

ГАЗОБЕТОН АЛУУ ҮЧҮН КУРАМДУУ БИРИКТИРҮҮЧҮ ЖАНА КӨМҮРТЕК НАНОМАТЕРИАЛЫН КОЛДОНУУ

Әжен Н.М.¹, Акмалайулы К.²

¹студент, ajennurbek789@gmail.com; kakmalaev@mail.ru

²профессор, Satbayev University. Алматы, Республика Казахстан

Кыскача. Портландцемент менен унос күлүн биргелешип майдалоо жолу менен алынган курамдуу бириктиргичтерди алуу боюнча изилдөөлөрдүн натыйжалары келтирилген. Анын негизинде курамдуу бириктиргичти жана газобетонду өзгөртүү үчүн жогорку өндүрүмдүү орнотууда плазмохимиялык жол менен алынган көмүртек наноматериалы колдонулган. Өзгөртүлгөн көмүртек наноматериалы плазмохимиялык синтез процессине портландцемент кошулганда алынган. Портландцементтин бөлүгүн курамдуу бириктиргичтеги унос күлүнө алмаштыруу портландитти байлап, кальций гидросиликаттарынын кошумча пайда болушуна өбөлгө түзөт. Көмүртектин наноматериалын колдонуу баштапкы портландцементтин жана курамдуу бириктиргичтин күчүн арттырат. Цементтин инфракызыл спектроскопиясынын жана курамдуу бириктиргичтин маалыматтары күлдү колдонууда кальций гидросиликаттарынын кошумча пайда болушун көрсөтөт. Автоклавсыз газобетондун курамы физикалык-механикалык көрсөткүчтөрү жакшыртылган курамдуу ачытуучу жана көмүртек наноматериалын колдонуу менен изилденген. Газобетондун курамын кургатууда бекемдиктин, жылуулук өткөрүмдүүлүктүн жана кичирейүүнүн көрсөткүчтөрү аныкталды. Электрондук микроскопиялык анализди колдонуу менен күл-унос жана көмүртек наноматериалы менен курамдуу бириктиргичти колдонууда газобетондун көзөнөктүүлүк структурасынын өзгөрүшү көрсөтүлөт. Тешикчелердин көлөмүнүн жана бирдей бөлүштүрүлүшүнүн өзгөрүшүн далилдеген газобетондордун көңдөйлүгүн сандык баалоо жүргүзүлдү.

Ачык сөздөр: портландцемент, күл уноса, көмүртек наноматериалы, курамдуу бириктирүүчү, газобетон, физикалык-механикалык мүнөздөмөлөр, көзөнөктүүлүк.

ПРИМЕНЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ ВЯЖУЩИХ И УГЛЕРОДНОГО НАНОМАТЕРИАЛА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ГАЗОБЕТОНА

Әжен Н.М.¹, Акмалайулы К.¹

¹студент, Satbayev University. г. Алматы, Республика Казахстан

²профессор, E-mail: ajennurbek789@gmail.com; kakmalaev@mail.ru; kakmalaev@mail.ru

Аннотация. Приведены результаты исследований по получению композиционных вяжущих, полученных путем совместного помола портландцемента и золы уноса. Для модификации композиционного вяжущего и газобетона на его основе был использован углеродный наноматериал, полученный плазмохимическим способом на высокопроизводительной установке. Модифицированный углеродный наноматериал был получен при добавлении портландцемента в процесс плазмохимического синтеза. Замена части портландцемента на золу уноса в композиционном вяжущем способствует дополнительному образованию гидросиликатов кальция за счет связывания портландита. Использование углеродного наноматериала способствует увеличению прочности как исходного портландцемента, так и композиционного вяжущего. Данные инфракрасной спектроскопии цемента и композиционного вяжущего свидетельствуют о дополнительном образовании гидросиликатов кальция при использовании золы-уноса. Исследованы составы неавтоклавного газобетона с применением композиционного вяжущего и углеродного наноматериала с улучшенными физико-механическими показателями. Определены

показатели прочности, теплопроводности и усадки при высыхании составов газобетона. С применением электронной микроскопического анализа показано изменение структуры пористости газобетона при использовании композиционного вяжущего с золой-уноса и углеродного наноматериала. Проведена количественная оценка пористости газобетонов, доказывающая изменение размера и равномерности распределения пор.

Ключевые слова: портландцемент, зола-уноса, углеродный наноматериал, композиционное вяжущее, газобетон, физико-механические характеристики, пористость.

APPLICATION OF COMPOSITE BINDERS AND CARBON NANOMATERIAL TO PRODUCE AERATED CONCRETE

Azhen N.¹, Akmalaiuly K.²

¹student, Satbayev University. Almaty, Republic of Kazakhstan

²professor, ajennurbek789@gmail.com; kakmalaev@mail.ru; rukakmalaev@mail.ru

Annotation. The results of studies on the production of composite binders obtained by joint grinding of Portland cement and fly ash are presented. To modify the composite binder and aerated concrete based on it, a carbon nanomaterial obtained by plasma chemical method at a high-performance installation was used. The modified carbon nanomaterial was obtained by adding Portland cement to the plasma chemical synthesis process. The replacement of a part of Portland cement with fly ash in a composite binder contributes to the additional formation of calcium hydro silicates due to the binding of portlandite. The use of carbon nanomaterial contributes to an increase in the strength of both the initial Portland cement and the composite binder. The data of infrared spectroscopy of cement and composite binder indicate the additional formation of calcium hydro silicates when using fly ash. The compositions of non-autoclaved aerated concrete with the use of composite binder and carbon nanomaterial with improved physical and mechanical properties are investigated. The indicators of strength, thermal conductivity and shrinkage during drying of aerated concrete compositions are determined. Using electron microscopic analysis, a change in the porosity structure of aerated concrete is shown when using a composite binder with fly ash and a carbon nanomaterial. A quantitative assessment of the porosity of aerated concrete has been carried out, proving a change in the size and uniformity of the pore distribution.

Key words: Portland cement, fly ash, carbon nanomaterial, composite binder, aerated concrete, physical and mechanical characteristics, porosity.

Введение

Газобетон популярный материал, который прекрасно подходит для малоэтажного строительства. Для того, чтобы дом из газоблоков был теплый и уютный, нужно правильно определить толщину стены. На первом этапе решается: будет дом строиться с утеплителем или без? И, желательно, к расчетам теплоэффективности данного дома добавить расчет точки росы. Точка росы в газобетоне показывает, при какой температуре произойдет конденсация пара в воду.

Ячеистые бетоны отличаются тем, что имеют замкнутые воздушные поры, распределенные по всему объему материала. Благодаря такой уникальной структуре, газобетон имеет ряд особых физико-технических свойств. Это высококачественный, теплый и экологичный материал. Он обладает всеми преимуществами бетона, но при этом прост в обработке и работе. Поэтому он часто применяется для возведения стен сложной формы.

Особенностью газобетонных блоков является точность их размеров и правильность формы. Из-за этого укладывать его очень легко и быстро. Шершавость поверхностей блоков облегчает их последующую обработку. Важная особенность материала - его прекрасные звукоизоляционные и теплоизоляционные свойства, пожаробезопасность и экологичность.

На показатель точки росы влияют влажность воздуха и температура внутри и снаружи помещения. В идеале, показатель точки росы должен быть за пределом газобетона или ближе к наружной стороне стены. Конденсат будет приводить к постепенному разрушению материала и ухудшению теплопроводных характеристик.

Актуальной задачей при изучении цементных композитов в настоящее время является возможность использования вторичного сырья в производстве композиционных вяжущих [1]. Комплексное использование наноразмерных обавок при модификации цементных композитов, в том числе для газовых плит, позволяет значительно улучшить физико-механические свойства и изменить структуру композита [2-4]. Опыт использования углеродных наноматериалов в технологии цементных композитов показывает, что степень их влияния на структуру, фазовый состав и свойства композита оказывает форма и поверхность наночастиц, степень распределение по объёму материала [5-8].

В проводимых исследованиях для получения неавтоклавного газобетона использовались следующие материалы: портландцемент марка М300, зола-уноса Кустанайской ГРЭС, известь 2-го сорта, алюминиевая пудра, углеродный материал. Углеродный материал получен на высокопроизводительной установке для синтеза нанодисперсных веществ на основе углерода. Для модификации добавок в состав графитовых стержней был введен портландцемент в количестве до 5 %. Введение цемента объясняется тем, что полученная после плазмохимической обработки нанодисперсная добавка цемента в составе материала будет являться кристаллической затравкой для гидратных новообразований, полученных при гидратации цемента.

В ходе исследования были рассмотрены зависимость прочности портландцемента и композиционного вяжущего с золой-уноса в количестве 30% с добавлением в состав углеродного наномодификатора (УНМ). Введение углеродного наноматериала в количестве 0,1 % приводит к увеличению прочности портландцемента и композиционного вяжущего на 15-20%.

Изменение физико-механических свойств композиционных вяжущего связано с изменением структуры цементного камня. Зола-уноса при совместном помоле с портландцементом выступает в роли активной минеральной добавки, участвуя в структурообразование композиционных вяжущих веществ.

Для оценки влияния золы-уноса на структурообразование композиционного вяжущего был проведен ИК-спектральным анализом, доказывающий изменение фазового состава.

Анализ ИК-спектров показал, что при введении золы-уноса происходит изменение интенсивности полосы поглощения в интервале частот 1000-1100 см, которые соответствуют колебаниям Si-O связей, что связано с образованием гидросиликатов кальция. Это свидетельствует об изменении процесса гидратации портландцемента при введении золы-уноса и образовании дополнительного количества гидросиликатов кальция. Смещение частот полос поглощения, соответствующих гидросиликатам кальция, говорит о том, что образующиеся структуры отличаются от традиционных.

При проектировании состава неавтоклавного газобетона была выбрана марка по средней плотности D700 и проведено сравнение составов с исходным портландцементом, композиционным вяжущим с золой-уноса 30% и УНМ (табл. 1).

Результаты экспериментов свидетельствуют о том, что плотность для четырех исследуемых составов лежит в интервале от 740 до 780 кг/м³ (D700). Введение углеродного наноматериала приводит к незначительному повышению прочности газобетона. При введении и углеродного наноматериала наблюдается увеличение прочности газобетона как в ранние (7 сут), так и в поздние (14, 28 сут) сроки твердения. Для составов с обычным портландцементом и с композиционным вяжущим увеличению прочности составило примерно 50 % по сравнению с контрольными составами. Это связано с интенсивным образованием высокоосновных гидросиликатов кальция при одновременном введении углеродных наноматериалов, что приводит к изменению пространственной структуры, плотности и прочности образующегося газобетона

Важным качественным параметром газобетона является усадка при высыхании. Известно, что ячеистые бетоны дают очень большую усадку. Результаты исследований подтверждают известные теории о том, что на композиционном вяжущем величина усадки значительно сокращается по сравнению с контрольным цементным составом.

Исследования теплопроводности газобетона показали, что при использовании композиционного вяжущего коэффициент теплопроводности снижается на 10-15 %, Это связано с наличием в составе золы-уноса полых микросфер, способствующих улучшению теплофизических параметров. Введение углеродного наноматериала приводит к незначительному снижению коэффициента теплопроводности, что связано с изменением структуры газобетона: он также способствует изменению степени и характера пористости [9-11].

Важным показателем, характеризующим поровую структуру, является толщина меж-поровых перегородок ячеистого бетона, которая объединяет три параметра: толщину перегородки (величину сечения в наиболее тонкой части), равномерность сечения по периметру поры (неоднородность сечения пределах одной поры) и неоднородность толщин перегородок в объеме материала [12-14].

Создание микрооднородной межпоровой перегородки газобетона с равномерным распределением высокодисперсных продуктов гидратации композиционного вяжущего обеспечено гранулометрией вяжущего, морфологией и генезисом тонкодисперсных минеральных добавок и введением углеродного наноматериала.

Количественная оценка пористой структуры газобетона свидетельствует о предпочтительной пористости газобетона на композиционном вяжущем с введением углеродного наноматериала (табл. 1).

Таблица 1 - Характеристики пор газобетона в зависимости от вида вяжущего и углеродного наноматериала

Состав газобетона	Характеристики пористости	Средний диаметр пор, мкм
	Общая пористость, %	
Портландцемент	63	71
Портландцемент +УНМ	72	129
Портландцемент +УНМ	67	58,66
Портландцемент +зола унос+УНМ	75	82,6

Анализ данных пористости газобетона свидетельствует о снижении среднего диаметра пор при введении углеродного наноматериала при незначительном увеличении общей пористости.

Практические исследование и выводы: В результате проведенных исследований можно сделать следующие выводы: при введении углеродного наноматериала наблюдается увеличение прочности газобетона как в ранние (7 сут), так и поздние (14. 28 сут) сроки твердения. Для составов с обычным портландцементом и композиционным вяжущим увеличение прочности составило примерно 50 % по сравнению с контрольными составами:

- применение композиционного вяжущего приводит к снижению усадки при высыхании газобетона по сравнению с контрольным цементным составом;
- паление углеродного наноматериала приводит к снижению коэффициента теплопроводности, что связано с изменением структуры газобетона.

Таблица 1 - Свойства газобетонов, модифицированных УНМ

Характеристика	Вид вяжущего			
	ПЦ	ПЦ+УНМ	ПЦ+зола+уно са	ПЦ+зола+уно са+ УНМ
Средняя плотность кг/м ³	760	780	740	760
Прочность при сжатии, МПа, в возрасте: 7 суток 14 суток 28 суток	1,39	2,05	1,18	1,96
	1,58	2,34	1,49	2,21
	1,86	2,9	1,81	2,6
Усадка при высыхании, мм/м	6,0	4,5	2,9	2,5
Коэффициент теплопроводности, Вт/(м*°С)	0,113	0,07	0,105	0,08

Заключение:

Углеродный наноматериал способствует изменению степени и характера пористости. Количественная оценка пористой структуры газобетона свидетельствует о предпочтительной пористости газобетона на композиционном вяжущем с введением углеродного наноматериала. Меняется также структура пористости, углеродный наномодификатор способствует снижению открытой пористости увеличению количества замкнутых пор.

Применение этого материала оправдано и с точки зрения энергосбережения. Благодаря особой структуре материала, состоящей из небольших воздушных ячеек, теплоизоляция увеличивается в 6-10 раз, в сравнении с применением кирпича или обычного бетона. Благодаря этому строения из газобетона теплые зимой и прохладные в жару, а расходы по отоплению и кондиционированию заметно сокращаются. Пористость материала обуславливает также и хорошую звукоизоляцию стен из него. А так как материал является неорганическим, то он является негорючим.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Акматаев К.А.** Влияние вида гидравлической добавки на свойства гипсоцементно-пуццоланового камня. Новосибирск, Известия ВУЗов, №3, 2002 г.
2. **Баженов Ю.М., Александрова О.В., Нгуен Дык Винь Куанг, Булгаков Б. И., Ларсен О.А., Гальцева Н.А., Голотенко Д.С.** Высокопрочный бетон из материалов Вьетнама // Строительные материалы. 2020. N 3. С. 32-38. DOI: <https://doi.org/10.31659/0585.430X-2020-779-3.32-38>
3. **Лесовик, В.С., Абсиметов М.В., Елистраткин М.Ю., Поспелова М.А., Шаталова С.В.** К вопросу изучения особенностей структурообразования композиционных вяжущих для неавтоклавных газобетонов // Строительные материалы и изделия 2019. Т. 2. №3. С. 41-47
4. **Красиникова Н. М., Кириллова Е.В., Хозин В.Г.** Вторичное использованное бетонного лома в качестве сырьевых компонентов цементных бетонов // Строительные материалы. 2020. № 1-2. С. 56-65. DOI:<https://doi.org/10.31659/0585-430x-2020-778-1-2-56-65>
5. **Fediuk R., Baranvo A., Mosaberpanah M., Lesovik V.** Link of self-compacting fiber concrete behaviors to composite binders and superplasticizer // Journal of Advanced Concrete Technology. 2020. Vol. 18. No. 3, pp. 67-82. DOI: 10.3151/jact.18.54
6. **Тотурбиев Б.Д., Мамаев С.А., Тотурбиев А.Б.,** Композиционные вяжущие вещества из промышленных отходов // Геология и геофизика Юга России. 2019. Т. 9. №4. С. 140-148. DOI: 10.23671/VNC/2019.4.44539
7. **Акматаев К.А.** Қоспаның аралас байланыстырғышқа тигізетін әсері. Алматы, Известия химии НАН РК, №3, 2001, С. 68-69.
8. **Федорова Г.Д., Скрябин А.П., Александров Г.Н.** Исследование влияния оксида графена на прочность цементного раствора // Строительные материалы. 2019. № 1-2. С. 16-22. DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430x-2019-767-1-2-16-22>
9. **Нелюбова В.В. Подгорный И.И., Строкова В.В., Пальшина Ю.В.,** Автоклавный газобетон с наноструктурированным // Строительные материалы 2016. N4 С. 72-75.
10. **Леонтьев С.В., Голубев В.А., Шаманов В.А., Курзанов А.Д., Яковлев Г.И., Хазеев Д.Р.**
11. **Волженский А.В.** Изготовление изделий из неавтоклавного газобетона // Строительные материалы. - 1993. -№8.
12. **Удачкин И.Б.** и др. Повышения качества ячеистобетонных изделий путем использования комплексного газообразователя // Строительные материалы. - 1983. -№6.
13. **Лотов В.А., Митина Н.А.** Особенности технологических процессов производства газобетона // Строительные материалы. - 2000. -№4.
14. **Завадский В.Ф., Косач А.Ф.** Производство стеновых материалов и изделий.- Новосибирск :НГАСУ, 2001.-168с.