

# ОСОБЕННОСТИ РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА БЕТОНОВ ПОВЫШЕННОЙ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

проф. Екзарева Н.М., Одесская государственная академия строительства и архитектуры, г. Одесса  
д-р. Драпавок М.В., Восточноевропейский национальный университет им. В. Далия, г. Севериноцек

**Аннотация:** В статье представлены основные положения технологии сухого формирования железобетонных изделий с демпфирующими компонентами. Приведены результаты положительного влияния демпфирующих компонентов к добавкам на структуру бетона и его физико-механические характеристики.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** БЕТОН, СУХОЕ ФОРМОВАНИЕ, ПРОЧНОСТЬ, ЦЕМЕНТНАЯ МАТРИЦА, ДЕМПФИРУЮЩИЕ КОМПОНЕНТЫ, КРИСТАЛЛОГИДРАТНЫЙ СРОСТОК.

## 2. Проблематика вопроса

Бетон является наиболее сложным из всех искусственных материалов. Рост требований, предъявляемых к бетонам транспортных сооружений с учетом возрастающих динамических нагрузок на конструкции, приводит к тому, что не смотря на разнообразие материалов, которые применяются для производства железобетонных конструкций усложняется их выбор, для соответствия необходимому комплексу свойств. Такие задания не могут быть решены в полном объеме за счет синтеза новых видов модификаторов, так как это связано со значительными затратами. В связи с этим возникает необходимость поиска экономичных путей оптимизации свойств бетонов.

## 3. Предмет и методика исследования

Целью исследования является повышение долговечности бетонных и железобетонных конструкций специального назначения за счет модифицирования состава бетонной смеси для обеспечения полифункциональности процесса структурообразования бетона.

Состав и технология приготовления бетонных смесей определяют прочность и долговечность железобетонных конструкций, поэтому дальнейшее совершенствование производства конструкций предусматривает оптимизацию всей совокупности «состав – технология – структура – свойство». Бетон в силу неоднородности цементного камня, качества и распределения заполнителей имеет неуловимую структуру.

Одним из путей оптимизации структуры бетона является разработка модифицированных бетонов сухого формирования с демпфирующими компонентами. Актуальность проведенных исследований заключается в разработке технологии бетона сухого формирования с демпфирующими компонентами для сооружений транспортного назначения, которые будут эксплуатироваться в условиях действия агрессивных сред.

Особенностью способа сухого бетонирования заключается в том, что смесь из песка и заполнителей сначала укладывают в форму, уплотняют и подвергают теплообменной обработке, предварительно зафиксировав объем отформованного изделия. Такая технология устранит зависимость удобоукладываемости бетонной смеси от водопотребности песка и сроков схватывания цемента. Применение способа сухого формирования железобетонных изделий с демпфирующими компонентами позволяет повысить эксплуатационные характеристики бетона конструкции.

## 4. Сущность исследования

Исследование процессов твердения бетона сухого формирования с демпфирующими компонентами осуществлялось по определению прочности, деформативных характеристик и поровой структуры.

Отличительными признаками демпфирующих добавок являются их пониженные жесткостные характеристики, определяемые высокой пористостью материала. Вследствие в бетон таких добавок, снижающих концентрацию напряжений на границе раздела фаз с различными упругими характеристиками, существенно уменьшает размах колебаний и пределы изменений максимальной и минимальной деформации и напряжений в процессе разрушения бетона.

Суммируя известные результаты исследований связи структуры и прочности бетона, можно определить следующие пути оптимизации его структуры с целью повышения трещиностойкости, ударной стойкости и долговечности [1].

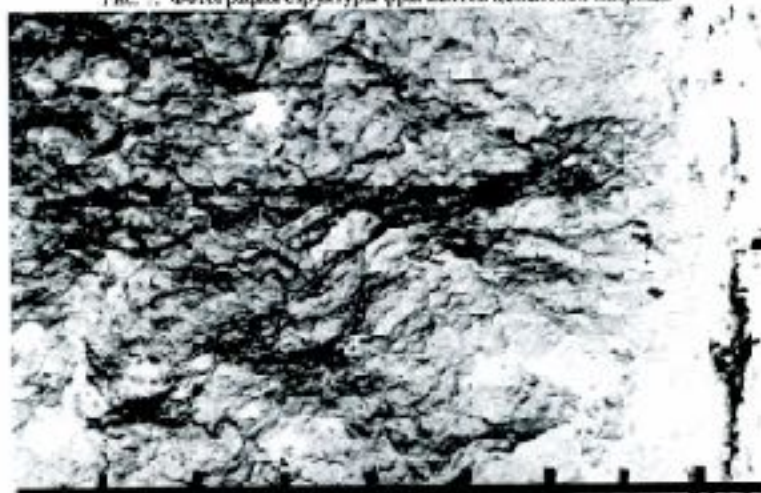
1. Снижение жесткости заполнителей бетона за счет использования плотных заполнителей средней жесткости (тапа известнякового щебня) и легких заполнителей (шлаковой пензы, керамзита). Однако указанные бетоны могут иметь пониженную по сравнению с тяжелыми бетонами на плотных и прочных заполнителях прочность при сжатии.
2. Снижение концентрации плотных заполнителей за счет замены крупного заполнителя цементно-песчаным раствором и мелкого – цементным камнем.
3. Повышение прочности сцепления заполнителя с цементным камнем за счет повышения чистоты и шероховатости поверхности плотных заполнителей, а также применения пористых заполнителей.
4. Использование бетонов на смешанных крупных и мелких заполнителях, а также комбинированных бетонов, в качестве вяжущих в которых используются портландцемент с минеральными добавками, шлакопортландцемент, пуццолановый и другие виды смешанных цементов.

Сущность способа сухого формирования заключается в том, что сухую бетонную смесь уплотняют в форме или опалубке и воск этого насыщают водой. Расход компонентов рассчитывают таким образом, чтобы обеспечить минимальную пустотность и снизить количество воды при насыщении смеси [2]. Основной технологической операцией способа сухого формирования является водонасыщение уплотненной смеси. Наиболее простой способ водонасыщения основан на использовании эффекта капиллярного подсоса и заключается в том, что форму с сухой смесью помещают в ванну с водой (пропитка снизу) или на поверхность смеси, укрытой какминимум фильтром, наливают слой воды (пропитка сверху). Фотографии структуры бетона сухого формирования представлены на рис. 1, 2.



увеличение  $\times 8000$

Рис. 1. Фотография структуры фрагментов цементной матрицы



увеличение  $\times 9000$

Рис. 2. Фотография бетона сухого формирования

Способность традиционного полнотелого бетона противостоять разрушению при многократном замораживании и оттаивании в насыщенном водой состоянии, обусловлена присутствием в его структуре резервных пор, не заполненных водой. Причем, эти поры создаются еще на стадии приготовления смеси и формирования изделия [3].

Бетон сухого формирования практически не содержит таких пор. Поэтому представляет интерес обоснование физической природы их высокой морозостойкости (табл. 1).

Таблица 1

Содержание деаэрирующего компонента, %	Диаметр вертел, мм	R <sub>сж</sub> , МПа, после числа циклов			
		0	100	150	200
0	150	39,3	39,8	39,2	37,8
35	150	48,2	48,3	43,6	47,1
0	300	37,5	51,3	35,8	36,4
30	300	45,8	47,0	45,2	46,0

Как видно из таблицы 1 морозостойкость сухотформованных бетонов резко возрастает с расходом цемента. При расходе цемента менее 300 кг/м<sup>3</sup> она не достигает 100 циклов, а свыше 400 кг/м<sup>3</sup> – превышает 500

циклов. Проникающая сухотформованной смеси жидким стеклом вместо воды повышает морозостойкость примерно в 1,5 раза.

Анализ полученных данных позволяет заключить, что увеличение содержания деаэрирующего компонента до 35...50% приводит к повышению морозостойкости и повышает

циклов. Проникающая сухотформованной смеси жидким стеклом вместо воды повышает морозостойкость примерно в 1,5 раза.

Анализ полученных данных позволяет заключить, что увеличение содержания деаэрирующего компонента до 35...50% приводит к повышению морозостойкости и повышает

динамический модуль упругости сухоотформованного бетона [4].

Одним из факторов, обеспечивающих высокую морозостойкость сухоотформованных бетонов, является самопроницаемое образование резервуаров воздуха в процессе твердения. Известно, что взаимодействие цемента с водой сопровождается увеличением объема цементного тела и уменьшением суммарного объема, занимаемого цементом и водой до гидратации. В результате поры, ранее представлявшие собой полости, сообщающиеся друг с другом через тонкие капилляры, оказываются расоблаченными цементной матрицей. Причем, цементная матрица вследствие контракции также имеет поры, но существенно меньших размеров. Эти поры заполнены воздухом, обеспечивающим ее из воды при расходе ее на гидратацию цемента [5].

Другим фактором, обеспечивающим морозостойкость сухоотформованных бетонов, является изменение свойств воды в лунках, капиллярах. Еще одним фактором, обеспечивающим морозостойкость бетонов вообще и сухоотформованных в частности, является повышение плотности цементной матрицы.

Сухоотформованные бетоны характеризуются очень низким – до 0,24 – водцементным соотношением, поэтому морозостойкость их при низких расходах цемента ниже, а при повышенных расходах значительно выше морозостойкости водозатворенных бетонов.

#### Выводы:

- по сравнению с радиальным прессованием сухое ферментание позволяет сократить время перемешивания бетонной смеси с 2,5 до 1,25 мин;
- сократить продолжительность уплотнения с 8 мин (время работы формующей головкой) до 30 с (время работы вибротолкачей);
- отказаться от прозрачной камеры за счёт разогрева сухой смеси при сушке и увлажнении, за счёт термосного выдерживания изделий и нагрева 75 мин в присутствии раствора жидкого стекла в качестве ускорителя схватывания;
- устранив потери бетонной смеси, составляющие при радиальном прессовании до 15% из-за осыпания за педаль и удаления. При сухом формовании форма не разъемная и всё, что отделилось от изделия от изделия при его выемке, остаётся в форме и участвует в формировании следующего изделия;
- использовать мелкие пески и крупные фракции крупного заполнителя, в результате чего снижается расход цемента до 15%. При радиальном прессовании, как известно, применяются только высококачественные бетонные смеси.

#### Литература:

1. Кожозов П.Г. Технологические свойства бетонной смеси с пластификатором Л-1 / Кожозов П.Г., Сычев М.М., Курашев М.И. Современная технология производства работ в строительстве. Материалы семинара. - Л. - 1983. - С. 33-37.
2. А.А. Гвоздев Прочность, структурные изменения и деформации бетона / А.А. Гвоздев // ВНИИЖБ Госстроя СССР. - М.: Стройиздат, 1987. - 299 с.
3. Курасова Л.П. Роль пористого заполнителя в формировании микроструктуры и прочностных свойств керамзитобетона. / Курасова Л.П. - М.: Стройиздат, 1978. - 176 с.
4. Рож С.М., Специальные бетоны. - 2-е изд., перераб. и доп. / Рож С.М., Рож Г.С. - М.: Стройиздат, 1983. - 279 с.
5. Хуторцов Г.М. Новый способ получения высокопрочных бетонов / Хуторцов Г.М. // Бетон и железобетон. - 1991. - № 4. - С. 18-20.
6. Glucklich J. the Strength of Concrete as a Composite Material / Glucklich J. / Mech. Beh. / Mater. Prop. Int. Conf. Mech. Behav. Mater. - Kyoto. - 1981. - Vol 4 - P. 164-172.
7. Shah S.P., Griffith Fracture Criterion and Concrete // J. Eng. Mech. Div. Proc. Amer. Soc. Civ. Eng. / Shah S.P., McCarry F.J. - 1961. - V. 97. - N 6. - P. 1663-1670.

