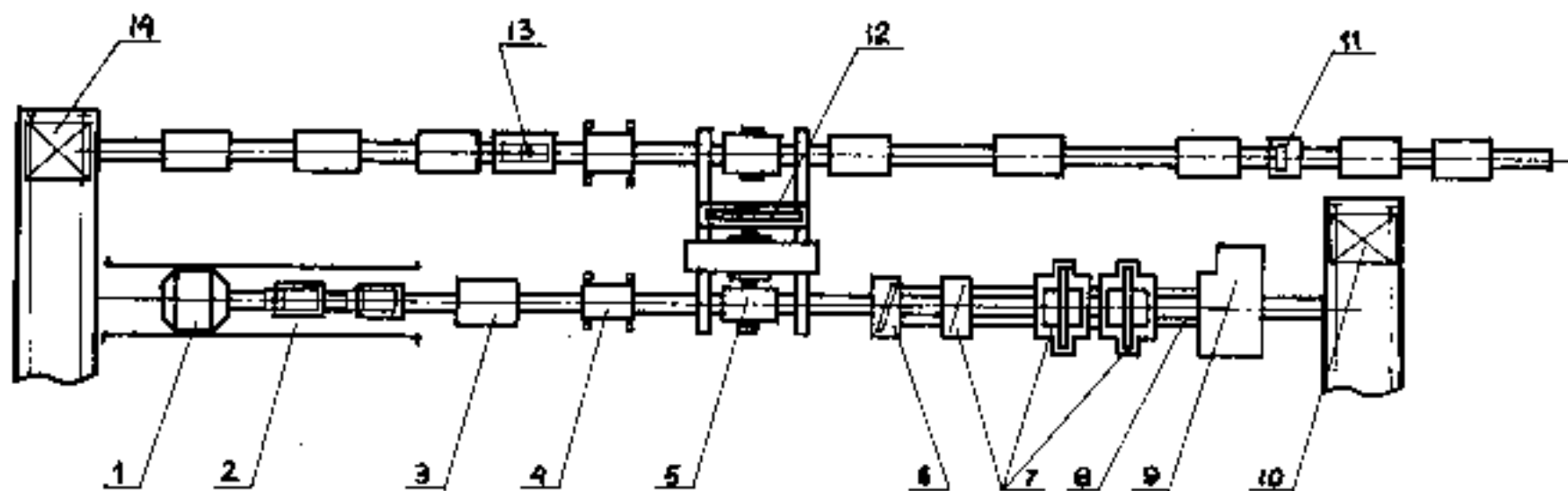


Схема конвейерной линии «Бобруйск-1,2»

1 — виброгазобетонемешалка; 2 — виброплощадка; 3 — форма; 4 — установка для распалубки форм; 5 — переключник; 6 — машина для снятия корбушки; 7 — резательный комплекс; 8 — скребковый конвейер; 9 — устройство транспортирования шламотходов; 10 — передаточная тележка; 11 — цепной толкатель; 12 — установка для чистки бортоснастки; 13 — установка для смазки форм; 14 — передаточная тележка с лебедкой

ной мешалкой, в которой готовятся шламотходы плотностью 1,4 г/см<sup>3</sup> и затем пневмокамерными насосами нагнетаются в расходные емкости. Промывные воды от виброгазобетонемешалки так же используются при подготовке смеси.

**Основные технические показатели конвейерной линии**

Годовой объем производства, тыс. м <sup>3</sup>	80
Плотность ячеистого бетона, кг/м <sup>3</sup>	600—500
Марка ячеистого бетона по прочности при сжатии	25—35
Марка по морозостойкости, циклы МРЗ	25—35
Теплопроводность, Вт/(м·К)	0,12—0,18
Размер, мм:	
блоков	588×200×288
перегородочных и теплоизоляционных плит	100×600×600
Масса оборудования, кг	67735

В качестве сырьевых материалов для изготовления мелких стеновых блоков используются бездобавочный портландцемент, негашеная известь, кварцевый песок, алюминиевая пудра. Все материалы, за исключением алюминиевой пудры, — местного производства.

Подготовка сырьевых материалов и автоклавная обработка блоков осуществляются на серийном оборудовании.

В процессе освоения производства мелких стеновых блоков плотностью 600 кг/м<sup>3</sup> марки М35 усовершенствовано и модернизировано технологическое оборудование линии:

изменены установки, дозирующие компоненты шлама, алюминиевую суспензию и цемент. Это относится к вместимости емкостей для одноразового и точного дозирования, загрузочным и выгрузочным механизмам;

установлены дисковые задвижки в отделении гомогенизации вяжущего для более надежной его подачи в дозаторное отделение; модернизирован механизм смазки подшипникового узла лопастного вала виброгазобетонемешалки СМС-406;

смонтированы выгрузочные устройства смесителя, которые позволяют заливать бетонную смесь одновременно в две формы, а также механические ударные площадки (эксплуатирующиеся на других предприятиях) в связи с тем, что пневмогидравлические и гидравлические не обеспечивали требуемые технологические параметры для формирования массивов высотой 1,2 м;

переделан механизм раскрытия и закрытия бортоснастки — резьбовой на замковые зажимы, в результате чего сокращено время сборки и разборки форм;

усовершенствованы установки очистки бортоснастки, механизм фиксации поддон-тележек с массивами на машинах вертикальной, продольной и поперечной резки; заменен привод толкателя передаточного моста на более работоспособный;

улучшена конструкция машины по очистке платформ поддон-тележек, она установлена на складе готовой продукции;

возврат порожних поддон-тележек в цех осуществляется с помощью цепного толкателя.

В результате усовершенствования и модернизации оборудования экспериментальная конвейерная линия «Бобруйск-1,2» стала надежной в эксплуатации. Некоторое оборудование работало в автоматическом режиме, обеспечивая требуемые технологические опе-

рации для стабильной работы и увеличение мощности.

В настоящее время готовится к сдаче в эксплуатацию 2 очереди производства такой же мощности с техническим перевооружением автоклавного, дозирочного, помольного отделений и модернизацией оборудования конвейерной линии.

Освоение линий «Бобруйск-1,2» на комбинате позволит ускорить обеспечение индивидуальных застройщиков и строителей эффективными строительными материалами.

### Внимание читателей!

Ряд вопросов, связанных с производством ячеистого бетона и изделий из него:

- о новых проектных решениях заводов ячеистобетонных изделий;
- о снижении средней плотности ячеистого бетона до 500 кг/м<sup>3</sup>;
- об автоматизации технологических процессов изготовления ячеистого силикатобетона;
- о скоростных методах термообработки сырьевой смеси в производстве мелкогранулированной извести;
- о смазках для технологического оборудования;
- о практике проектирования и строительства зданий из ячеистого и плотного силикатного бетона и др. будут освещены в следующем номере журнала.



Г. С. ГАРНАШЕВИЧ, канд. техн. наук (Минский НИИСМ), Е. Я. ПОДЛУЗСКИЙ, инж., Н. П. САЖНЕВ, канд. техн. наук (МРА «Силикат»)

## Исследование теплофизических и эксплуатационных свойств ячеистого бетона

В настоящее время в мире только на отопление и вентиляцию зданий любого назначения расходуется до 40 % всей потребляемой человечеством энергии. В связи с этим теплозащитные свойства строительных материалов имеют первостепенное значение. Теплопотери через наружные стеновые ограждения в зависимости от этажности и конструкции зданий составляют от 20 до 60 %.

В течение последних 20 лет в нашей стране вышло всего одно постановление «О повышении уровня тепловой защиты зданий и сооружений» (Госгражданстрой при Госстрое СССР № ГФ-3-2195 от 5.08.80 г.). В нем в целях обеспечения эффективности корректировки типовых проектов жилых домов, а также разработки новых проектов с учетом необходимого повышения тепловой защиты зданий были установлены дифференцированные временные коэффициенты повышения требуемого термического сопротивления ограждающих конструкций, рассчитываемого в соответствии со СНиП П-3-79\*\* «Строительная теплотехника».

Постановлением Государственного комитета Республики Беларусь по архитектуре и строительству № 5 от 7 апреля 1992 г. принято для наружных стен нормативное значение термического сопротивления не менее 2—2,5 м<sup>2</sup>·К/Вт и рекомендуемое значение 3,5—5 м<sup>2</sup>·К/Вт.

Следует отметить, что в Великобритании, стране с относительно мягким климатом, нормативное термическое сопротивление ограждающих конструкций жилых зданий за период с 1973 по 1982 гг. менялось трижды. Наиболее показательны данные об изменении требований к теплозащитным характеристикам стен в ФРГ, где расчетное термическое сопротивле-

Таблица 1

Предприятия-изготовители	Плотность образца, кг/м <sup>3</sup>	Влагоудержание образца, %	Прочность после 15 циклов температурно-влажностной нагрузки от прочности контрольных образцов, %
Гродненский КСМ	628	10,6	99,4
ПО «Сморгоньский-наобетон»	666	6	89,5
Минский КСИ	654	11,2	78
Могилевский КСИ	725	9,3	98,5

Таблица 2

Плотность образца, кг/м <sup>3</sup>	Теплопроводность бетона, Вт/(м·К), при влажности, %				
	0	3	6	9	12
600	0,145	0,167	0,187	0,192	0,198
700	0,181	0,215	0,235	0,253	0,259
800	0,195	0,225	0,25	0,265	0,267
900	0,207	0,245	0,27	0,279	0,305
1000	0,259	0,285	0,342	0,355	0,394
1200	0,284	0,345	0,376	0,409	0,462

Таблица 3

Плотность образца, кг/м <sup>3</sup>	Зависимость сорбционной влажности, %, от относительной влажности воздуха, %					Паропроницаемость, мг/(м·ч·Па)
	10	40	60	80	97	
600	0,17	0,49	2,18	3,99	14,39	0,168
700	0,22	0,99	2,69	4,48	14,57	0,153
800	0,36	1,38	3,07	4,78	14,66	0,137
900	0,47	1,79	3,37	5,18	14,89	0,122
1000	0,57	2,11	3,61	5,53	15,21	0,109
1200	0,68	2,58	4,17	6,01	15,33	0,099

ние наружных стеновых ограждений для жилых зданий в 1960 г. составляло 1—1,8 м<sup>2</sup>·К/Вт, в 1977 г. указанная величина составляла 1,67, в 1982 — 2,5, в 1986 — 3,3, причем для перекрытий и покрытий термическое сопротивление составляло 5 м<sup>2</sup>·К/Вт. Ряд домостроительных фирм ФРГ уже в 1982 г. строили дома с термиче-

ским сопротивлением наружных стен 3,3—3,7 м<sup>2</sup>·К/Вт.

Очевидно, что только строгая оценка теплофизических и эксплуатационных свойств обеспечит рациональное использование строительных материалов в виде прогрессивных конструкций, отвечающих современным требованиям, предъявляемым к теплозащитным качествам.

Учитывая все возрастающие в республике объемы производства изделий из ячеистого бетона, новые требования к термическому сопротивлению наружных ограждающих конструкций зданий и примерное отношение к данному вопросу в странах Западной Европы, по нашему глубокому убеждению, исследования теплофизических и эксплуатационных свойств ячеистого бетона представляют определенную научную и практическую ценность.

Как указано выше, основным нормативным документом по расчету теплозащитных свойств для проектировщиков зданий является СНиП П-3-79\*\* «Строительная теплотехника», теплотехнические показатели строительных материалов и конструкций которого (приложение 3) были получены по меньшей мере 20—30 лет тому назад. Подтверждением сказанного является, например, то, что в указанном приложении расчетная теплопроводность для кладки из силикатного кирпича составляет 0,87 Вт/(м·К).

Выполненный в Минском НИИСМ, а также в других институтах большой объем работ по исследованию теплофизических свойств силикатного кирпича и кладки на его основе позволяет определить действительную величину расчетного коэффициента теплопроводности кладки из силикатного кирпича, которая составляет 1,4 Вт/(м·К). Полученные

данные легли в основу «Инструкции по проектированию и строительству зданий из силикатных камней и кирпича» РСН 53—82, Госстрой БССР.

Величины теплопроводности силикатного кирпича, полученные нами, соответствуют данным ведущих зарубежных фирм, работающих в этой области. Что касается ячеистого бетона, то, по-видимому, порой негативное отношение к нему со стороны проектировщиков зданий и строителей совершенно не обосновано. По нашему мнению, оно обусловлено высокой расчетной эксплуатационной влажностью, заложенной в СНиП П-3-79<sup>а</sup> тоже несколько десятилетий тому назад, а также низкой культурой производства строительных работ, одним из проявлений которой является переувлажнение материала на стройке при его длительном хранении без надлежащей защиты от атмосферных осадков. Следует отметить, что прямое попадание влаги в конструктивные элементы из любого строительного материала приводит к различного рода отрицательным явлениям.

Несмотря на то, что ячеистый бетон представляет собой капиллярно-пористую систему, причем поры в абсолютном большинстве являются замкнутыми ячейками, он отличается достаточно высокой способностью отдавать влагу в окружающую среду.

У образцов ячеистого бетона плотностью 600—800 кг/м<sup>3</sup>, увлажненных до максимального водопоглощения 53—49 %, за 150 сут в среде с относительной влажностью воздуха 50—55 % установилось равновесное влагосодержание и составило приблизительно 5 %.

Ячеистый бетон также отличается достаточно высокой стойкостью к сверхнизким температурам. В 1989 г. Т. А. Уховой (г. Москва, НИИЖБ) были испытаны образцы ячеистого бетона, изготовленного на предприятиях Республики Беларусь, на стойкость к сверхнизким температурам.

Влажность образцов при испытании была близка к сорбционной и составляла не более 12 %. Испытания на стойкость проводились путем попеременного замораживания при температуре, равной минус 156 °С, и оттаивании при температуре плюс 20 °С ± 2 °С в течение 15 циклов. Результаты испытаний представлены в табл. 1.

Из представленных в табл. 1 результатов следует, что испытанные образцы ячеистого бетона сохраняют достаточно высокую прочность после циклического воздействия сверхнизких температур. Наибольшее уменьшение прочности наблюдается у бетона Минского КСИ, изготовленного по «литьевой» технологии. На остальных предприятиях ячеистый бетон изготавливается по ударной технологии.

Ячеистый бетон не только конкурентоспособен по отношению к традиционным строительным материалам, но и является наиболее эффективным стеновым материалом настоящего и будущего. Например, с точки зрения теплопроводности, паропроницаемости, сорбционной и эксплуатационной влажности.

В Минском НИИСМ выполнен большой объем исследований теплофизических и эксплуатационных свойств ячеистого бетона. Исследования проводились как в лабораторных, так и в натуральных условиях. В лабораторных условиях определены такие основные теплофизические свойства ячеистого бетона плотностью 600, 700, 800, 900 и 1200 кг/м<sup>3</sup>, как зависимость теплопроводности от плотности и влажности, сорбционная влажность и паропроницаемость. Результаты

исследований представлены в табл. 2, 3.

В натуральных условиях определены эксплуатационные свойства фрагментов ячеистобетонной стеновой панели толщиной 0,3 м, а также фрагментов наружного стенового ограждения толщиной 0,3 м из ячеистобетонных блоков плотностью 600 и 700 кг/м<sup>3</sup>.

Кладка выполнялась на клею с толщиной шва 2—3 мм, а также на цементно-песчаном растворе с толщиной шва 10—20 мм.

Результаты исследований представлены в табл. 4, 5.

Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что равновесное влагосодержание фрагментов ячеистобетонной панели установилось практически через 1,5 г. (табл. 4). За первые полгода эксплуатации влагосодержание снизилось приблизительно на 58,6 %. К началу периода влагонакопления следующего года эксплуатации влагосодержание фрагментов достигло равновесного и составило примерно 5 %. При этом коэффициент теплопроводности соответственно был равен 0,223 и 0,221 Вт/(м·К).

Равновесное влагосодержание фрагментов стенового ограждения из ячеистобетонных блоков установилось практически для всех исследованных видов кладок (табл. 5)

Таблица 4

Шифр фрагмента	Сроки испытаний, год		Влагосодержание, %				Кoeffиц. теплопроводности, Вт/(м·К)
	начало	окончание	начальное, апрель 1982 г.	октябрь 1982 г.	октябрь 1983 г.	октябрь 1984 г.	
Б-41	1982	1984	12,8	7,5	5	5,01	0,223
Б-42	1982	1984	12,5	7,4	4,88	4,92	0,221

Таблица 5

Шифр фрагмента	Технологические особенности кладки и плотность бетона, кг/м <sup>3</sup>	Влагосодержание фрагментов, %					Кoeffиц. теплопроводности, Вт/(м·К)	Термическое сопротивление, м <sup>2</sup> ·К/Вт
		начальное, декабрь 1971 г.	октябрь 1972 г.	октябрь 1973 г.	октябрь 1974 г.	октябрь 1975 г.		
К-22	Кладка на клею 700	16,3	5,6	6,6	3,8	3,82	0,23	1,293
К-28	600	17,35	5,8	5,11	4,11	4,05	0,175	1,714
К-24	Кладка на цементно-песчаном растворе, толщина шва 10 мм (содержание швов в кладке 12,7 %)							
	700	23,2	5,6	5,07	4,46	4,39	0,29	1,034
К-25	600	19,35	7,04	6	4,34	4,33	0,22	1,371
К-23	Кладка на цементно-песчаном растворе, толщина шва 20 мм (содержание швов 22,7 %)							
	700	25,9	5,6	4,38	3,95	4,11	0,34	0,879
К-27	600	23,78	4,95	5,81	4,29	4,3	0,26	1,165

к началу периода влагонакопления третьего года эксплуатации.

За первый год эксплуатации влагосодержание исследованных фрагментов снизилось примерно на 21,6—36,4 %, за второй год влагосодержание фрагментов практически оставалось постоянным, к концу третьего года влагосодержание фрагментов установилось постоянным и не превышало 4,5 % по массе.

Полученные результаты позволяют утверждать, что эксплуатационная влажность ячеистого бетона составляет 4—5 %, в то время, как в СНиП П-3-79\*\* указанный показатель равен 12—15 %.

По результатам исследований ведущих зарубежных фирм по производству ячеистых бетонов «Хебель», «Итонг», «Верхан», «Грайзвель» (Германия), «Сипорекс» (Швеция), «Калсилоркс» и «Дюроркс» (Нидерланды), «Селком» (Великобритания) и др. эксплуатационная влажность составляет 3—5 % по массе. Причем наибольшая величина влажности относится к кровельным панелям.

Ячеистый бетон обладает всеми основными преимуществами, отвечающими современным требованиям к строительным материалам по теплозащитным свойствам, но при этом он требует высокой культуры выполнения строительных работ. При кладке стеновых ограждений из ячеистобетонных блоков устройство швов толщиной 10 мм снижает термическое сопротивление на 20 %, а устройство швов толщиной 20 мм снижает указанный показатель в среднем на 31—32 % по сравнению с кладкой, выполненной на клею (табл. 5). Здесь следует отметить, что используемое в настоящее время на заводах резательное оборудование практически исключает возможность выполнять в массовом порядке кладку стен из легких блоков на клею. Однако разрабатываемое в настоящее время Межреспубликанской ассоциацией «Силикат» резательное оборудование типа «Конрекс» позволит изготавливать мелкие блоки и панели из ячеистого бетона с точностью, позволяющей вести кладку стен на клею.

В условиях современного энергетического кризиса высокие теплозащитные свойства для строительного материала имеют первостепенное значение, так как расходы на содержание зданий

при постоянно растущей стоимости энергии все больше определяются расходами на отопление и кондиционирование.

Ячеистый бетон, обладая высокими теплозащитными свойствами и теплоаккумулирующей способностью, предотвращает значительные потери тепла зимой и позволяет избежать слишком высоких температур в помещениях летом, исключает резкие колебания температуры в помещениях, что обуславливает благоприятный микроклимат как для нормальной жизнедеятельности людей, так и для работы приборов и установок, чувствительных к изменениям температуры и относительной влажности

воздуха.

Полученные нами экспериментальные результаты по теплофизическим и эксплуатационным свойствам ячеистого бетона плотностью 600—1200 кг/м<sup>3</sup>, а также результаты исследования теплоизоляционного бетона плотностью 250—500 кг/м<sup>3</sup> могут быть использованы при разработке новых нормативных документов по строительной теплотехнике и оценке экономической эффективности применения в строительстве ячеистобетонных изделий и конструкций, помогут по-новому взглянуть на вопрос защитно-декоративной отделки зданий из ячеистого бетона и сроков ее выполнения.

## УВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ!

Для обобщения и обмена накопленным в Республике Беларусь и других странах опытом по совершенствованию технологии, автоматизации и аппаратурному оформлению производства изделий из ячеистого бетона в г. Минске с 17 по 20 ноября 1992 г. проводится семинар «Дальнейшее развитие производства и применения в строительстве изделий из ячеистого бетона».

Организаторами семинара являются Минстройматериалов и Госстрой Республики Беларусь, Межреспубликанская ассоциация «Силикат».

Цель семинара: обмен опытом в создании и освоении мощностей по производству изделий из ячеистого бетона и их применению в строительстве; разработка перспективных направлений развития производства; установление деловых контактов между специалистами и фирмами для реализации перспективных идей.

На семинар приглашаются ученые, проектировщики, производственники и руководители отраслей стран СНГ, Прибалтийских государств, Польши, Чехо-Словакии, специалисты машиностроительных предприятий, а также ведущих фирм США, Германии, Великобритании, Швеции, Нидерландов, Японии и Республики Корея.

Программа семинара предусматривает посещение предприятий по производству изделий из ячеистого бетона, строительных объектов, доклады и выступления участников семинара, дискуссии, проведение переговоров о сотрудничестве.

### ПРИГЛАШАЕМ ВАС ПРИНЯТЬ УЧАСТИЕ В СЕМИНАРЕ.

По всем интересующим Вас вопросам просим обращаться по адресу:  
220050, г. Минск, ГСП, ул. Маркса, 3.  
Тел.: 27-14-72, 27-26-09, 26-24-13.

УДК 666.973.064.14

Р. И. ВИГДОРЧИК, главный инженер АП «Белпроект», А. М. ТЕЛЕШ, главный специалист

## Применение ячеистого бетона в строительстве жилых и общественных зданий. Прогрессивные проекты и проектные решения

В технической политике жилищного строительства Республики Беларусь несколько десятилетий доминируют крупнопанельные железобетонные конструкции с использованием цементных бетонов, что в какой-то степени оправданно при возведении массовых полносборных жилых зданий в крупных городах.

Однако мировая практика показывает и другие примеры, когда для решения жилищной проблемы наряду с производством деталей для крупнопанельного домостроения интенсивно развивается другое направление — изготовление и применение в строительстве таких стеновых материалов, как блоки и изделия из ячеистого бетона.

Одним из преимуществ изделий из ячеистого бетона по сравнению с другими материалами является их эффективность в строительстве, особенно при использовании ячеистого бетона как конструкционного материала в ограждающих стенах жилых и гражданских зданий. Это обуславливается тем, что физико-механические свойства ячеистого бетона в наибольшей степени удовлетворяют требованиям, предъявляемым к таким конструкциям.

Низкая плотность и высокие теплоизолирующие свойства ячеистого бетона позволяют снизить массу стен на 25—55 % по сравнению с конструкциями из легкого цементного бетона. Ограждающие конструкции из ячеистого бетона в 3 раза легче кирпичных. На возведение стен из них расходуется минимальное ко-

личество раствора и значительно сокращаются трудозатраты.

Ячеистый бетон производится почти в 40 странах мира, более чем на 200 предприятиях с общей мощностью порядка 40 млн. м<sup>3</sup> в год.

В нашей республике только на действующих заводах в гг. Гродно, Могилеве, Минске, Сморгони годовой объем выпуска армированного силикатного бетона составляет примерно 320 тыс. м<sup>3</sup> в 1 год, из них 70 % или около 200 тыс. м<sup>3</sup> — газосиликата. С его комплексным применением строители республики ежегодно возводят жилых зданий общей площадью около 400 тыс. м<sup>2</sup>.

Производство конструкций и изделий из ячеистого бетона в зарубежной практике ориентировано, как правило, на применение разательной технологии. Созданы заводы-автоматы производительностью до 200 тыс. м<sup>3</sup> продукции в год.

Наряду с мелкими ячеистыми блоками изготавливаются армированные элементы, такие как плиты покрытий толщиной 10—25 см под расчетные нагрузки до 3—5 кН/м<sup>2</sup> (Франция); армированные изделия длиной до 6 м — стеновые панели, плиты перекрытий и покрытий, перегородочные плиты высотой 2,5—4,2 м (Финляндия, фирма «Lohja»); шведская фирма «Барогех» производит элементы полной заводской готовности размером 1,2×8 м, толщиной 30 см с отделкой тонкослойным покрытием; японской фирмой «Мисава» создан новый вид ячеистого бетона PASC, обладающего высоки-

ми прочностью, огнестойкостью, звукоизоляционными и теплоизоляционными свойствами. Фирма производит из этого бетона стеновые панели и плиты перекрытий для жилых и промышленных зданий.

Многолетний положительный опыт нашей республики в производстве и применении в строительстве автоклавного силикатного бетона и особенно ячеистого газосиликата, обладающего вышеизложенными положительными свойствами, расширяет перспективы его производства и широкое использование как эффективного материала в проектировании и строительстве жилых и общественных зданий.

Сегодня автоклавный ячеистый бетон — газосиликат в Республике Беларусь применяется по таким основным направлениям:

для ограждающих стен гражданских и промышленных зданий — армированные стеновые панели полосовой разрезки, изготавливаемые по формовой технологии;

для крыш жилых зданий — панели покрытий, изготавливаемые таким же способом;

для перегородок — перегородочные плиты;

для стен малоэтажных жилых зданий, коттеджей, усадебных домов и летних садовых домиков — мелкие блоки, изготавливаемые по разательной технологии;

для теплоизоляции — теплоизоляционные плиты, технология разательная и другие.

Проектирование и строительство жилых домов и общественных



Рис. 1. Проекты жилых домов улучшенной планировки с поперечными несущими стенами, с комплексом использованном силикатного бетона (для Гродненского КСМ)

зданий с применением силикатного бетона ведутся в республике уже почти четверть века.

Первые жилые дома были запроектированы по конструктивной системе блочного типа (серия 88), в которой наружные стены предусмотрены из газосиликатных панелей ленточной разрезки первоначальной толщиной 240, а затем 300 мм, плотностью 700 кг/м<sup>3</sup>, простенки и торцовые стены — блочные. Внутренние стены — из плотного силикатного бетона толщиной 200 мм, плотностью 1900—2000 кг/м<sup>3</sup>, высотой на этаж и шириной до 3 м. Марка бетона 200 и 250 в зависимости от этажности дома. Средний расход силикатного бетона в таких домах составляет 0,35—0,4 м<sup>3</sup> на 1 м<sup>2</sup> общей площади.

Строительство подобных домов осуществляется и в настоящее время, изделия для них изготавливаются по серии 88 на Гродненском КСМ и Могилевском КСИ.

Для общественных зданий каркасно-панельной системы были разработаны и применялись панели наружных стен ленточной разрезки с плотностью бетона 700 кг/м<sup>3</sup>. Изготовление панелей осуществлялось в ПО «Сморгонь-силикатобетон» и на Минском КСИ.

Вторым этапом развития силикатного бетона было проектирование и строительство полносборных жилых домов серии 88К из газосиликатных панелей наружных стен ленточной разрезки с плотностью 600 кг/м<sup>3</sup>; панелей внутренних стен высотой на этаж, длиной до 630 см, толщиной 180 мм и предварительно напряженных

однородных панелей перекрытий толщиной 160 мм — из плотного силикатного бетона, изготавливаемых на ковальной линии Гродненского КСМ. Средний расход силикатного бетона в жилых домах, строящихся по проектам серии 88К, составляет около 0,8 м<sup>3</sup> на 1 м<sup>2</sup> общей площади.

Для строительства общественных зданий каркасно-панельной конструкции серии 1.020—1/83 запроектированы и применяются газосиликатные панели ленточной разрезки с плотностью бетона 600 кг/м<sup>3</sup> серии 1.030.1—1Б.

Кроме того, с целью более широкого использования силикатного кирпича в несущих конструкциях жилых и общественных зданий с одновременным повышением защитных свойств ограждающих стен и повышением уровня индустриализации строительства разработаны проекты жилых домов и массовых общественных зданий с несущими поперечными стенами из силикатного кирпича и наружными стенами из газосиликатных панелей ленточной разрезки.

С целью более широкого использования силикатного бетона в качестве конструктивного материала в жилищном строительстве, а также создания новых, более совершенных архитектурно-планировочных, конструктивных и технологических решений жилых домов, отличающихся от строящихся по серии 88К более высоким комфортом проживания и выразительностью архитектуры, АП «Белпроект» разработана новая серия жилых домов, блок-

секций и общежитий из силикатных конструкций применительно к производству на Гродненском КСМ (рис. 1).

В рабочем проекте экспериментального дома серии 88К принята конструктивная схема поперечных несущих стен с шагом 600 и 300 см. Панели наружных стен — одно- и двухмодульные цельноформованные высотой на этаж с проемами и без проемов — из газосиликата плотностью 600 кг/м<sup>3</sup> и прочностью при сжатии В2,5 (марка 35) толщиной 30 см, с комбинированным армированием, т. е. с напрягаемой и ненапрягаемой арматурой, обеспечивающим снижение расхода стали и повышение трещиностойкости изделий. Внутренние стены — из силикатобетонных панелей однорядной разрезки высотой на этаж, толщиной 180 мм, длиной до 630 см, плотностью 1800—1900 кг/м<sup>3</sup> и прочностью при сжатии В15 (М 200) и В20 (М 250). Перекрытия — из силикатобетонных панелей с круглыми технологическими пустотами диаметром 127 мм, толщиной 220 мм, шириной 120 и 240 см, длиной 600 см, преднапряженные, и длиной 300 см с обычным армированием.

Учитывая тенденцию наращивания объемов выпуска ячеистого бетона — газосиликата в республике (строительство Фанипольского и Малоритского КСМ и др.), АП «Белпроект» разработаны проектные решения жилых домов для малоэтажной застройки — 1, 2, 3 и 4 этажа на основе следующих комбинированных конструктивных систем:

системы с поперечными несущими стенами из кирпича или монолитного железобетона с шагом до 7,2 м и наружными стеновыми ограждениями из газосиликатных панелей двухрядной разрезки толщиной 300 мм;

системы с продольными несущими стенами из кирпича или газосиликатных блоков;

системы с поперечными несущими стенами из силикатобетонных блоков с шагом 600 см и наружным стеновым ограждением из газосиликатных панелей двухрядной разрезки толщиной 300 мм;

системы с поперечными и продольными стенами из кирпича для коттеджной жилой застройки с ограждающими наружными стена-





Рис. 2. Проекты малоэтажных жилых домов с квартирами повышенной комфортности прижилания для городской застройки в разных конструктивных системах

ми из газосиликатных блоков в сочетании с облицовочным кирпичом, а также с несущими и ограждающими стенами из газосиликатных блоков для коттеджных домов и садовых домиков с вариантом отделки наружных стен облицовочным кирпичом.

Отличительной особенностью в предлагаемых проектах жилых зданий является новая планировочная структура квартир и односемейных домов и их повышенная комфортность для проживания, а также более высокая архитектурная выразительность самих

зданий (рис. 2, 3).

Следует отметить, что все новые разработки проектов, включая и применяемые в строительстве, базируются на основе действующих технологий производств силикатных бетонов, которые в сравнении с зарубежным опытом требуют дальнейшего совершенствования и развития. Это также относится к материалам и изделиям, изготовляемым на основе силикатного бетона, особенно газосиликата. Потребительские свойства таких изделий должны быть значительно улучшены и в первую

очередь их геометрические и прочностные характеристики, качество отделки и защита от увлажнения.

Даже в условиях сегодняшнего дефицита стройматериалов, рынок в конечном итоге заставит расставить стеновые материалы в приоритетные позиции в зависимости от их технико-экономической эффективности и надежности в эксплуатации. Поэтому определение рациональной области применения изделий из газосиликата в гражданском строительстве республики с учетом совершенствования и развития технологии их производства является важным делом на ближайшую перспективу.

По нашему мнению, особого внимания заслуживает вопрос комплексного использования изделий из газосиликата, изготовляемых по новой технологии в проектировании и строительстве малоэтажных жилых домов и зданий коттеджного типа для односемейного проживания, а также в ограждающих стенах жилых и общественных зданий с усовершенствованными конструктивными системами. При этом с целью экономии цемента, снижения массы конструкций предлагается более эффективное использование плотного силикатного бетона в таких изделиях и конструкциях, как блоки фундаментные, стеновые — нулевых циклов, многопустотные панели перекрытий, перемычки и др.

На ближайшую перспективу основными тенденциями в строительстве будут оставаться: снижение общей материалоемкости и массы строящихся зданий и снижение расхода дефицитных материалов, таких как сталь и цемент, а также значительное повышение защитных свойств ограждающих конструкций. Этим тенденциям в области жилищно-гражданского строительства на данном этапе наиболее полно отвечает применение конструкционного и теплоизоляционного ячеистого бетона — газосиликата.



Рис. 3. Проект 2-этажного односемейного жилого дома с повышенным комфортом проживания с комплексным использованием газосиликата: наружные стены — блоки, панели; перекрытия и покрытия — панели

В. С. ЛАРИН, главный архитектор БелНИИгипросельстроя

## Архитектурные и конструкционные особенности применения ячеистых бетонов в малоэтажном строительстве Республики Беларусь

Значительное развитие сельского малоэтажного и городского индивидуального жилищного строительства в последние годы, связанное в первую очередь с острой проблемой обеспечения жильем, а также стремлением населения республики к вкладу собственных средств в недвижимость, требует адекватного увеличения производства строительных материалов.

Прежде всего, это относится к получившему высокую оценку застройщиков стеновому материалу — мелким газосиликатным блокам. Легкие и теплые (плотность  $600 \text{ кг/м}^3$ ), относительно недорогие, обладающие достаточной несущей способностью для одно-двухэтажного строительства, они являются хорошей конструкционной и теплоизоляционной основой зданий.

Продолжительный опыт возведения жилых домов, детских дошкольных учреждений, особенности мелких блоков из ячеистого бетона, а также применяемые до последнего времени нормативы сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций, опреде-

лили принципиальные конструкционные решения наружных стен. Это несущий и теплозащитный слой из блоков толщиной 300 мм и защищающий от атмосферных воздействий декоративный слой из кирпича или штукатурки соответственно толщиной 120 и 10—20 мм. Применение воздушного зазора 40—50 мм между газосиликатными блоками и ограждающим слоем из кирпича позволяло уменьшить толщину газосиликатного слоя до 200 мм и соответственно снизить стоимость здания.

Увеличение в соответствии с постановлением Госстроя республики норматива сопротивления теплопередаче наружных стен в 2—3 раза потребовало новых подходов к их конструкции. В этом плане, как показали исследования, проведенная «БелНИИгипросельстроем» и Минским НИИСМ работа должна строиться по двум направлениям. Во-первых, — это дальнейшее снижение плотности газосиликатных блоков до  $500 \text{ кг/м}^3$  с сохранением прочностных характеристик и газосиликатного утеплителя — до  $300 \text{ кг/м}^3$ .

Во-вторых, — внедрение в практику строительства многослойных стен с применением перечисленных изделий из газосиликата. Таким образом, в получившем распространение в республике конструктивном решении стены появляется третий внутренний слой из газосиликатного утеплителя толщиной от 100 мм до 300 мм в зависимости от требуемого  $R$ . Такое решение позволит возводить наружные стены с нормативным значением сопротивления теплопередаче при толщине стены от 520 мм до 650 мм.

В настоящее время заканчивается разработка двух экспериментальных проектов экологически чистых энергоэкономичных жилых домов с применением газосиликата с улучшенными теплотехническими характеристиками стен и различными отделочными материалами, строительство которых предполагается осуществить в пос. Хотляны СГЦ «Белая Русь» Узденского района Минской области.

Одним из основных выразительных средств для газосиликатных домов, наряду с объемно-пространственными решениями, является наружная декоративная отделка. Выпускаемые в республике отделочные материалы позволили выделить ряд архитектурных приемов, которые успешно применяются в строительстве. Это — облицовка керамическим или силикатным кирпичом с различным рисунком кладки, а также сочетание этих двух видов кирпича. Кроме того, в отделке находят применение керамические фасадные изделия размерами  $250 \times 54 \times 88 \text{ мм}$  и разнообразные виды штукатурок. Перечисленные отделочные материалы, различные раскреповки, применение натурального камня и дерева, а в кровельных материалах — черепицы, плиток «ШИНГЛС» и волнистых асбестоцементных листов в сочетании с широкой цветовой гаммой красок,

Общий вид 2-этажного 1-квартирного 5-комнатного жилого дома из модулей А<sub>1</sub>—В<sub>1</sub>.



предоставляют большие возможности для разнообразных архитектурных решений фасадов.

Сказанное в полной мере можно проследить на новой серии комфортабельных жилых домов со стенами из газосиликата (см. рисунок), разработанной БелНИИгипросельстроем в текущем году совместно с корпорацией «Белбуд». Она являет собой новый подход к проектированию жилых домов с целью максимального учета пожеланий застройщика. Принципиальная основа разработки состоит в проектировании законченных частей дома — модулей, кото-

рые, соединяясь друг с другом, образуют новые планировочные решения усадебного жилья. Серия состоит из 10 модулей, что дает возможность получать до 25 вариантов жилых домов общей площадью около 150 м<sup>2</sup>. Планировочная структура предусматривает четкое разделение на жилую и хозяйственную зоны с активным включением в хозяйственную деятельность цокольного этажа, в котором расположены необходимые подсобные помещения.

Архитектурно-планировочные и объемно-пространственные решения модульных домов имеют свои

отличия. Следует отметить также, что первые в республике проекты жилых домов с использованием солнечной энергии, разработанные БелНИИгипросельстроем совместно с Белорусской государственной политехнической академией, также выполнены с применением мелких газосиликатных блоков.

Приведенные характеристики дают основание полагать, что в ближайшее время экологически чистые малые блоки из ячеистого бетона будут основными из мелкоштучных материалов в малоэтажном жилищном строительстве республики.

## Рефераты опубликованных статей

УДК 666.92(476)

Подлузский Е. Я., Основский Э. В., Нигиркшъ И. Г. Производство извести в Республике Беларусь // Стронт. материалы. 1992. № 9. С. 9—10

Проанализирована технология производства извести, применяемой для изготовления изделий из силикатных бетонов в Республике Беларусь. Проведено сравнение основных нормируемых показателей извести для производства изделий из ячеистых бетонов за рубежом и по СН 277—80. В связи с ростом объемов выпуска ячеистого бетона в РБ и СНГ, применением новых конвейерных линий формования, особенно для массивов высотой до 1200 мм, сделан вывод о необходимости разработки отдельного стандарта на известь для производства изделий из силикатобетона.

УДК 666.973.6.666.982.2.03

Унифицированные конвейерные резательные комплексы «Конкрет 90/10—30» и «Конкрет 90/60—120» / А. А. Рыжков, Ю. Г. Ковальчук, Н. П. Сажнев, Ю. Д. Бородавский, М. Н. Ясиченя, Е. П. Кулик // Стронт. материалы. 1992. № 9. С. 16—13

В статье рассматриваются принципы создания конвейерных резательных комплексов в производстве ячеистобетонных изделий. Проанализирован вопрос развития резательного оборудования и выбрана концепция разработки новой универсальной конвейерной линии. Линия позволяет изготавливать по ударно-резательной технологии армированные и неармированные ячеистобетонные изделия. Ил. 2.

УДК 666.973.6.620

Голубева Т. Г., Хоружих Г. Н., Додян Ж. Л. Изготовление мелких ячеистобетонных блоков на технологической линии типа «Смартон-силикатобетон» в ПО «Смартон-силикатобетон» // Стронт. материалы. 1992. № 9. С. 20—22

Показавы этапы развития резательного оборудования, примененного при изготовлении мелких ячеистобетонных блоков, в ПО «Смартон-силикатобетон», представляющие основную линию типа «Смартон-блок». Даны характеристики оборудованию, установленному на этой линии, и физико-механические показатели ячеистого бетона плотностью 500 кг/м<sup>3</sup>, получаемого на ней. Ил. 2.

УДК 666.973.666.982.2.03

Технологическая линия формования мелких стеновых блоков из ячеистого бетона производительностью 80 тыс. м<sup>3</sup> в 1 год (линия «Бобруйск-1,2») / В. В. Михов, Н. Л. Ткачев, Р. П. Галдусова, А. И. Лис // Стронт. материалы. 1992. № 9. С. 22—23

Описана технология производства мелких стеновых ячеистобетонных блоков на конвейерной линии «Бобруйск-1,2», основанная на импульсном способе формования массива высотой 1,2 м. Даны основные технико-экономические показатели технологической линии. Приведен перечень работ по совершенствованию и модернизации технологического оборудования линии. Ил. 1.

УДК 666.264.2.536.495.001.2

Гарнашевич Г. С., Подлузский Е. Я., Сажнев Н. П. Исследование теплофизических и эксплуатационных свойств ячеистого бетона // Стронт. материалы. 1992. № 9. С. 24—26

Представлены результаты лабораторных и натурных исследований теплофизических и эксплуатационных свойств ячеистого бетона. Установлено, что ячеистый бетон обладает высокими теплозащитными свойствами, а эксплуатационная влажность не превышает 5% по массе. Табл. 5.

Вигдорчик Р. И., Телеш А. М. Применение ячеистого бетона в строительстве жилых и общественных зданий. Прогрессивные проекты и проектные решения // Стронт. материалы. 1992. № 9. С. 27—29

Рассказано о видах изделий и конструкций, изготавливаемых из ячеистого бетона в Республике Беларусь и за рубежом, о развитии домостроения с применением плотного и ячеистого силикатных бетонов. Показаны конструктивные комбинированные системы, предусматриваемые в проектах жилых домов, для малоэтажной застройки, разработанных АТ «Белпроект». Ил. 3.

**IN THE ISSUE**

*Moiseyevich A. P., Bildjukovich V. L., Sazhnev N. P.* Manufacture of cellular concrete products in Byelorussia  
*Bildjukovich V. L., Sazhnev N. P., Borodovsky Ju. D.* The state and the main trends in the manufacture of cellular concrete products in CIS and abroad  
*Podluzsky E. Ja., Osnovsky E. V., Nigertsh I. G.* Lime production in Byelorussia  
*Sazhnev N. P., Dombrovsky L. V., Novikov Ju. Ja., Povelj E. V., Verechetskaya I. A., Sudelainen N. N.* Some technical and economic characteristics of cellular concrete manufactured acc. to moulding and stamping technology  
*Zdornyj A. O.* Moulding and cutting complex of "Konrex 90/240" type for manufacture of cellular concrete products  
*Ryzhakov A. A., Kovatchjuk Ju. G., Sazhnev N. P., Borodovsky Ju. D., Yasyuchenja M. N., Kuzin E. P.* Unified conveyer-type cutting complexes: "Konrex 90/20—50" and "Konrex 90/160—120"  
*Moiseenko V. A., Gerasimov V. K.* Manufacture of cellular concrete products at Mogilevsky plant for silicate product manufacture  
*Gotubeva T. G., Khordzhick G. N., Dodan Zh. L.* Production of small-size cellular concrete blocks on a technological line of "Silbetblock" type at P/O "Smorgonsilikatobeton"  
*Mokhov V. V., Tchachev N. L., Galdusova R. P., Lis A. I.* Technological line for moulding small-size wall blocks of cellular concrete (line "Bobrujsk 1, 2")  
*Garnashevich G. S., Podluzsky E. Ja., Sazhnev N. P.* Investigation of thermophysical and operational properties of cellular concrete  
*Vigdortchik R. I., Telesh A. M.* Trends in cellular concrete application for construction  
*Larin V. S.* Architectural and structural peculiarities of using cellular concrete in the small-rise construction of Byelorussia.

**IN DER NUMMER**

*Moiseewitsch A. F., Bildjukewitsch W. L., Sashnew N. P.* Herstellung von Zellbetonerzeugnissen in Byelorussland  
*Bildjukewitsch V. P., Sashnew N. P., Borodovskij Ju. D.* Die Hauptrichtungen der Herstellung von Zellbetonerzeugnissen in GUS und im Ausland  
*Podluskij E. Ja., Osnowskij E. W., Nigertsch I. G.* Kalkerzeugung im Byelorussland  
*Sazhnew N. P., Dombrowskij L. W., Nowakow Ju. Ja., Powcht E. W., Weretewskaja I. A., Sudelainen N. N.* Einige technische und ökonomische Werte von dem nach Guss- und Schlagtechnologie hergestellten Zellbeton  
*Sdornyj A. O.* Formgebung- und Schneidekomplex «Konrex 90/240» zur Herstellung von Zellbetonerzeugnissen  
*Ryzhakow A. A., Kowaltschjuk Ju. G., Sashnew N. P., Borodovskij Ju. D., Jasyutschenja M. N., Kuzin E. P.* Unifizierte Schneidekomplexe «Konrex 90/20—50» und «Konrex 90/160—120»  
*Moiseenko W. A., Gerasimow W. K.* Herstellung von Zellbetonerzeugnissen am Mogilewskij Werk für Silikatbetonerzeugnisse  
*Gotubeva T. G., Chorushich G. N., Dodan Sh. L.* Herstellung von kleinen Zellbetonblöcken auf der technologischen Linie «Silbetonblock» in P/O «Smorgonsilikatobeton»  
*Mochow W. W., Tschatschew N. I., Galdusowa R. P., Lis A. I.* Technologische Linie zur Formung von kleinen Wandblöcken aus Zellbeton  
*Garnaschewitsch G. S., Podluskij E. Ja., Sashnew N. P.* Untersuchung von wärmephysikalischen und betrieblichen Eigenschaften von Zellbeton  
*Wigdortschik R. I., Telesh A. M.* Anwendungsperspektive vom Zellbeton im Bauwesen  
*Larin W. S.* Architektonische und konstruktive Eigenschaften der Anwendung von Zellbetonerzeugnissen für weniggeschossiges Bauen in Byelorussland

**DANS LE NUMÉRO**

*Moiseevitch A. F.* Fabrication des produits en béton cellulaire en Biélorussie  
*Bildjukewitch V. L., Sajnev N. P., Borodowski Y. D.* Fabrication des produits en béton cellulaire en CEI et à l'étranger.  
*Podlouzski E. Y., Niguirich I. G., Osnowski E. V.* Production de la chaux en Biélorussie  
*Sajnev N. P., Dombrowski A. V., Nowakov Yu. Y., Povel E. V., Verechetskaja I. A., Sudelainen N. N.* Certaines caractéristiques techniques-économiques du béton cellulaire  
*Zdorny A. O.* Ensemble technologique de type Konrex 90/240 pour la fabrication des produits en béton cellulaire  
*Ryzakov A. A., Kovatchouk Y. G., Sajnev N. P., Borodowski Y. D., Yasyuchenia M. N., Kouzine E. P.* Ensembles technologiques «Konrex 90/20—50» et «Konrex 90/60—120» unifiés  
*Moiseenko V. A., Guerassimov V. K.* Fabrication des produits en béton cellulaire au combinat des produits de silicate à Moguilev  
*Gotoubeva T. G., Khoroujik G. N., Dodine G. L.* Fabrication de petits blocs en béton cellulaire à la ligne technologique de type «Silbetbloc» dans le groupement de production «Smorgonsilikatobeton»  
*Mokhov V. V., Tkatchev N. L., Galdusova R. P., Lis A. I.* Ligne technologique pour le façonnage des petits blocs de murs en béton cellulaire («Bobrouisk — 1, 2») de capacité de 80 000 m<sup>3</sup> par an  
*Garnachevitch G. S., Podlouzski E. Y., Sajnev N. P.* Etudes des caractéristiques thermiques et d'exploitation du béton cellulaire  
*Vigdortchik R. I., Telesh A. M.* Perspectives d'utilisation du béton cellulaire dans la construction  
*Larine V. S.* L'utilisation des bétons cellulaires dans la construction des maisons en Biélorussie

**Редакционная коллегия:**

М. Г. РУБЛЕВСКАЯ (главный редактор), А. С. БОЛДЫРЕВ, А. В. ВОЛЖЕНСКИЙ, Х. С. ВОРОБЬЕВ, Ю. В. ГУДКОВ, Б. К. ДЕМИДОВИЧ, А. Ю. КАМИНСКАС, М. И. КОТОВ, А. Н. ЛЮСОВ, Л. А. МАТЯТИН, А. Ф. ПОЛУЯНОВ, А. В. РАЗУМОВСКИЙ, С. Д. РУЖАНСКИЙ, В. А. ТЕРЕХОВ, И. Б. УДАЧКИН, Е. В. ФИЛИППОВ, Н. И. ФИЛИППОВИЧ, Ю. Н. ЧЕРВЯКОВ, Л. С. ЭЛЬКИНД (отв. секретарь)

Адрес редакции: 103051, Москва, Б. Сухаревский пер., 19.  
 Тел.: 207-40-34; 204-57-78

Оформление обложки художника В. А. Андросова  
 Технический редактор Е. Л. Сангурова  
 Корректор М. Е. Шабалина

Сдано в набор 06.07.92 Подписано в печать 28.08.92  
 Формат 60×88 1/4  
 Бумага книжно-журнальная  
 Печать офсетная. Усл. печ. л. 3,92  
 Усл. кр.-отт. 5,92 Уч. изд. л. 5,34  
 Тир. 1205 экз. Заказ 6026  
 Цена 10 р.

Набрано на ордена Трудового Красного Знамени Чеховском полиграфическом комбинате Министрства печати и информации Российской Федерации 142300, г. Чехов Московской обл.  
 Отпечатано в Подольском филиале ПО «Периодика» 142110, г. Подольск, ул. Кирова 25.