

Технологические и экономические аспекты развития индустрии легких бетонов конструкционного назначения

Т.Ф. Чередниченко, А.М. Тамбовцев, В.Д. Чеснокова, М.Д. Журбенко

*Институт архитектуры и строительства Волгоградского государственного
технического университета*

Аннотация: Бетон обладает уникальными свойствами, позволяющими занимать лидирующие позиции на рынке строительных материалов. Конструкционные бетоны общего назначения используются для возведения зданий и сооружений, способных обеспечить достаточную прочность и упругость для несущих и ограждающих конструкций. Технологии производства бетона находятся в постоянном развитии, неразрывно связанном с решением важнейшей задачи – снижением массы строительных материалов, и, как следствие, снижением материалоемкости строительства.

Ключевые слова: капитальное строительство, конструкционный бетон, тяжелый бетон, легкий конструкционный бетон, ресурсосбережение, экономическая целесообразность использования легких бетонов.

Бетон был и остается основным строительным материалом на рынке стройиндустрии. Доступность сырьевой базы для изготовления бетона с возможностью использования вторичных материальных ресурсов местного локального производства значительно снижает материалоемкость производства, расширяет возможности совершенствования технологических процессов производства бетона, делая их ресурсосберегающими [1, 2]. Ни один строительный объект не обходится без использования бетона. Виды и классификация бетона представлены на рис. 1.

Строительный объект любого назначения (промышленный, гражданский, гидротехнический и т.д.) включает в себя ограждающие и несущие конструкции (сваи, балки, плиты перекрытия, фермы), которые обеспечивают необходимую прочность строительной конструкции. Поэтому тяжелые конструкционные бетоны, обладающие прочностью, долговечностью, стойкостью к негативным климатическим воздействиям, являются необходимым компонентом любого сооружения. Их недостаток –

значительный вес, требующий массивных фундаментов сооружения [1].



Рис. 1. – Виды и классификация бетона

Наибольший интерес из приведенной классификации (рис.1) представляют конструкционные бетоны, так как являются бетонами общего назначения для возведения зданий и сооружений, способных обеспечить достаточную прочность и упругость для несущих и ограждающих конструкций. К конструкционным бетонам относят бетоны ячеистые (средняя плотность составляет 600-1000 кг/см³), легкие (1200-2000 кг/см³), тяжелые (2200-2500 кг/см³).

Принято считать строительную бетонную смесь легким бетоном, когда в состав входят цемент, кварцевый песок, вода и крупные пористые заполнители неорганического происхождения (керамзит, известняк, пемза, туф), специальные наполнители неорганического происхождения. Легкие бетоны имеют пористую структуру за счет взаимодействия наполнителей с вяжущим компонентом, в результате которого выделяется кислород, наполняющий структуру бетона. Вследствие этого материал имеет относительно низкую плотность (удельная масса 1м³ менее 1,8 тонны). В

категорию легких бетонов входят шлакобетон, керамзитобетон, газобетон, пенобетон, полистиролбетон, а также полимербетон (рис. 2). Благодаря низкому весу, легкий бетон обладает высокой шумоизоляцией и теплоизоляцией.



Рис. 2. – Виды и классификация легких бетонов

Монолитное домостроение является областью, где используют легкие конструкционные бетоны [3]. Перспективы развития строительной отрасли неразрывно связаны с решением важнейшей задачи – снижением массы строительных материалов, и, как следствие, снижением материалоемкости строительства. Цель исследования - анализ возможности использования легких конструкционных бетонов в несущих конструкциях строительных объектов.

Наращивание темпов развития индустрии легких бетонов (конструкционного, конструкционно-теплоизоляционного назначения, высокопрочных легких бетонов) и замена ими равнопрочных тяжелых бетонов позволит снизить энергоемкость 1 м² наружной стены здания, что в свою очередь способствует снижению энергозатрат на изготовление (возведение) конструктивной системы зданий и сооружений. Решение экологической проблемы охраны окружающей среды в строительной отрасли

заключается в экономии природных сырьевых ресурсов, замене их в технологиях легких бетонов вторичными материальными ресурсами.

Использование вторичных материальных ресурсов (феррохромный шлак) в качестве заполнителя легкого бетона способствовало улучшению физико-механических свойств бетона, напрямую зависящих от показателей качества легких заполнителей [4]. Вулканический шлак в качестве заполнителя легкого бетона [5] придавал бетону лучшие механические и термические свойства в сравнении с традиционными составами. Авторы публикации [6] вводили в составы легких бетонов отходы полиолефинов в качестве экологически безопасного заполнителя. Удобокладываемость самоуплотняющегося легкого бетона изменилась в лучшую сторону на фоне роста химической стойкости при использовании нанокремнезема в составах легкого бетона [7].

Инновационным решением в технологиях легкого бетона на российском и международном строительных рынках является бетон с внутренним отверждением. Авторы работы [8] подчеркнули многофункциональность внутреннего отверждения, уменьшающего не только автогенную усадку и смягчение раннего растрескивания в высокоэффективном бетоне, но и возможность контроля и изменения характеристик бетона на протяжении его жизненного цикла. Сущность метода заключается в использовании легких заполнителей, предварительно насыщенных водой, которая хранится в порах частиц легкого заполнителя. Бетон с насыщенным легким заполнителем [9] в количестве 25 % по объему тяжелого заполнителя практически устранял автогенную усадку бетона. Водонасыщенный заполнитель являлся дополнительным источником воды при внутреннем отверждении. В работе [10] отмечается, что использование при внутреннем отверждении легкого заполнителя способствует приросту прочности бетона (более чем на 20 %) в сравнении с традиционными

составами.

Помимо технологических преимуществ использования легких конструкционных бетонов, важным является и экономический аспект. Сравнительный анализ показателей энергоэффективности конструкций несущих наружных стен с монолитным слоем из тяжелого и легкого бетона доказывает экономическую целесообразность замены материалов. На примере монолитного домостроения [11], авторами работы рассматривались два варианта конструкции несущего слоя – монолитный железобетон, и монолитный легкий железобетон. Рассматриваемые варианты удовлетворяют требованиям современного строительства по энергоэффективности (коэффициент термической однородности не менее 0,7, распределение теплового потока одинаково). Принятие конструктивного решения наружной стены с несущим слоем и перекрытием из легкого конструкционного бетона позволит снизить конструктивный слой стены на 21 % [11], что уменьшит сроки возведения конструкции за счет снижения ее материалоемкости (механоемкости). Это, в свою очередь, способствует снижению стоимости 1 м² жилья при обеспечении энергоэффективности монолитного жилого дома.

Поиск эффективных путей ресурсоэнергосбережения при создании и возведении конструктивных систем зданий и инженерных сооружений является актуальным и перспективным направлением развития технологий конструкционных бетонов. Повышение надежности и долговечности, безопасности в эксплуатации строительных объектов обусловлено комплексным использованием конструкционных легких бетонов при строительстве и техническом обслуживании зданий и инженерных сооружений.

Литература

1. Звездов, А.И., Фаликман, В.Р. Высокопрочные легкие бетоны в строительстве и архитектуре// Деловая слава России. 2010. № 4. С. 106-109.

2. Чередниченко Т.Ф., Тухарели В.Д., Абухба Б.А. Оптимизация зернового состава кварцевого песка – как фактор ресурсосбережения в строительстве// Инженерный вестник Дона, 2014, №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2016/3765

3. Смирнов А.С., Бирюков В.С., Чередниченко Т.Ф. Особенности и возможности конструкционного полимербетона в современном строительстве// Инженерный вестник Дона, 2021, № 6. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n6y2016/7030

4. Lihua Z., Yunsheng Z.; Chuanbei L., Laibao L., Kaijing, T. Study on microstructure and bond strength of interfacial transition zone between cement paste and high-performance lightweight aggregates prepared from ferrochromium slag// Constr. Build. Mater. 2017. № 142. pp. 31–41.

5. Bogas J.A., Cunha D. Non-structural lightweight concrete with volcanic scoria aggregates for lightweightfill in building's floors// Constr. Build. Mater. 2017. № 135. pp. 151–163.

6. Colangelo F., Cioffi R., Liguori B., Iucolano F. Recycled polyolefins waste as aggregates for lightweight concrete// Compos. Part B. 2016. № 106. pp. 234–241.

7. Guneyisi E., Gesoglu M., Ali Azez O., Oz H.O. Effect of nano silica on the workability of self-compacting concretes having untreated and surface treated lightweight aggregates// Constr. Build. Mater. 2016. № 115. pp. 371–380.

8. Henkensiefken R., Castro J., Kim H., Bentz D., Weiss J. Internal curing improves concrete performance throughout its life// Concrete in Focus. 2009. pp. 22-30.

9. Bentur A., Igarashi S.I., Kovler K. Prevention of autogenous shrinkage in high-strength concrete by internal curing using wet lightweight aggregates// Cement and Concrete Research, 2001. № 31 (11). pp 1587–1591.

10. Dayalan J., Buellah M. Internal curing of concrete using prewetted light

weight aggregates// International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology. 2014. № 3(3). pp. 10554-10560.

11. Фокин, К.Ф. Строительная теплотехника ограждающих частей зданий. М: Стройиздат, 1973. 287 с.

References

1. Zvezdov, A.I., Falikman, V.R. Delovaya slava Rossii. 2010. № 4. pp. 106-109.

2. Cherednichenko T.F., Tukhareli V.D., Abukhba B.A. Inzhenernyj vestnik Dona, 2014, №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2016/3765

3. Smirnov A.S., Biryukov V.S., Cherednichenko T.F. Inzhenernyj vestnik Dona, 2021, № 6. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n6y2016/7030

4. Lihua Z., Yunsheng Z.; Chuanbei L., Laibao L., Kaijing, T. Constr. Build. Mater. 2017. № 142. pp. 31–41.

5. Bogas J.A., Cunha D. Constr. Build. Mater. 2017. № 135. pp. 151–163.

6. Colangelo F., Cioffi R., Liguori B., Iucolano F. Compos. Part B. 2016. № 106. pp. 234–241.

7. Guneyisi E., Gesoglu M., Ali Azez O., Oz H.O. Constr. Build. Mater. 2016. № 115. pp. 371–380.

8. Henkensiefken R., Castro J., Kim H., Bentz D., Weiss J. Concrete in Focus. 2009. pp. 22-30.

9. Bentur A., Igarashi S.I., Kovler K. Cement and Concrete Research, 2001. № 31 (11). pp 1587–1591.

10. Dayalan J., Buellah M. International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology. 2014. № 3(3). pp. 10554-10560.

11. Fokin, K.F. Stroitel'naya teplotekhnika ograzhdayushchikh chastey zdaniy [Construction heat engineering of enclosing parts of buildings]. М: Stroyizdat, 1973. 287 p.