

Попов Алексей Константинович,  
Инженер, ООО «SK Brusnika»

## ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЯЧЕИСТЫХ БЕТОНОВ В ПРОМЫШЛЕННОМ И ГРАЖДАНСКОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

**Аннотация.** Бурное строительства промышленных и гражданских зданий и сооружений предполагает развитие производства отрасли строительных материалов с улучшенными физико-механическими характеристиками, способными понизить себестоимость возводимого объекта, а также сроки возведения, при безусловном обеспечении надёжности, долговечности и повышения его эксплуатационных характеристик.

В статье рассмотрены экономические и технические аспекты применения одного из основных стеновых материалов в строительстве - ячеистого бетона.

**Ключевые слова:** Строительные материалы, ячеистые бетоны, пенобетон, себестоимость производства, экономическая эффективность.

Современные экономические и политические реалии выдвигают повышенные требования к скорости возведения объектов, их себестоимости, экологичности.

Срок возведения объектов один из важнейших показателей любой инвестиционной программы или Национального проекта. Именно ожидаемым предсказуемым состоянием ввода новых объектов определяется инвестиционная привлекательность новых производственных, торговых, энергетических, транспортно-логистических, строительства жилых зданий. Быстрый ввод объекта уменьшает стоимость заемного капитала, снижает риски, влияющие на реализацию инвестпроекта, позволяет выйти на плановую прибыль, усиливает деловую активность. Скорость ввода объектов также оказывает огромное влияние при реализации Национальных проектов, позволяет реализовывать текущие и прогнозируемые потребности страны в сферах транспорта, образования, здравоохранения и других областях народного хозяйства, достигать целевых показателей для обеспечения устойчивого роста благосостояния Российской Федерации и ее конкурентоспособности на мировой арене.

Так же из рассматриваемых аспектов является себестоимость строительства, которая определяется стоимостью затрат ресурсов и производительностью. Снижение себестоимости также является краеугольным камнем эффективности реализации Национальных проектов и инвестиционных программ.

Экологическая составляющая строительного производства очень важна в современном мире для сохранения санитарно-эпидемиологического благосостояния населения, улучшения качества жизни. Оптимальным решением является возможность решения сопутствующих экологических проблем смежных отраслей хозяйства, как безопасная утилизация отходов ТЭС- шлака и золы.

Одним из основных строительных материалов в строительстве является ячеистый бетон. Изделия из ячеистого бетона в некоторых случаях могут заменить классический монолитный бетон, кирпичную кладку при возведении стен (как несущих, так и не несущих), устройстве внутренних перегородок.

При возведении зданий и сооружений промышленного и гражданского назначения, используется каркасная конструктивная схема - схема колонна-ригель с устройством ограждающих самонесущих и навесных конструкций, обеспечивающих теплозащитные свойства.



Наружные стены подразделяются по способу возведения: кладка, навесные панели, монолитные и т.д..

Кладка – стеновая конструкция выполняется из отдельных штучных изделий, скрепленных кладочным раствором. Толщина швов зависит от качества кладочной поверхности изделий и может варьироваться у блока из ячеистого бетона 1-2 мм, и кирпича рядового 10-12 мм.

При приготовлении традиционных растворов «холодных» в качестве заполнителя используют природный кварцевый песок с крупностью до 3 мм. Для приготовления «теплых» растворов используется «пористый» заполнитель: вермикулит, вспученный перлит и т.п., средняя плотность которых составляет 1200 кг/м<sup>3</sup> с теплопроводностью до 0,27 Вт/м С0, применение таких растворов исключает «мостики холода» в кладке из штучных изделий.

Для кладки наружных стен используют, как простые цементно-песчаные растворные смеси, так и сложные клеевые растворы из ССС (сухие строительные смеси). Их отличает высокая пластичность, низкая теплопроводность, экономичность и подобные показатели, повышающие энергоэффективность ограждающих конструкций.

В современных технологиях, кладка стеновых мелкоштучных блоков допускается отклонением в геометрических размерах до 1 мм, от стандартных размеров, используется кладочный клей на основе тонкодисперсных ССС с размером частиц заполнителя, не превышающих 1-2 мм.

Использование кладочного раствора, при толщине швов 1-2 мм, приводит к его экономии, повышая теплозащитные свойства ограждающих конструкций и понижение энергоемкости сооружения.

В качестве штучных стеновых кладочных камней используют:

- керамический кирпич;
- силикатный кирпич;
- стеновые строительные блоки из ячеистого бетона (газобетон, пенобетон) (6) и пористого заполнителя (керамзитобетон, шлакобетон) (1).

#### *Керамический кирпич*

Керамический кирпич традиционный «классическим» строительный материал. Обладает необходимой прочностью, морозостойкостью, низкой теплопроводностью (по сравнению с плотным бетоном). Кирпич является самым распространенным материалом для возведения наружных ограждающих конструкций в промышленном и гражданском строительстве.

#### *Силикатный кирпич*

Силикатный кирпич – материал, созданный на основе гидротермального синтеза негашеной извести и кварцевого песка при автоклавном твердении. Физические характеристики близки к показателям керамического кирпича. Технология производства силикатного кирпича позволяет получить изделия с большой гаммой цветов и точной геометрии камня.

#### *Стеновые блоки из пено- и газобетона (ячеистого бетона).*

Стеновые блоки из пено- и газобетона (ячеистого бетона) применяют для возведения несущих и самонесущих наружных ограждающих конструкций с последующей отделкой покрытия от внешнего атмосферного воздействия (дождь, снег, и т.д.). Возведение несущих стен рекомендуется до пяти этажей, самонесущих в каркасных зданиях не зависимо от этажности, т.к. стена несет собственную нагрузку на высоте этажа, от пола до потолка.

Применение в строительстве стеновых блоков позволяет:

- увеличить полезную площадь помещений за счет уменьшения толщины стены;



- повысить производительность кладки объема стены в отличие от кладки из кирпича, возводимого того же объема конструкции стены.
- снизить себестоимость общестроительных работ по сравнению с использованием обычного кирпича до 40 %.

Высокая производительность и отсутствие необходимости использовать сложные и дорогостоящие грузоподъемные механизмы, уменьшение площади застройки, все это способствует резкому снижению удельной стоимости  $1 \text{ м}^2$  вновь возводимых и реконструкции зданий. Имея низкую теплопроводность и высокую паропроницаемость, стена - «дышит», что способствует регулированию уровня влажности в помещении и комфортности нахождения. Изделия из пено и газобетона не подвержены гниению, негорючие, имеют отличные теплоизоляционные качества. Ограждающие конструкции из блоков не требуют дополнительного ухода при эксплуатации, имеют высокую экологическую оценку.

#### *Из керамзитобетона*

Для производства керамзитобетонных блоков используются следующие компоненты: керамзит (вспененная и обожженная глина), цемент и вода. Спекшаяся оболочка гранулы керамзита придает ей прочность, а пористость легкость. Имея такой наполнитель, изделия обладают высокой прочностью и легкостью. Блоки из такого материала имеют более высокие звуко- и теплоизоляционные показатели, в отличие плотного бетона, а также обладают высокой химической стойкостью при воздействии агрессивных сред, как растворы сульфатов, едких щелочей, углекислоты и т.д. Наличие крупного пористого наполнителя значительно снижает вес возводимой ограждающей конструкции стены.

Керамзитобетон по сравнению с плотным бетоном обладает значительно выше структурной пористостью, отсюда снижается его физико-механические характеристики, как прочность и морозостойкость. Изделие на основе керамзитобетона имеет недостаток, обладает значительной хрупкостью, что так же приводит к сужению спектра его применения. У изделий из керамзитобетона высокая поверхностная пористость, что негативно отражается на его фотопоглощении, которое приводит к разрушению. Изделия из керамзитобетона применяют в несущих и самонесущих ограждающих конструкциях промышленного и гражданского строительства.

#### *Из шлакобетона*

Строительные блоки (шлакоблоки) получают при смешивании: золошлака, ТЭС, цемента и воды двумя способами формования: полусухое вибропрессование и заливка сырьевой смеси в формы (4).

Преимущество шлакобетона заключается в доступности его компонентов и низкой себестоимости изделий.

#### *Ячеистый бетон*

Монолитный ячеистый бетон (пенобетон и газобетон).

Искусственный каменный материал на основе минерального вяжущего, кремнеземистого компонента с равномерно-распределенными по объему воздушными порами, образованными в результате воздухововлекающих добавок.

В зависимости от технологии ячеистой структуры различают два типа ячеистого бетона: пенобетон и газобетон.

В пенобетоне поризация происходит в результате ввода пенообразующей добавки и вовлечения воздуха в сырьевую смесь с образованием воздушных пузырьков, а в газобетоне за счет реакции вещества и выделяемого газа, в результате химической реакции (порошкообразного алюминия), происходит поризации сырьевой смеси (2). В процессе образования и регулирования пористости получают ячеистые бетоны разной плотности и назначения.



Ячеистые бетоны делят на три группы:

- теплоизоляционные с плотностью в высушенном состоянии не более 500 кг/м<sup>3</sup>;
- конструкционно-теплоизоляционные с плотностью в высушенном состоянии 500 – 900 кг/м<sup>3</sup>;
- конструкционные с плотностью в высушенном состоянии 900 – 1200 кг/м<sup>3</sup>.

Вязущим компонентом в цементных ячеистых бетонах используется портландцемент.

Без цементные ячеистые бетоны (газо-пеносиликат) автоклавного твердения получают с использованием негашеной извести.

Таким образом физико-химические и физико-механические свойств ячеистых бетонов определяются рецептурным составом применяемых компонентов (вязущих и заполнителей), а также используемой технологией производства ячеистых бетонов.

Совместное применение извести, кремнеземистого компонента, и воздухововлекающих добавок при гидротермальном синтезе образуется искусственный камень ячеистой поровой структуры – пенобетон (3,5).

Пенобетон имеет закрытую поровую структуру, пузырьки воздуха внутри материала изолированы друг от друга, материал обладает более качественными тепло- и звукозащитными характеристиками в отличие от газобетона.

Помимо этого, пенобетон обладает определенными свойствами по сравнению с другими строительными материалами:

- экологическая чистота;
- огнестойкость;
- паропроницаемость;
- сорбционная влажность;
- долговечность

Изделия из семейства ячеистых бетонов обладают преимуществами физико-механических характеристик по сравнению с традиционными материалами, как тяжелый бетон, кирпич, дерево и т.д.:

- по физическим показателям- теплоизоляции, паропроницаемости, сорбционной влажности;
- по эксплуатационным показателям- экологичности, долговечности;
- по специальным свойствам- огнестойкости;
- по производительности- кладка из стеновых блоков ячеистых бетонных блоков выполняется в 4 раза быстрее, чем из кирпича;
- по себестоимости- до 40% дешевле, чем аналогичные из кирпича или монолитного бетона;
- по экологичности- имеется возможность утилизации и использования отвалов золы и шлака ТЭС при производстве золошлакобетонов.

Стоит отметить, применение изделий из ячеистых бетонов имеет громадную перспективу в современном строительстве. Их применение уменьшает норму-время строительства и себестоимость, улучшает эксплуатационные свойства возводимых объектов.

*Список литературы:*

1. Калашников, В. И. Терминология науки о бетонах нового поколения /В.И. Калашников // Строительные материалы. No 3. 2011. С. 103-106.
2. Дятлов, А.К. Композиционное вяжущее для мелкозернистых самоуплотняющихся бетонов/ А.К. Дятлов, А.И. Харченко, М.И. Баженов, И.Я. Харченко // Технология бетонов. – 2013, No3. – С. 40-43.



3. Касторных, Л.И. Добавки в бетоны и строительные растворы. Учебное пособие/ Л.И. Касторных// – Ростов-на-Дону: Феникс - 2005.–221 с.
4. Степанова, И.В. Разработка и применение новых зольсодержащих добавок для повышения качества бетонов разной плотности /И.В. Степанова//: Дис.канд.техн.наук, СПб.: ПГУПС. 2004
5. Изотов, В.С. Химические добавки для модификации бетона: монография /В.С. Изотов, Ю.А. Соколова. — М.: Казанский Государственный архитектурно-строительный университет: Издательство «Палеотип», 2006. — 244 с.
6. ГОСТ 25192-2012 «Бетоны. Классификация и общие технические требования»

