

УДК 666.973.6

Технология и оборудование для изготовления пенобетона

А. А. Ахундов

АЛИЗАКИР АЛИХАДИ ОГЛЫ АХУНДОВ — доктор технических наук, профессор, лауреат премии Правительства РФ, директор по науке ОАО «ВНИИСтром им. П.П.Будникова». Область научных интересов: технология современных строительных материалов.

140050 Красково, Московская область, ул. К. Маркса, д. 117, ОАО «ВНИИСтром им. П.П. Будникова», тел./факс (095)501-44-09.

Пенобетон является одним из эффективных легких бетонов благодаря своим положительным технико-экономическим показателям, соответствующим современным рыночным условиям. В настоящее время его производство широко развивается. Этому способствуют важные структурные изменения, которые произошли в последние годы в строительном производстве в России, особенно в жилищном строительстве.

В архитектуре и градостроительстве наметилась тенденция к постепенному переходу преимущественно на малоэтажное строительство, что потребовало расширения производства мелкоштучных строительных материалов взамен крупноразмерных изделий. На структурную перестройку производства строительных материалов в России значительно повлияло и повышение нормативов термического сопротивления для ограждающих конструкций, которое в 2000 г. возросло в 3–3,5 раза. Перечисленные факторы привели к изменению структуры производства строительных материалов и изделий из ячеистых и легких бетонов и железобетона.

Производство легкобетонных изделий в бывшем СССР начало развиваться с начала пятидесятых годов. Приоритетным было производство легкого бетона на пористых заполнителях, в основном на искусственных, — керамзите (пористые гранулы, получающиеся из глины при высоких температурах) и ему подобным. В конце восьмидесятых годов объем производства керамзита достиг 35 млн. м³ в год: на его основе изготавливалось около 30 млн. м³ легких бетонов, главным образом крупноразмерные изделия для панельного строительства. В настоящее время в связи с повышением цен на энергоносители и сокращением объема крупнопанельного строительства производство легкобетонных изделий на керамзитовом заполнителе оказалось экономически невыгодным. Создались объективные предпосылки для развития производства других видов легких бетонов, к числу которых относятся ячеистые бетоны.

Ячеистые бетоны изготавливают с применением газо- и пенообразователей. В России получил распространение газобетон, в технологии которого для поризации смеси вяжущего и песка используется специальный газообразователь — алюминиевая пудра. Особенностью этой технологии является необходимость тонкого помола составляющих компонентов в шаровых мельницах и применение для твердения изделий специальных дорогостоящих автоклавов.

Газобетон в бывшем СССР начал выпускаться с начала шестидесятых годов благодаря работам ведущих институтов страны. Были разработаны и освоены промышленностью вибрационная и ударная технологии изготовления газобетона с мощностью заводов 40, 60 и 80 тыс. м³ в год.

В отличие от газобетона при изготовлении пенобетона используются менее энергоемкие процессы: механохимическая активация сырьевых компонентов в специально созданных стержневых смесителях и пропарка изделий в камерах при атмосферном давлении. Стоимость изделий, например стеновых конструктивно-теплоизоляционных блоков, из пенобетона плотностью 600–800 кг/м³ примерно на 30–50% ниже, чем стоимость таких же блоков из газобетона. Кроме того, ниже в 2–3 раза и удельные капитальные затраты на организацию производства пенобетона. Однако, несмотря на простоту изготовления, пенобетон ранее в России не получил широкого развития. Причиной этого было отсутствие качественных пенообразователей, агрегатов для приготовления пены и основного технологического оборудования, пригодного для изготовления эффективных изделий.

До начала восьмидесятых годов пенобетон выпускался в основном с использованием пенообразователей, которые изготавливали в кустарных условиях на заводах по производству пенобетона.

Указанные причины привели к тому, что выпуск пенобетона постепенно был свернут, а взамен начали производить газобетонные изделия. Параллельно в этот же период в России были начаты работы по созданию отечественных пенообразователей, удовлетворяющих условиям производства различных видов пенобетона, а также оборудования для получения качественной технической пены. В результате была разработана технология получения нескольких эффективных и дешевых видов пенообразователей из отечественного синтетического сырья. Появление отечественных пенообразователей стимулировало выполнение научно-исследовательских работ по технологии и оборудованию для производства более широкой номенклатуры пенобетонных строительных изделий из самых различных видов сырьевых материалов.

Основными сырьевыми материалами являются цемент и кремнеземистый компонент, в качестве которого используется кварцевый песок, золы ТЭС, тонкомолотые шлаки и т.п. Указанные сырьевые материалы имеются практически во всех регионах стра-

ны, что создает условия для массового развития производства пенобетона.

Существенным препятствием для развития производства пенобетона, помимо отсутствия необходимого оборудования для изготовления пенобетонной смеси и транспортировки ее до места назначения, была повышенная усадка пенобетона и сравнительно низкая прочность. В начале 1990-х годов специалисты института «ВНИИСтром им. П.П. Будникова» и ряда других организаций предложили технологию пенобетона, которая была много проще, чем технология газобетона. Основное внимание уделили оборудованию и созданию малых единичных мощностей для производства пенобетона, соответствующих современным рыночным условиям. Были изучены физико-химические основы и разработан способ механохимической подготовки сырьевой смеси, заключающийся в обработке увлажненной цементно-кремнеземистой смеси в агрегатах истирающего действия и позволяющий существенно улучшить реологические характеристики пенобетона, повысить реакционную способность твердеющей пенобетонной системы.

Для повышения прочности пенобетонных изделий предложено вводить в состав смеси пластифицирующие добавки, чаще всего суперпластификатор С-3 и пластифицирующая добавка «Лигнопан Б-1».

Суперпластификатор С-3 используется довольно широко в отечественной промышленности железобетонных конструкций. Он позволяет снизить водопотребность, уменьшить расход цемента, обеспечивает удобоукладываемость бетонной смеси и повышает прочность бетона.

Пластифицирующую добавку «Лигнопан Б-1» стали применять только в последние годы. Она разработана и выпускается в промышленных масштабах АО «Биотех». По данным разработчиков «Лигнопан Б-1» является пластифицирующей добавкой для товарных бетонов, обеспечивающей высокую подвижность смеси и повышение прочности на 30–40%. Добавка экологически безопасна, нетоксична и негорюча. Выпускается в сухом виде и в виде водных растворов 30–40%-й концентрации. Рекомендуемая дозировка для обычных бетонов 0,15–0,3% массы цемента.

В ОАО «ВНИИСтром им. П. П. Будникова» указанные пластификаторы использовали для повышения (в 1,5–2 раза) прочности пенобетонных стеновых блоков. Там же разработаны теоретические предпосылки и несколько вариантов аппаратного оформления для смешения пены и твердых компонентов, позволяющие получать в промышленных условиях пенобетонную массу с плотностью от 300 до 900 кг/м³ с равномерно распределенной пористостью. Предложены способы ускорения и определены основные параметры твердения пенобетонных масс различного состава и плотности. Даны рекомендации для дифференцированного подхода к подготовке сырьевых компонентов для изготовления пенобетона в зависимости от его свойств, качества и экономических показателей. Созданы отечественные пенообразователи, такие как «Морпен», «Пеностром», «ПБ-2000» и др. Организовано их промышленное производство и применение для изготовления пенобетона.

Промышленно освоены конструкции различных агрегатов для изготовления неавтоклавно пенобетона:

— стержневых смесителей для механо-химической активации сырьевых компонентов;

— пеногенераторов для приготовления высококачественной пены на основе отечественных пенообразователей;

— пенобетоносмесителей непрерывного и периодического действия с эффективным перемешиванием цементно-песчаной смеси с подачей в агрегат автономно приготовленной пены и с приготовлением пены непосредственно в пенобетонмешалке;

— специальных ячейковых форм для изготовления изделий из пенобетона по литьевой технологии и комплексных агрегатов для изготовления пенобетонных блоков по резательной технологии;

— различных систем регулирования, дозирования и транспортировки сырьевых компонентов для технологических линий производства пенобетона.

Интересно, что кинетика роста прочности неавтоклавно пенобетона в процессе твердения существенно отличается от кинетики роста прочности обычного цементного бетона.

Как известно, обычный цементный бетон при естественном твердении в нормальных условиях набирает свою проектную прочность за 28 сут. А пенобетон за это время набирает всего лишь 40–60% проектной прочности. Остальная прочность набирается в течении 6 мес, что объясняется снижением реакционной способности клинкерных минералов в результате обволакивания пенообразователем поверхности его частиц. Путем введения в состав пенобетона различных пластифицирующих добавок достигли повышения прочности изделий, а также ускорения набора пластической прочности. Достигнуто время набора распалубочной прочности пенобетона при естественном твердении за 3–4 ч.

Получены определенные результаты и по снижению усадки пенобетона, в частности в результате ввода в его состав модификатора «Алак» и сульфоалюминного цемента Пашийского металлургическо-цементного завода. Усадка пенобетона плотностью 700 кг/м³ с указанными добавками снизилась в 2–2,5 раза.

Теоретически обоснована и впервые практически доказана эффективность устранения неоднородности и склонности к оседанию и расслоению пенобетонной смеси созданием избыточного давления на стадии ее приготовления и транспортирования к месту потребления.

На основании изложенного можно сделать следующие выводы:

1) в современных условиях в широком масштабе освоены технология и оборудование для промышленного производства пенобетона и изделий из него. В основном выпускаются изделия плотностью 600–800 кг/м³, нашедшие широкое применение в малоэтажном строительстве;

2) усилия исследователей следует направлять на совершенствование технологии и оборудования производства пенобетона, главным образом на повышение прочности изделий, снижение усадки и плотности выпускаемых изделий.