

ЯЧЕИСТЫЙ БЕТОН И ЕГО ПЕРСПЕКТИВЫ

Ячеистый бетон в России стал основным строительным материалом для создания ограждающих конструкций капитальных зданий менее чем за восемь лет. Сфера и способы его применения продолжают интенсивно расширяться. Бурно развиваются и технологии его производства. Это связано с ужесточением норм по энергосбережению зданий и одновременным увеличением цен на энергоносители.

Ячеистый бетон, по сути, — это поризованный строительный раствор, приготовленный из обычных природных компонентов. На известковом вяжущем готовят автоклавный газобетон (газосиликат), на портландцементном, как правило, пенобетон. Теплоизоляция камня, полученного из раствора, тем выше, чем больше пор и меньше плотность (но при этом и ниже прочность). Однако при одинаковой плотности эти параметры могут сильно отличаться. Чем мельче поры, целее оболочки и тоньше стенки, тем теплее материал (любой!). Прочность строительных растворов, в т. ч. поризованных, зависит от плотности материала, его структуры, вида вяжущего и, что самое главное, технологии его приготовления и созревания. Долговечность зависит от вида вяжущего и структуры материала (обеспечиваемой технологией).

Предельные возможности бетонов в зависимости от вида вяжущего проще наблюдать на примере более изученных плотных материалов.

1. Силикатный камень (например, силикатный кирпич). Морозостойкость — 15 ... 35 циклов, предельная прочность на сжатие — 200 кг/кв. см (после автоклавной обработки); температура разрушения — 400 °С. Силикатный бетон не применим в гидроконттактных условиях и несущих конструкциях при возможности пожара. Известковый раствор ввиду его низкой стоимости и простоты производства применяется уже более 2 000 лет.

2. С появлением портландцемента возникла возможность создания гидросооружений, долговечных подземных, мостовых и высотных несущих конструкций, трубопроводов подземного залегания, резервуаров питьевой воды. Далеко не предельная прочность — 1 000 кг/кв. см, температура разрушения — более 800 °С, морозостойкость — 300 и более циклов. Есть результаты испытаний опытных образцов, изготовленных с предварительной активацией компонентов, где показатели приведенных параметров увеличились в пять раз.

Ячеистые бетоны делятся на две основные группы: **газосиликат** — автоклавный ячеистый бетон, в больших объемах выпускаемый на мощных заводах германского производства, и **пенобетон** неавтоклавного твердения, производимый в основном на российском оборудовании в тех же объемах. Бурное развитие производства неавтоклавных ячеистых бетонов наряду с увеличением выпуска газосиликата обусловлено следующими факторами:

- низким начальным капиталовложением в организацию производства;
- меньшими энергозатратами за счет исключения процессов помола и автоклавной обработки;
- возможностью изготовления изделий и конструкций в заводских условиях и на стройплощадке;
- возможностью значительного повышения прочностных показателей неавтоклавных ячеистых бетонов во времени;
- параметрами, превосходящими газосиликат по жаростойкости, водопоглощению, морозостойкости и прочности.

Исследования показали, что прочность неавтоклавного ячеистого бетона через 3 — 3,5 месяца твердения увеличивается

ли. Факт истощения доступных топливных ресурсов планеты заставил Европу снижать уровень удельного расхода энергии с 50 до 20 ... 12 Вт · ч/(кв. м °С сут.). В России с 2000 г. введены нормы на снижение энергопотребления до 75 ... 50 Вт · ч/(кв. м °С сут.), что соответствует минимальным требованиям, существующим до «политики дешевых энергоресурсов».

Табл. 1. Классификация жилых зданий РФ по удельному расходу тепловой энергии системой теплоснабжения здания

Категория энергетической эффективности	Классы зданий	Уровень удельного расхода энергии E ₀ , Вт·ч/(кв. м °С сут.)
I	Здания по старому СНиП II-3-79 (ред.1986 г.)	150–100
II	Здания по первому этапу внедрения СНиП-3-79* (ред. 1995 г.) и МГСН 3.01.94 до 01.01.2000 г.	95–60
III	Здания по второму этапу внедрения нового СНиП II-3-79* (ред. 1995 г.) и МГСН 2.01.98 с 01.01.2000 г.	75–50
IV	Энергосберегающие технологии	30–25

Табл. 2. Average tests results of the foamed fibro-concrete brand D-400

Average density (средняя плотность) — 391 kg/m ³	Water resistance (водонепроницаемость) — W12
Heat conductivity (теплопроводность) — 0,098 W/m ² K	Compression resistance (прочность при сжатии) — 4,063 MPa
Frost-resistance (морозостойкость) — 164 cycles	Bending tensile strength (прочность при изгибе) — 4,68 MPa

в 1,2–1,6 раза, а через два года — более чем в два раза по сравнению с прочностью в 28-суточном возрасте (по данным НИИЖБ).

Необходимо отметить, что в России объемы выпуска ячеистых бетонов неавтоклавного твердения соизмеримы с выпуском автоклавных бетонов на заводах германского производства, но только за счет количества небольших предприятий, работающих на разном оборудовании и сырье и зачастую не выдерживающих рецептурный состав, плотность и технологию твердения. Отсюда нередко складывается мнение о пенобетоне, как о крайне нестабильном по качеству материалу.

С возникновением кавитационно-резонансных диспергаторов — оборудования, измельчающего компоненты одновременно с микропорообразованием и дисперсным армированием, — появился пенобетон нового поколения — **фибропенобетон**, позволяющий производить сплошные протяженные монолитные конструкции с повышенной тепло- и звукоизоляционностью. Оборудование исключает возможность ошибки дозирования компонентов, а особая структура материала повышает прочность и термическое сопротивление (по сравнению с принятыми стандартами), что подтверждается лабораториями разных регионов и стран. Тем не менее пенобетон не исчерпывает на этом своих физических возможностей и продолжает развиваться. В таблице 2 приведены результаты исследований, проведенных лабораторией Объединенных Арабских Эмиратов: фибропенобетон плотностью D400 изготовлен в г. Москве на кавитационно-резонансном диспергаторе.

Е. Р. ЧУМАКИН, тех. директор компании «Сармат-Торнадо»