

# КОНСТРУКЦИИ ИЗ ЛЁГКИХ БЕТОНОВ

*Столевич А.С., Макаров С.В., Суханов В. Г., Костюк А. И.,  
Столевич И. А., Лысенко Е. В., Водолагин Н. Д.*

Опережающее развитие конструкций из бетонов на пористых заполнителях обуславливается их высокой эффективностью, связанной с возможностью регулирования технологических и других свойств, при снижении массы зданий и сооружений. Возможность использования для их изготовления дешёвых местных заполнителей из отходов различных производств позволяет решать и проблему охраны окружающей среды.

Такие исследования проведены в ОИСИ (ныне ОГАСА), НИИЖБ, ГИСИ, НИИСМИ и др.. Выполненные научно-исследовательские, производственно-технологические и технико-экономические работы, их внедрение в производство убедительно показывают целесообразность более широкого использования карбонатных песков в различных бетонах (тяжёлых, облегчённых, лёгких на природных и искусственных крупных заполнителях) для сборного и монолитного строительства, что обеспечивает их качество и экономическую эффективность.

Действующие нормы (СНиП 2.03.01-84\*, Бетонные и железобетонные конструкции) не учитывают в полной мере специфических свойств лёгких бетонов на карбонатном песке, что снижает качество проектирования и расчёта конструкций.

Максимальный учёт свойств местных пористых заполнителей в сочетании с привязкой к конкретной технологии изготовления лёгких бетонов и уровнем её подготовки являются исходными для проектирования эффективных индивидуальных и типовых конструкций.

Дефицит мелких заполнителей для бетонов во многих регионах страны может быть восполнен путём широкого применения для их производства отходов камнепиления карбонатных пород (пористых известняков и известняков-ракушечников).

Пригодность карбонатных пород для получения песка определяется его прочностью, которая должна быть  $\geq 1,0$  МПа. Требования к пористым карбонатным пескам регламентируются РСТ УССР 5014-82. Модуль прочности карбонатного песка должен находиться в пределах 2...3,5. Содержание в песке зёрен крупностью 5...10 мм должно быть не более 5% по массе, отдельно глинистых частиц не более 1%.

В исследованиях использовали местный, фракционированный крупный заполнитель Кулиндоровского завода: керамзитный гравий и его - аналог кералитовый гравий, получаемый обжигом при высокой температуре гранул из морских и лиманских илов, разрабатываемых при ремонтно-эксплуатационном и капитальном дноуглублении подходных каналов и портовых акваторий. В качестве мелкого заполнителя применяли карбонатные пески Булдынского, Орловского и Главанского месторождений, получаемые путём дробления и отсева отходов камнепиления известняков-ракушечников (карбонатные породы), и кварцевый песок (для сопоставления).

В ходе выполнения исследований на каждом этапе применялся комплексный подход, включающий: изучение свойств исходных

материалов; назначение оптимальной рецептуры бетонов; назначение оптимальных технологических параметров; изучение свойств бетонита (бетон мелкозернистый на карбонатном песке), керамзитобетона и кералитобетона; изготовление и испытание опытно-промышленных партий различных конструкций из бетонов оптимальных составов.

Усредненные характеристики применяемых в разное время, периоды, этапы материалов: керамзит и кералит – фракция 5 - 20 мм, прочностью 2,9 - 3,15 МПа, насыпная плотность – 480 - 650 кгс/м<sup>3</sup>, водопоглощение – 13 - 15 %, объём межзерновых пустот – 35 - 40 %, марка по насыпной прочности – 500, 600, 700; карбонатные пески – 0 - 5 мм, модуль крупности – 2,6 - 2,97, насыпная плотность – 1100 - 1190 кгс/м<sup>3</sup>, плотность в цементном тесте – 2370 - 2430 кгс/м<sup>3</sup>; пустотность – 0,48-54 %, содержание глинистых частиц – 0,67 - 0,76 %, вяжущее – портландцемент марок 400, 500 и малоцементное известесодержащее вяжущее.

Для экспериментальных исследований, проводимых по методике планированного эксперимента, использовали близкие к Д- оптимальному планы Бокса-Бенкена 2<sup>3</sup>, 3<sup>3</sup>, В<sub>4</sub>, На<sub>5</sub> и др.

Основная цель исследования – экспериментально доказать техническую возможность применения мелкозернистого карбонатного бетона, керамзитобетона и кералитобетона на карбонатном песке в сборных и монолитных конструкциях различного назначения.

В соответствии с поставленной целью были решены задачи:

- получены экспериментальные данные об основных свойствах исследуемых бетонов и смесей с показателем подвижности ОК=6-18 см, предназначенных для сборных и монолитных конструкций; выявлено влияние основных рецептурно-технологических факторов на водопотребность, уплотняемость, расслаиваемость, изменение подвижности во времени смесей, а также на прочность, плотность, однородность по прочности и плотности, деформативность; показана возможность использования упрощённых линейных уравнений регрессий для определения этих характеристик;

- разработана методика оптимизации составов бетонов с учётом технологических параметров приготовления, транспортирования и уплотнения смеси; разработана методика комплексного подхода к оптимизации исследуемых бетонов, с учётом эксплуатационных и технологических требований к конструктивным элементам;

- получены удобные для практического пользования зависимости, позволяющие с 95 % надёжностью нормировать прочность, плотность, модуль упругости с учётом изменения их во времени, усадку, ползучесть, длительное сопротивление, предельные деформации сжатия, границы области микроразрушений в зависимости от основного обобщённого рецептурного фактора состава:

(В/ц + г);

- предложены рекомендации по учёту в расчётах особенностей прочностных и деформативных свойств, а также потерь предварительного напряжения от усадки и ползучести исследуемых бетонов;

- получены экспериментальные данные о прочностной однородности, несущей способности, трещиностойкости и деформативности крупных стеновых блоков, крупнопанельных стен и перекрытий, изготовленных по кассетной технологии, кругло-пустотных панелей перекрытий (обычных

и предварительно напряжённых), ребристых предварительно напряжённых плит перекрытий и других изгибаемых элементов при кратковременном и длительном действии нагрузки. Выявлены особенности работы указанных элементов и даны рекомендации по их учёту в расчётах.

- разработаны и изданы 1. Временные технические указания по производству и применению сборных многопустотных панелей из облегчённого мелкозернистого известнякового бетона (ВТУ 1-65).- Одесса, 1967. 2. Временные технологические условия на производство крупных стеновых бетонитовых блоков (ВТУ 04-67).- Кишинёв, 1969. 3. Блоки стеновые крупные из керамзитобетона (ТУ 69 УССР 004-72).- Киев, 1972. 4. Технические условия на производство крупных стеновых керамзитобетонных блоков. – Киев, 1972. 5. Блоки стеновые крупные из керамзитобетона. Технические условия ТУ 69 УССР 9-72. – Кишинёв, 1973. 6. Камни стеновые из известняков-ракушечников Калмыцких месторождений. Технические условия (ТУ 410-136-74). – Элиста, 1974. 7. Указания по применению стеновых камней из известняков-ракушечников Калмыцких месторождений в проектировании и строительстве (У-1К-74). – Элиста, 1974. 8. Плитки облицовочные из пресованного бетона на известняковом песке Чолун-Хамурского месторождения КАССР. Технические условия ТУ 410-163-78. – Элиста, 1979. 9. Блоки стеновые крупные керамзитобетонные пустотелые. Технические условия ТУ МССР 4-83.- Кишинёв, 1983. 10. Рекомендации по изготовлению конструкций и изделий из бетонов на природных пористых заполнителях. Госстрой АССР.- Ереван, 1984. 11. Рекомендации по производству и применению керамзитобетона на известняковом песке для конструктивных элементов жилых домов. – М: Стройиздат, 1986. 12. Рекомендации по учёту потерь предварительного напряжения от усадки и ползучести керамзитобетона на карбонатном песке. – М: Стройиздат, 1987. 13. Рекомендации по производству и применению конструкционно-теплоизоляционного керамзитобетона на карбонатном песке. – М: Стройиздат, 1988. 14. Рекомендации по учёту комплекса технологических и эксплуатационных параметров, оптимизирующих свойств конструкционного керамзитобетона на карбонатном песке. – М: Стройиздат, 1989. 15. Рекомендации по проектированию конструкций из керамзитобетона на карбонатном песке. – М: Стройиздат, 1990. 16. Плиты перекрытий железобетонные многопустотные на малоцементном известесодержащем вяжущем. Технические условия (ТУ 10.20 УССР 149-90). – Одесса, 1992. 17. Керамзитобетон на карбонатном песке в конструкциях жилых и общественных зданий. – М: Обзорная информация, № 1, 1990. 18. Керамзитобетон на карбонатном песке в монолитном домостроении. – М: Обзорная информация, № 3, 1990. 19. Лёгкий бетон на зольном гравии на малоцементном вяжущем. Технические условия (ТУ 00 ССРМ 01-90). 20. Лёгкие бетоны на основе керамзита. - Информ. листок. Одесский ЦНТИ, 1991. 21. Блоки стеновые крупные керамзитобетонные на малоцементном известе содержащем вяжущем. Технические условия (ТУ 10.20 УССР 64-89). – Одесса, 1992. 22. Панели наружные стеновые керамзитобетонные на малоцементном известе содержащем вяжущем. (ТУ 10.20 УССР 119-90). – Одесса, 1992. 23. Камни керамзитобетонные. Технические условия (ТУ 234-1272001-03-

93). - Одесса, 1993; 24. Блоки кералитобетонные стеновые крупные. Технические условия (ТУ 234-1272001-02-93). - Одесса, 1993; 25. Изделия и конструкции из кералитобетона. Информ. листок № 070-93. Одесский ЦНТИ и ЭИ. - Одесса, 1993; 26. Грунты илистые морские для производства кералитового гравия, щебня и песка. Технические условия (ТУ 234-1272001-01-91). - Одесса, 1993; 27. Гравий, щебень и песок кералитовые. Технические условия (ТУ 234-1272001-01-91). - Одесса, 93; 28. Плиты сплошные из бетона на основе кералита для перекрытий и покрытий жилых и общественных зданий. Технические условия (ТУ 234-1272001-05091). - Одесса, 1993; 29. Стыковое соединение наружных и внутренних стеновых панелей, а.с. № 1025821, 1983; 30. Вертикальный стык наружных стеновых панелей, «Привилегия» св. № 05555 25, 27.06.1982; 31. Вертикальный стык наружных стеновых панелей, а.с. № 949096, 1982; 32. Внутренний вертикальный стык наружных стеновых панелей, «Привилегия» св. № 05555531, 20.10.1992; 33. Антисейсмическая защита крупнопанельных зданий, «Привилегия» св. № 05555535, 06.12.1992;

- опубликовано по данной тематике более 150 научных статей в журналах, сборниках и материалах международных, всесоюзных, республиканских и других конференций.