

УДК 666.972.16

ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСНОГО МОДИФИКАТОРА КЗБ НА СВОЙСТВА ПЕНОБЕТОНА

Байджанов Д.О., Жумагулова А.А., Дивак Л.А., Дилеев И.М., Шерстов А.И.
*Карагандинский государственный технический университет – вуз Первого Президента РК,
Караганда, e-mail: kargtu@kstu.kz*

Разработан состав комплексного модификатора на основе керамзита, золы-уноса тепловых электростанций и комплексной белково-протеиновой добавки. Изучено его влияние на такие свойства, как прочность, морозостойкость, стойкость к коррозии, удобоукладываемость и однородность бетонных смесей, жизнеспособность смесей. Предложена технология производства комплексного модификатора. Рассмотрены способы введения модификатора в бетонную смесь, на основании чего выбран двухстадийный способ введения модификатора. Подобран оптимальный тепловой режим обработки изделий. Рассмотрено улучшение поровой структуры модифицированного цементного камня. Прирост прочности пенобетона с модификатором, твердеющего в нормальных условиях, составляет 30% в сравнении с прочностью материала без добавки. Увеличение жизнеспособности бетонных смесей на 4–5 часов. Получение водоудерживающего эффекта в бетонных смесях со сниженным расходом воды (снижение расхода воды до 20%).

Ключевые слова: пенобетон, комплексный модификатор, керамзит, белково-протеиновая добавка

INFLUENCE OF COMPLEX MODIFIER – ECAP, TO FOAM CONCRETE PROPERTIES

Bajdzhanov D.O., Zhumagulova A.A., Divak L.A., Dileev I.M., Sherstov A.I.
*Karaganda State Technical University – university of The First President Republic of Kazakhstan,
Karaganda, e-mail: kargtu@kstu.kz*

Designed complex modifier composition based on expanded clay, fly ash of thermal power plants and complex protein additive. Studied influence on properties such as strength, frost resistance, corrosion resistance, workability and uniformity of concrete mixtures, the viability of mixtures. Offered the production technology of complex modifier. The methods of insertion modifier into the concrete mixture, whereby two-stage method of insertion modifier selected. Selected optimal thermal processing mode of products. Examined improving the pore structure of the modified cement stone. Increase the strength of foam concrete with a modifier which harden in normal conditions is 30% compared with the strength of the material without the additive. Increasing the viability of concrete mixtures by 4-5 hours. Getting the water-retaining effect in concrete mixtures with reduced water consumption (reduction of water consumption up to 20%).

Keywords: foam concrete, complex modifier, expanded clay, protein additive

Последние десятилетия ознаменовались значительными достижениями в теории и технологии бетона с применением различных добавок и модификаторов, позволяющих эффективно управлять процессом структурообразования и получать различные бетонные материалы с заданными свойствами. Также известно, что материал с высокой сопротивляемостью повышенным температурам и агрессивным средам является модифицированным и обладает высокими строительно-техническими свойствами [10].

Опыт приготовления эффективных комплексных полифункциональных модификаторов изложен в трудах В.Г. Батракова, М.И. Хигеровича, В.И. Соловьева, Д.О. Байджанова, Е.В. Ткач, С.М. Шарипова.

Актуальность поставленной задачи заключается в том, что улучшение строительно-технических свойств различных конструкционных материалов достигается использованием комплексного модификатора на основе керамзита, золы-уноса тепловых электростанций и комплексного белково-протеинового модификатора.

Вопросы технологии производства легких материалов на основе различных заполнителей нашли свое отражение в работах М.М. Митрохина, Г.А. Бужевича, М.З. Симонова, А.В. Волженского, С.М. Ицкова, С.М. Когана, М.М. Израелита, Б.Б. Вейнера и др [6].

Легкие бетоны имеют объемный вес не более 1800 кг/м³.

Легкий бетон является универсальным материалом, который применяется для стен, перекрытий, перегородок, покрытий зданий и других конструкций. Применение легкого бетона взамен кирпича и тяжелого бетона дает большие выгоды. Например, замена кирпича стен крупными панелями из легкого бетона приводит к уменьшению веса здания, сокращению трудоемкости возведения стен на 60–70% и к снижению стоимости монтажа по сравнению с кирпичной кладкой [1].

Теплоизоляционные легкие бетоны имеют невысокую среднюю плотность – ниже 500 кг/м³ и обладают также хорошими теплозащитными свойствами, так как в сухом состоянии их теплопроводность находится ниже 0,20 Вт/(м·К). Положительные

свойства теплоизоляционных легких бетонов позволяют использовать их в конструкциях как достаточно надежную теплоизоляцию [6].

Большинство добавок, улучшая одни характеристики бетонной смеси или бетона, не изменяют, а зачастую ухудшают другие характеристики. Для преодоления побочных эффектов используют комплексные добавки, состоящие из нескольких самостоятельных компонентов, например, суперпластификатора и микрокремнезема. Комплексные добавки многофункциональны и способны влиять сразу на несколько характеристик бетонной смеси и бетона [7, 8, 9].

Для приготовления комплексных модификаторов применяли:

- керамзит, отвечающий требованиям ГОСТ 9757-90;
- комплексный белково-протеиновый модификатор (КБПМ) ГОСТ 30459-96;
- золу-унос, ГОСТ ТУ 25818.

Основными качественными характеристиками пены являются:

- 1) кратность (K), представляющая отношение начального объема пены (V_n) к объему водного раствора пенообразователя (V_p);
- 2) устойчивость во времени.

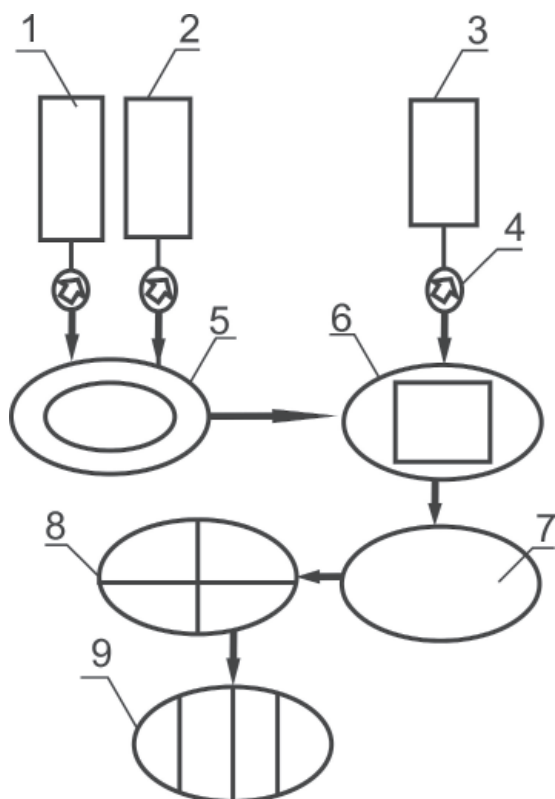


Рис. 1. Технологическая схема получения КВД:
1 – керамзит; 2 – зола-унос; 3 – КБПМ;
4 – дозатор; 5 – мельница; 6 – смеситель;
7 – сушильная камера; 8 – гранулятор;
9 – склад готовой продукции

Выбрана следующая технологическая схема получения комплексной добавки на основе керамзита, комплексного белково-протеинового модификатора (КБПМ) и отходов производства (зола-унос) [1].

Метод двухстадийного введения пены предусматривает строго определенную последовательность совмещения ингредиентов: пеноконцентрат совмещается с комплексной добавкой и тщательно перемешивается, затем получаемая с помощью пеноконцентрата и КБПМ модифицированная пена совмещается с цементом, который проявляет гидравлическую активность [2].

Пена, полученная из пеноконцентрата, подается в работающую бетономешалку со смесью минеральных компонентов. Пену дозируют по объему. Перемешивание пены и минеральных компонентов производят в течение 1–2 мин [2, 4].

Пенобетон (неавтоклавный) твердеет как в нормально-влажностных условиях, так и при термовлажностной обработке. В связи с тем, что бетоны с использованием золы гидроудаления медленно набирают прочность в нормально-влажностных условиях, рекомендуется пенобетоны подвергать пропариванию [1, 6].

Установлен оптимальный режим теплообработки в присутствии добавки-модификатора.

Согласно проведенным исследованиям, оптимальный режим твердения составляет 45°C , это обуславливается введением в пенобетон добавки-модификатора, а именно содержанием в ней необожженного вермикулита.

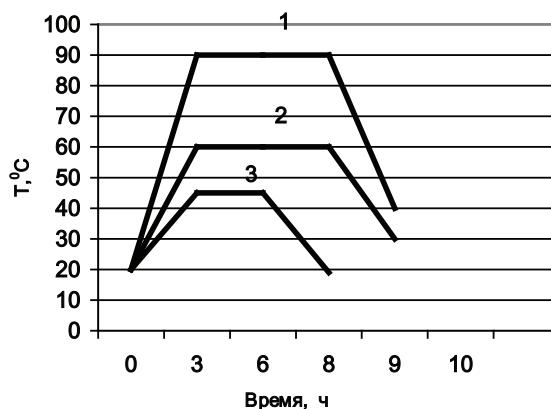


Рис. 2. Режим ТО пенобетона

При проведении дальнейших исследований при оптимально выбранном режиме в зависимости от плотности пенобетона $400\text{--}600\text{ кг/м}^3$ продолжительность выдержки изделий до пропаривания составляет 7–8 ч.

Известно, что многие свойства бетона зависят от качества поровой структуры цементного камня. Соотношение открытой

и закрытой пористости оказывает существенное влияние на свойства цементного камня, в том числе в условиях воздействия на бетон различных агрессивных сред. Оптимальная поровая структура цементных материалов должна соответствовать следующим требованиям:

– в отвердевшем бетоне должны преобладать микро- и макропоры с радиусом, не превышающим 10^{-4} см;

– необходимо по возможности ликвидировать наиболее крупные поры седиментационного происхождения;

– имеющиеся в цементном растворе микропоры должны быть преимущественно замкнутыми или тупиковыми [1, 6, 10].

Рассмотрено улучшение поровой структуры модифицированного цементного камня на примере состава с использованием добавки и бездобавочного состава. Добавка принята 2,0% от массы цемента.

Микропористость определяли с помощью метода ртутной порометрии [9]. Отмечается улучшение качества поровой структуры цементного камня после введения модификатора: наблюдается уменьшение радиуса пор до 60 мкм (преобладающие) против 75 мкм в возрасте 28 суток.

Применение комплексной вспучивающей добавки значительно улучшает структуру пор пенобетонного материала, что открывает большие возможности для производства качественных материалов [3, 11].

Прирост прочности пенобетона с модификатором, твердеющего в нормальных условиях, составляет 30% в сравнении с прочностью материала без добавки. Объясняется данный факт улучшением микропористой структуры цементного камня в присутствии комплексной добавки, что способствует образованию качественных ячеек пенобетонных изделий.

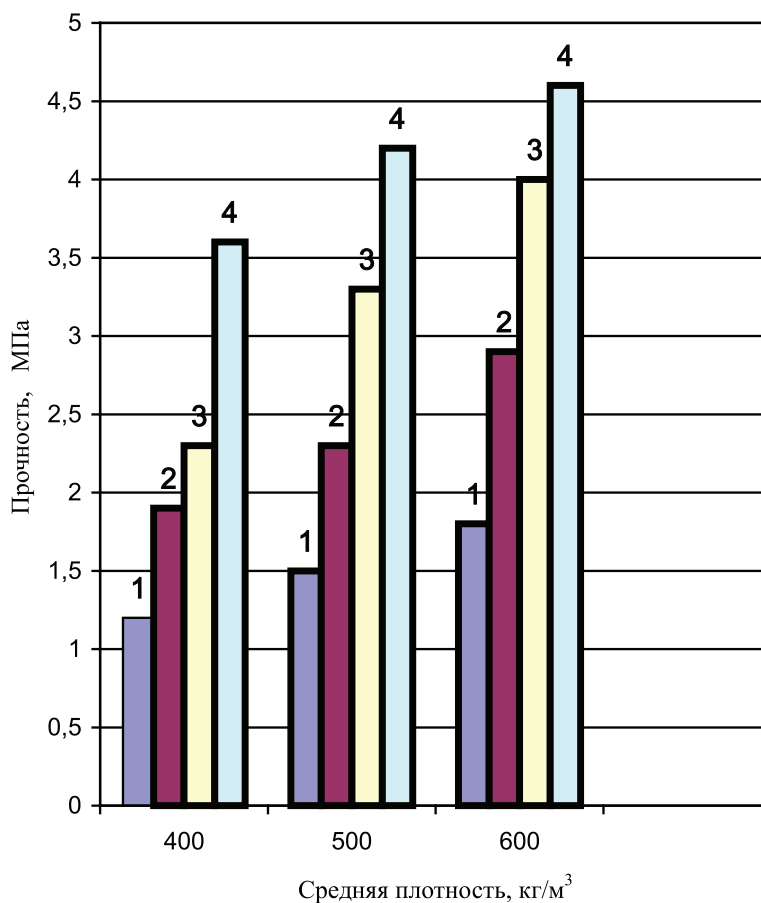


Рис. 3. Прочность и плотность пенобетона при различных методах приготовления: 1 – классический метод; 2 – метод двухстадийного введения пены; 3 – классический метод с добавкой; 4 – метод двухстадийного введения пены с добавкой

Анализ полученных данных показывает, что бетоны без добавок выдерживают 50 циклов попеременного замораживания и оттаивания, тогда как бетон с модификатором

выдерживает 65. Снижение прочности модифицированного пенобетона происходит медленнее, что указывает на потенциальные возможности модифицированных пенобетонов.

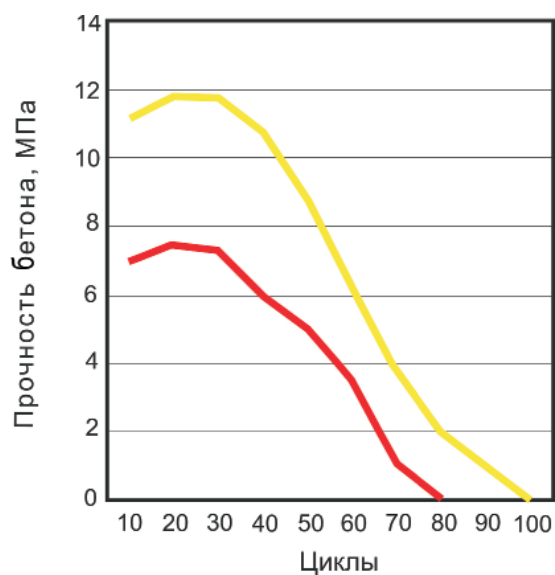


Рис. 4. Результаты испытаний пенобетона на морозостойкость:

1 – состав без добавок; 2 – состав с комплексным модификатором

Таким образом, в состав комплексной добавки входит ингредиент, обеспечивающий материалу гидрофобные свойства, снижая водопоглощение и увеличивая морозостойкость.

Модифицированный бетон существенно отличается основными физико-механическими свойствами по отношению к обычному бетону без добавок. При совмещении цемента с комплексной вспучивающейся добавкой ее ингредиенты создают защитный слой цементного клинкера и придают цементу не только устойчивость к повышенной температуре, но и улучшенные физико-механические свойства.

Применение модификатора в бетонных смесях позволяет получить следующие положительные результаты:

Реологические:

- улучшение удобоукладываемости и однородности бетонных смесей;

- получение водоудерживающего эффекта в бетонных смесях со сниженным расходом воды (снижение расхода воды до 20%);
- увеличение жизнеспособности бетонных смесей на 4–5 часов.

Физико-механические:

- увеличение прочностных характеристик бетона на 30–50%;

- получение бетонов с высокими показателями по морозостойкости и коррозионной стойкости;

- увеличение адгезии растворов и бетонов.

Список литературы

1. Баженов Ю.М. Технология бетона. – М.: Изд-во АСВ, 2002. – 501 с.

2. Дюсембинов Д.С. Пенобетонные изделия, полученные методом двухстадийного введения пены: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Алматы, 2009.

3. Касторных Л.И. Добавки в бетоны и строительные растворы: учебно-справочное пособие. // Ростов на Дону, Феникс, 2005. – 221 с.

4. Методические рекомендации по производству бетонных работ с применением суперпластификаторов и других эффективных добавок. – М., 1986. – 60 с.

5. Методы исследования цементного камня и бетонов // Успехи физических наук. – 1969. – Т. 99. – Вып. 44.

6. Портник А.А. Савиных А.В. Все о пенобетоне. – СПб., 2004. – 270 с.

7. Рагинов В.Б. Классификация добавок по механизму их действия на цемент // Шестой международный конгресс по химии цемента. – М.: Стройиздат, 1976. – Т. 2. – С. 18–21.

8. Рагинов В.Б., Розенберг Т.И. Добавки в бетон. – М.: Стройиздат, 1989. – 35 с.

9. Руководство по применению химических добавок в бетоне. – НИИЖБ Госстроя СССР. – М., 1980. – 57 с.

10. Соловьев В.И., Ергешев Р.Б. Эффективные модифицированные цементы. – Алматы: КазГосИНТИ, 2000. – 285 с.

11. Ткач Е.В. Модификаторы в строительной технологии: учебное пособие. // Караганды: КарГТУ. 2006. – 156 с.

12. Шарипов С.М., Байджанов Д.О., Касым Ш.Ж. Комплексное использование местных отходов промышленности для производства коррозионностойких мелкозернистых бетонов // Труды КарГТУ. – Караганда, 2001. – Вып. 1.

13. Шарипова А.А. Улучшение свойств теплоизоляционного пенобетона на основе комплексного модификатора КМВ: автореф. – Алматы, 2010.

References

1. Bazhenov Y.M. tehnologiya betona. M.: izdatelstvo asv, 2002. 501 p.

2. Dyusembinov D.S. Penobetonnye izdeliya, poluchennye metodom dvuxstadijnogo vvedeniya peny // avtoref. ...k.t.n. Almaty, 2009

3. Kastornyx L.I. Dobavki v betony i stroitelnye rastvory. uchebno-spravochnoe posobie. // Rostov na Donu, feniks, 2005. 221 p.

4. Metodicheskie rekomendacii po proizvodstvu betonnyx работ s primeneniem superplastifikatorov i drugix effektivnyx добавок. M., 1986. 60 p.

5. Metody issledovaniya cementnogo kamnya i betonov / uspehi fizicheskix nauk. 1969. t.99. vyp. 44.

6. Portik A.A. Savinyx A.V. Vse o penobetone. // Sanktpiterburg. 2004. 270 p.

7. Ratinov V.B. Klassifikaciya dobavok po mexanizmu ix dejstviya na cement // shestoj mezhdunarodnyj kongress po khimii cementa. M.: Strojizdat, 1976. t.2. pp. 18–21.

8. Ratinov V.B., Rozenberg T.I. Dobavki v beton. M.: Strojizdat, 1989. 35 p.

9. Rukovodstvo po primeneniyu ximicheskix dobavok v betone. niizhb gosstroya SSSR, M., 1980. 57 p.

10. Solovev V.I., Ergeshev R.B. Effektivnyye modifitsirovannyye cementy // Almaty: Kazgosinti, 2000. 285 p.

11. Tkach E.V. Modifikatory v stroitelnoj tehnologii: uchebnoe posobie. // Karagandy: KarGTU. 2006. 156 p.

12. Sharipov S.M., Bajdzhanov D.O., Kasym S.Z. Kompleksnoe ispolzovanie mestnyx otvodov promyshlennosti dlya proizvodstva korrozionnostojkix melkozernistyx betonov / trudy KarGTU. Karaganda, 2001. vyp.1.

13. Sharipova A.A. Uluchshenie svojstv teploizolyacionnogo penobetona na osnove kompleksnogo modifikatora kmv, avtoreferat. Almaty, 2010.

Рецензенты:

Утепов Е.С., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Строительство и ЖКХ» Карагандинского государственного технического университета, г. Караганда;

Жакулин А.С., д.т.н., профессор кафедры «Строительство и ЖКХ» Карагандинского государственного технического университета, г. Караганда.

Работа поступила в редакцию 15.01.2014.