

УДК 691.544

DOI: 10.31675/1607-1859-2020-22-1-133-139

*Е.Е. САБИТОВ, Д.С. ДЮСЕМБИНОВ, Д.О. БАЗАРБАЕВ,
Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева*

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ КОМПОЗИЦИИ БЕТОНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОЛИМЕРНОЙ ЭМУЛЬСИИ

В статье рассмотрены вопросы улучшения качества ячеистого бетона путем применения ряда технологических процессов, позволяющих значительно улучшить потенциал используемых компонентов и при этом получить материал с высокими качественными показателями.

Проведены исследования композиционного газобетона с улучшенными физико-механическими свойствами. Для получения высоких показателей качества в технологии применяли роторно-пульсационный аппарат, который, создавая высокочастотные колебания, сопровождающиеся кавитацией, обеспечил получение качественной эмульсии полимерного компонента и алюминиевой пудры. За счет качественного омыления газообразователь равномерно распределился по структуре раствора и вступил в реакцию с цементным вяжущим, создав равномерное поровое пространство. А полимерный компонент, обволакивая пору, обеспечил гидрофобность материала и усилил его прочность.

Ключевые слова: газобетон; модификатор; полимерный компонент; морозостойкость; теплоизоляция; эмульсия; диспергатор.

Для цитирования: Сабитов Е.Е., Дюсембинов Д.С., Базарбаев Д.О. Исследование свойств композиции бетона с использованием полимерной эмульсии // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2020. Т. 22. № 1. С. 133–139.

DOI: 10.31675/1607-1859-2020-22-1-133-139

*E.E. SABITOV, D.S. DUSEMBINOV, D.O. BAZARBAYEV,
L.N. Gumilyov Eurasian National University*

CONCRETE COMPOSITION PROPERTIES MODIFIED BY POLYMER EMULSION

The paper deals with the quality of gas concrete by using a number of process technologies that can significantly improve the potential of the added components. The proposed technology for composite gas concrete production improves its physical-and-mechanical properties due to the use of a rotary-pulsation apparatus, which creates high-frequency vibrations accompanied by cavitation and produced a high-quality polymer emulsion and the aluminum powder. Due to high-quality saponification, the gasifier evenly distributes in the concrete paste structure and reacts with the cement binder, thereby creating a uniform pore space. And the polymer emulsion envelopes pores and improves the material hydrophobicity and strength.

Keywords: gas concrete; modifier; polymer emulsion; frost resistance; thermal insulation; powder dispenser.

For citation: Sabitov E.E., Dusembinov D.S., Bazarbayev D.O. Issledovanie svoystv kompozitsii betona s ispol'zovaniem polimernoi emul'sii [Concrete composition properties modified by polymer emulsion]. Vestnik Tomskogo gosudarstven-

nogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2020. V. 22. No. 1. Pp. 133–139.

DOI: 10.31675/1607-1859-2020-22-1-133-139

В современных условиях развития строительства в Казахстане на фоне быстро развивающихся технологий ставится вопрос о внедрении новых перспективных технологий, в основе которых предполагается широкое использование местных сырьевых ресурсов и новых технологических приемов с целью получения высокоэффективных материалов.

Следовательно, вопрос обоснования и разработки экологической и безопасной технологии производства композиционных газобетонных изделий является актуальным.

Цель работы: исследование полимерной эмульсии для получения композиционного ячеистого бетона путем диспергирования компонентов. Для реализации поставленной цели решены следующие задачи:

- проведен научно-технический анализ актуальности разработанной технологии;
- определены методы получения эффективной полимерной эмульсии;
- разработана технология производства модификаторов для композиционного ячеистого бетона;
- обосновано применение разработанной эффективной полимерной эмульсии при производстве композиционного ячеистого бетона.

Методы исследования

Для определения эффективности добавок-модификаторов были проведены испытания прочности на сжатие (ГОСТ 10180–2012), водопоглощение по массе (ГОСТ 12730.3–78), теплопроводность (ГОСТ 7076–99). Были применены также методики, разработанные ведущими научно-исследовательскими институтами и университетами России и Казахстана – НИИЖБом, МГСУ, ВНИИжелезобетоном, НИИцементом, а также НИИСтромпроектом (г. Алматы) и др. [1–7].

Вопросы применения полимерного вяжущего в производстве композиционных ячеистых бетонов являются новым направлением и недостаточно хорошо изучены.

При решении проблемы эффективного совмещения полимерного компонента (ПВА), газообразователя (алюминиевой пудры) с минеральным вяжущим были учтены ряд вопросов взаимодействия водорастворимого полимера, алюминиевой пудры и цементного вяжущего.

На качество приготовленной эмульсии могут оказывать влияние способ диспергирования (эмульгирования) и температурный режим. Температурный режим был определен от 55 °С. Такая температура позволяет полимеру ПВА эффективно снять парафиновую пленку с поверхности алюминиевой пудры [8, 9].

В качестве диспергатора применяли роторно-пульсационный аппарат (РПА) представленный на рис. 1. Особенности работы аппаратов типа РПА изучены и апробированы [8, 9].

Основными факторами, которые определяют процесс эмульгирования в диспергаторе типа РПА, являются давление (0,5–1,0 МПа) и центробежное

воздействие (частота вращения ротора ~1200 об/мин). Эти факторы обуславливают возникновение в роторно-пульсационном аппарате высокочастотных колебаний, сопровождающихся кавитацией и гидродинамическими процессами, и тем самым позволяют получить качественную эмульсию [8, 9].



Рис. 1. Роторно-пульсационный аппарат РПА

Производство качественной эмульсии из водорастворимого полимера, воды и алюминиевой пудры для композиционного газобетона представлено на рис. 2.



Рис. 2. Схема получения качественной эмульсии полимера ПВА к производству композиционного газобетона

Согласно схеме приготовления полимерной эмульсии (рис. 2), на первом этапе алюминиевую пудру необходимо перемешать с полимерным компонентом, после чего на втором этапе совместно с водой провести через РПА. Данный процесс обеспечивает получение качественной полимерной эмульсии и высокий уровень омыления алюминиевой пудры. Также важно учитывать температуру воды, которая должна быть не ниже 55 °С, что обеспечит эффек-

тивное смешивание всех компонентов. Необходимо учитывать и количество всех компонентов при изготовлении эмульсии. Основной целью является:

1) получение легкорастворимой эмульсии полимера ПВА в воде затворения цементного вяжущего;

2) омыление поверхности алюминиевой пудры, которое позволяет улучшить контактную зону с цементным вяжущим и максимально вступить в химическую реакцию.

На основе проведенных исследований нами была разработана полимерная эмульсия для получения композиционного газобетона.

Принятый состав полимерной эмульсии и схема ее приготовления приведены в табл. 1 и на рис. 3.

Таблица 1

Состав полимерной эмульсии

Компоненты	Содержание, %
Водорастворимый полимер ПВА	40
Вода	20
Алюминиевая пудра	40

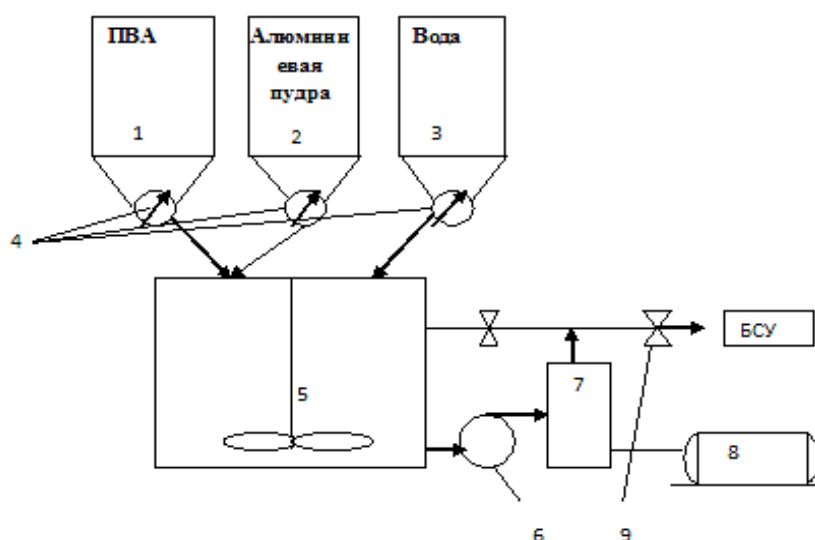


Рис. 3. Технологический процесс приготовления эмульсии:

1–3 – термообогреваемые бункеры ПВА, алюминиевой пудры и воды; 4 – дозаторы; 5 – термообогреваемый смеситель; 6 – насос; 7 – РПА; 8 – электродвигатель; 9 – вентиль

Приготовление эффективной эмульсии осуществляли в соответствии с рекомендациями различных ученых [9].

В бетоносмесительном цехе эффективную эмульсию, для омыления, совмещают с газообразователем (2). В данном случае полимерный компонент (1), помимо роли второго вяжущего вещества, выполняет функции

«омылителя», омыляя зерна алюминиевой пудры и нейтрализуя гидрофобные свойства парафиновой пленки на зернах газообразователя. Применение роторно-пульсационного аппарата (7) усиливает эффект омыления газообразователя за счет высокочастотных колебаний, сопровождающихся кавитацией, способствующих усилению процесса снятия парафиновой пленки с поверхности алюминиевой пудры.

При производстве композиционного газобетона выполняются следующие операции. В смеситель загружается цементное вяжущее, мелкий заполнитель и тщательно перемешивается с добавлением воды В/Ц 0,45 в течение 5–7 мин, после чего добавляется эффективная полимерная эмульсия. Полученная смесь распределяется по формам до определенного уровня в зависимости от проектируемой плотности изделия.

Композиционный газобетон, полученный на основе полимерной эмульсии, имеет ряд преимуществ:

1. При производстве газобетонных изделий исключается пыление алюминиевой пудры, влияющие на здоровье персонала завода-изготовителя.

2. Увеличивается количество выделяемого газа от химической реакции с цементным вяжущим, что обеспечивает максимальную эффективность алюминиевой пудры.

3. Полимерный компонент позволяет равномерно распределить алюминиевую пудру по всей структуре газобетонного раствора.

На рис. 4 представлена схема распределения компонентов композиционного газобетона.

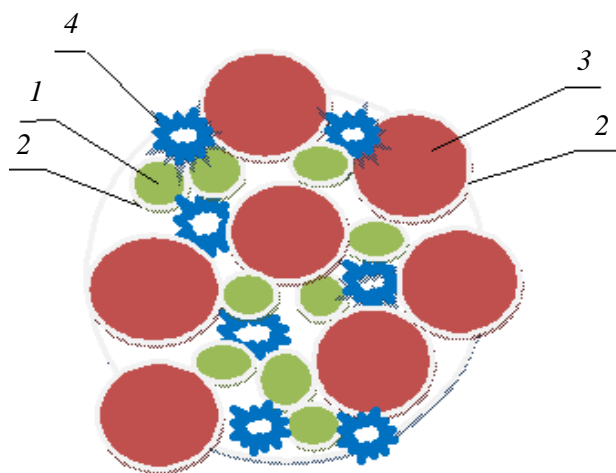


Рис. 4. Схема распределения компонентов композиционного газобетона с применением эффективной эмульсии полимера и газообразователя:

1 – частицы цементного вяжущего; 2 – полимерное вяжущее; 3 – песок; 4 – алюминиевая пудра

На рис. 4 видно, что полимерный компонент (2) обволакивает поверхность цементного вяжущего (1) и песка (3), создавая гидрофобную оболочку поровой структуры, обеспечивая тем самым низкие показатели водопоглоще-

ния, теплопроводности, увеличение прочности и морозостойкости. Омыленная поверхность алюминиевой пудры (4) эффективно вступает в контакт с частицами цементного вяжущего, образуя качественную поровую структуру. Результаты исследования физико-механических свойств композиционного газобетона представлены в табл. 2.

Таблица 2

**Качественные показатели композиционного газобетона
средней плотностью 600 кг/м³**

Газобетон	Предел прочности на сжатие $R_{сж}$, МПа	Водопоглощение, %	Коэффициент теплопроводности λ , ккал/ч·м ² ·°С при 20 °С
Композиционный	4,5	12	0,11
Традиционный	3	30,5	0,14

Представленные результаты табл. 2 свидетельствуют о том, что композиционный газобетон по прочности превышает традиционный на 33 %, водопоглощение ниже традиционного на 59 % и теплопроводность ниже традиционной на 27 %, что подтверждает эффективность предлагаемой технологии.

Выводы

Установлено, что совмещение газообразователя и полимерного компонента в роторно-пульсационном аппарате РПА способствует снятию с поверхности алюминиевой пудры парафиновой пленки. Помимо омыливающей способности полимерного компонента и температуры совмещения с водой, дополнительно на поверхность парафиновой пленки воздействуют высокочастотные колебания, сопровождающиеся кавитацией, что также способствует эффективному снятию пленки. Данные процессы значительно улучшают газообразующую способность алюминиевой пудры, а полимерный компонент, обволакивая структуру поры, обеспечивает гидрофобные свойства газобетону.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Баженов Ю.М.* Технология бетона. Москва : АСВ, 2011. 501 с.
2. *Ткач Е.В., Рахимова Г.М., Серова Р.Ф., Ткач С.А.* Получение эффективного модифицированного газобетона с использованием отходов промышленности и вторичного сырья // Международный журнал экспериментального образования. 2015. № 8-2. С. 41–46.
3. *Микульский В.Г., Сахаров Г.П., Козлов В.В.* Строительные материалы. Москва : АСВ, 2011. 520 с.
4. *Соловьев В.И.* Бетоны с гидрофобизирующими добавками. Алматы : Наука, 1990. 112 с.
5. *Соловьев В.И., Ергешиев Р.Б.* Эффективные модифицированные бетоны. Алматы : КазГосИНТИ, 2000. 285 с.
6. *Соловьев В.И., Серова Р.Ф., Ткач С.А.* Исследование пористости цементного камня, модифицированного комплексными органоминеральными модификаторами // Фундаментальные исследования. 2014. № 8 (часть 3). С. 590–595.
7. *Семенов В.С., Ткач Е.В., Ткач С.А.* Повышение гидрофизических свойств газобетона с использованием отходов промышленности // Научное обозрение. 2015. № 14. С. 194–196.

8. *Ткач Е.В., Ткач С.А., Серова Р.Ф., Стасилович Е.А.* Получение модифицированных газобетонных изделий на основе отходов промышленности и вторичного сырья // *Современные проблемы науки и образования (электронный журнал)*. 2015. № 1–2. С. 83–88.
9. *Tkach E.V., Semenov V.C., Tkach S.A., Rozovskaya T.A.* Highly effective water-repellent concrete with improved physical and technical properties // *Procedia Engineering 24th Sep. XXIV R-S-P Seminar – Theoretical Foundation of Civil Engineering*. 2015. P. 763–769.

REFERENCES

1. *Bazhenov Yu.M.* *Tekhnologiya betona [Concrete technology]*. Moscow: ASV, 2011. 501 p. (rus)
2. *Tkach E.V., Rakhimova G.M., Serova R.F., Tkach S.A.* Polucheniye effektivnogo modifitsirovannogo gazobetona s ispol'zovaniyem otkhodov promyshlennosti i vtorichnogo syr'ya [Modified gas concrete production based on industrial wastes and recyclable materials]. *Mezhdunarodnyy zhurnal eksperimental'nogo obrazovaniya*. 2015. No. 8-2. Pp. 41–46. (rus)
3. *Mikul'skiy V.G., Sakharov G.P., Kozlov V.V.* *Stroitel'nyye materialy [Construction materials]* Moscow: ASV, 2011. 520 p. (rus)
4. *Solov'yev V.I.* *Betony s gidrofobiziruyushchimi dobavkami [Concrete with water repellents]*. Almaty: Nauka, 1990. 112 p. (rus)
5. *Solov'yev V.I., Yergeshev R.B.* *Effektivnyye modifitsirovannyye betony [Effective concrete modification]*. Almaty: KazGosINTI, 2000. 285 p. (rus)
6. *Solov'yev V.I., Serova R.F., Tkach S.A.* Issledovaniye poristosti tsementnogo kamnya, modifitsirovannogo kompleksnymi organomineral'nymi modifikatorami [Porosity of cement paste with complex organic-mineral modifiers]. *Fundamental'nyye issledovaniya*. 2014. No. 8. Pp. 590–595. (rus)
7. *Semenov V.S., Tkach E.V., Tkach S.A.* Povysheniye gidrofizicheskikh svoystv gazobetona s ispol'zovaniyem otkhodov promyshlennosti [Hydrophysical properties improvement of gas concrete using industrial waste]. *Nauchnoye obozreniye*. 2015. No. 14. Pp. 194–196. (rus)
8. *Tkach E.V., Tkach S.A., Serova R.F., Stasilovich E.A.* Polucheniye modifitsirovannykh gazobetonnykh izdeliy na osnove otkhodov promyshlennosti i vtorichnogo syr'ya [Gas concrete products modified by industrial wastes and recyclable materials]. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya*. 2015. No. 1–2. Pp. 83–88. (rus)
9. *Tkach E.V., Semenov V.C., Tkach S.A., Rozovskaya T.A.* Highly effective water-repellent concrete with improved physical and technical properties. *Procedia Engineering 24th Sep. XXIV R-S-P Seminar 'Theoretical Foundation of Civil Engineering'*. 2015. Pp. 763–769.

Сведения об авторах

Сабитов Ерлан Енжислович, канд. техн. наук, доцент, Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, 010008, Республика Казахстан, г. Астана, ул. Сатпаева, 2.

Дюсембинов Думан Серикович, канд. техн. наук, доцент, Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, 010008, Республика Казахстан, г. Астана, ул. Сатпаева, 2.

Базарбаев Данияр Омарович, канд. техн. наук, доцент, Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, 010008, Республика Казахстан, г. Астана, ул. Сатпаева, 2.

Authors Details

Erlan E. Sabitov, PhD, A/Professor, L.N. Gumilyov Eurasian National University, 2, Satpaev Str., 010008, Astana, Republic of Kazakhstan.

Duman S. Dusembinov, PhD, A/Professor, L.N. Gumilyov Eurasian National University, 2, Satpaev Str., 010008, Astana, Republic of Kazakhstan.

Daniyar O. Bazarbayev, PhD, A/Professor, L.N. Gumilyov Eurasian National University, 2, Satpaev Str., 010008, Astana, Republic of Kazakhstan.