

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СУПЕРАБСОРБЕНТОВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЛЕГКИХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ С ПОВЫШЕННОЙ ПОРИСТОСТЬЮ И ПРОЧНОСТЬЮ

Игамбердиев Б.Г.¹, Исматуллаева Н.Г.²

¹Игамбердиев Бунёд Гайратович – и.о. доцента,
кафедра “Строительство зданий и промышленных сооружений”,
Ташкентский государственный транспортный университет, г. Ташкент;

²Исматуллаева Нозима Гуломнашвант кизи – магистрант,
кафедра “Строительство зданий и сооружений”,
Ферганский политехнический институт, г. Фергана,
Республика Узбекистан

Аннотация: данная научная статья посвящена изучению возможности использования суперабсорбентов (СА) в производстве легких наполнителей и легкого бетона с повышенной пористостью. В работе проведен анализ микроструктуры образцов, полученных с использованием СА, а также определены оптимальные концентрации и составы для достижения максимальной пористости. Результаты исследования показали, что добавление СА в цементный камень значительно повышает его пористость, что делает его перспективным материалом для строительной индустрии. Это свойство также делает материал более безопасным и надежным в эксплуатации.

Ключевые слова: суперабсорбент, гидрогель, легкий наполнитель, легкий бетон, пористость, влагоудержание, портландцемент.

STUDYING THE POSSIBILITY OF USING SUPERABSORBENTS FOR THE PRODUCTION OF LIGHTWEIGHT FILLERS WITH ENHANCED POROSITY AND STRENGTH

Igamberdiev B.G.¹, Ismatullaeva N.G.²

¹Igamberdiev Bunyod Gayratovich - acting associate professor
DEPARTMENT “CONSTRUCTION OF BUILDINGS AND INDUSTRIAL FACILITIES”,
TASHKENT STATE TRANSPORT UNIVERSITY, TASHKENT;

²Ismatullaeva Nozima Gulomnashvant kizi - undergraduate,
DEPARTMENT “CONSTRUCTION OF BUILDINGS AND STRUCTURES”,
FERGANA POLYTECHNIC INSTITUTE, FERGANA,
REPUBLIC OF UZBEKISTAN

Abstract: this scientific article is devoted to the study of the possibility of using superabsorbents (SA) in the production of lightweight fillers and lightweight concrete with increased porosity and frost resistance. The microstructure of the samples obtained using SA was analyzed, and the optimal concentrations and compositions for achieving maximum porosity were determined. The results showed that adding SA to cement significantly increases its porosity and frost resistance, making it a promising material for the construction industry. This property also makes the material safer and more reliable in operation.

Keywords: superabsorbent, hydrogel, lightweight filler, lightweight concrete, frost resistance, water retention, Portland cement.

УДК(UDC) 666.972.125

Легкий бетон является материалом, который имеет широкое применение в строительстве, благодаря его способности создавать несущие конструкции с меньшей массой, чем у обычного бетона. Таким образом, он может использоваться для строительства высотных зданий, мостов и других сооружений, где вес конструкций играет важную роль. Один из способов производства легкого бетона заключается в использовании легких наполнителей.

Существует разнообразие материалов, которые могут быть использованы в качестве легких наполнителей для бетона. Один из широко применяемых - это перлит, который отличается легкостью и прочностью, а также имеет низкую теплопроводность. Кроме того, также можно использовать вермикулит, пеностекло, диатомит и другие популярные наполнители, которые обладают высокой теплоизоляционной способностью и устойчивы к воздействию влаги.

В этой статье мы представим новый метод получения легкого наполнителя, используя цементное вяжущее, песок и суперабсорбент.

Суперабсорбенты (СА) - это многочисленные высокомолекулярные соединения, которые могут поглощать и удерживать большие объемы жидкости, превышающие свою массу в несколько раз. СА нашли широкое применение в различных областях, таких как промышленность и медицина, например, при

создании гигроскопических материалов, гигиенических приспособлений, средств для удержания жидкости и др.

Учитывая возможность суперабсорбентов поглощать большие объемы жидкости, они могут быть использованы для создания легких наполнителей. Для проверки этой гипотезы был проведен ряд исследований, в ходе которых была разработана простая схема получения легких наполнителей на основе суперабсорбентов, цемента, песка и воды. Схема заключается в смешивании суперабсорбентов с цементом и водой, после чего полученную смесь соединяют с сухим песком. После высыхания композитного материала образуются легкие наполнители с высокой степенью пористости.

Одним из ключевых этапов исследования было определение оптимального количества суперабсорбента (СА) и воды в составе легкого наполнителя. Для этого был проведен ряд экспериментов, в которых изменялась концентрация водно-гелевой суспензии, и изучались свойства полученных образцов. При этом количество и соотношение портландцемента и песка не менялись.

Каждый образец для определения прочностных свойств смеси был изготовлен в соответствии с требованиями. Для этого использовалась методика, основанная на следующих шагах: сначала в смеситель добавляли воду и СА, затем цемент. Все компоненты смешивались до получения однородной массы в течение 5 минут на медленной скорости в смесителе. После этого в смесь добавляли песок, и все компоненты перемешивали в течение еще 3 минут на средней скорости.

Для получения желаемого результата, смесь была помещена в формы размером 10 см × 10 см × 10 см. Затем формы были подвергнуты вибрации в течение 1 минуты, чтобы удалить все воздушные пузырьки. После этого формы с образцами выдерживались при температуре 20 °С и относительной влажности 65% в течение 28 суток.

После выдерживания образцы извлекали из форм и хранились в стандартных условиях до момента проведения испытаний на сжатие на универсальной тестовой машине. Результаты исследования приведены в таблице 1, которая содержит данные о показателях плотности и прочности образцов бетона с СА в возрасте 28 суток. Результаты приведены в таблице 1.

Таблица 1. Показатели плотности и прочности образцов бетона с СА в возрасте 28 суток.

№	СА, г	Вода, мл	Плотность	Прочность
1.	0,0	355	2099,1	431,3
2.	0,5	455	1955,5	310,0
3.	0,8	504	1808,4	210,6
4.	0,3	405	2077,3	556,8
5.	1,0	554	1780,0	297,8
6.	1,3	604	1770,3	245,1
7.	1,3	549	1795,0	326,7
8.	1,5	549	1840,1	264,1
9.	1,5	499	1685,0	271,0
10.	1,8	548	1805,2	261,7
11.	2,0	548	1755,0	223,3
12.	2,3	548	1681,2	135,0
13.	2,5	548	1738,7	136,1
14.	3,0	597	1723,6	166,6
15.	0,5	455	1961,9	298,7
16.	1,0	554	1864,1	217,7
17.	1,5	549	1836,7	181,8
18.	1,5	499	1880,0	238,3
19.	1,8	548	1815,5	269,2
20.	2,0	548	1805,6	354,5
21.	2,3	548	1715,0	285,8
22.	1,8	398	2110,5	489,3
23.	1,5	349	2030,0	572,1

24.	2,0	398	2005,2	538,7
25.	2,0	598	1780,1	252,5

Для дальнейшей работы были отобраны образцы № 5, 6, 7, 11, 21 и 25 с учетом данных о плотности и прочности материала, представленных в табл. 1. Были выделены образцы, соответствующие требованиям к плотности для использования в качестве легких наполнителей для бетона. Затем были проведены испытания на прочность каждого образца, результаты которых были сопоставлены с требованиями к наполнителям для использования в бетоне. После анализа данных были выбраны образцы, которые обладали достаточной прочностью для использования в качестве легких наполнителей.

Эксперименты показали, что способ введения СА в смесь влияет на качество полученных наполнителей. В результате были разработаны различные методы введения воды в сырой состав легкого наполнителя, которые сводятся к использованию СА в сухом или абсорбированном виде.

Для дальнейших исследований были использованы образцы легкого наполнителя, отформованные методом формования при помощи роторной грануляторной установки. Ингредиенты были добавлены в грануляторную установку в соответствии с определенными пропорциями, где была установлена необходимая скорость вращения ротора. В процессе формования, смесь подвергалась воздействию силы центробежной силы, вызванной вращением ротора гранулятора, что приводило к образованию круглых гранул диаметром от 3 до 8 см.

После завершения процесса формования гранулы были извлечены из гранулятора и оставлены на сушку и зрелость в течение 28 дней. Далее были проведены испытания для определения физико-механических свойств полученных легких наполнителей, включая плотность и прочность на сжатие. Полученные результаты были проанализированы и сравнены с ранее полученными данными, а также с требованиями к наполнителям для использования в легком бетоне.

В следующем этапе наших исследований мы сосредоточились на изучении микроструктуры легкого наполнителя, анализируя параметры структуры пор. Для получения более детального понимания микроструктуры, мы провели электронную микроскопию образцов. Результаты наших исследований представлены на рисунках 1-2, которые были получены с помощью растрового электронного микроскопа SEM-EVO MA10.

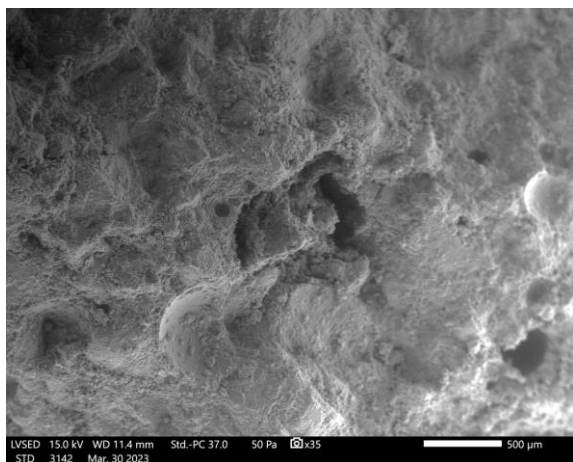


Рисунок 1. Снимок микроструктуры поверхности легкого наполнителя на участке разлома.

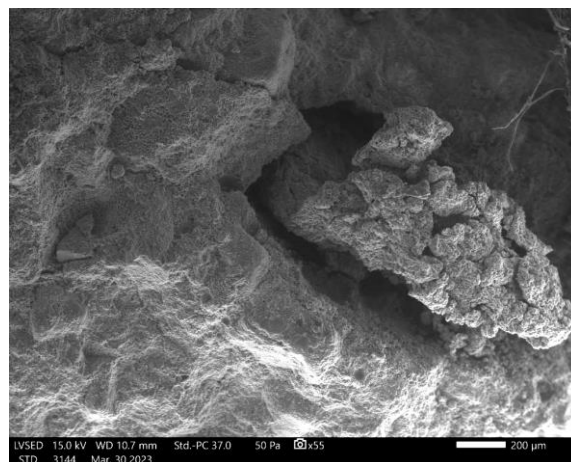


Рисунок 2. Микроструктура поверхности легкого наполнителя на участке разлома.

На рис. 1 и 2 изображены сухая и полусухая СА соответственно, выступающая из цементного камня. При этом вокруг СА формируются поры, свидетельствующие о процессе десорбции воды после твердения портландцемента. Эти изображения помогают понять механизм образования пор в материале и взаимодействие его с водой. В процессе формирования кристаллов происходит десорбция СА, что способствует уходу воды в момент набора прочности цементного камня. Гель образует связующую матрицу, наполняющую пространство между зернами цемента и образуя микроскопические поры в материале. Добавление СА увеличивает количество пор и пористость материала, что улучшает его свойства в плане влагоудержания.

На основании результатов нашего исследования, мы пришли к выводу, что использование СА является эффективным способом производства легких наполнителей. Анализ микроструктуры и прочностных характеристик показал, что добавление СА увеличивает пористость материала и снижает его плотность, что, в свою очередь, приводит к уменьшению веса и улучшению теплоизоляционных свойств. Более того, использование СА позволяет сократить затраты на производство, что делает его экономически выгодным материалом. Кроме того, использование СА может открыть новые возможности для создания более экологичных и эффективных материалов в различных областях промышленности.

Литература

1. Gladson, T., & Dharani, N. (2021). Study On The Effect Of Superabsorbent Polymer On Strength Properties Of Concrete With And Without GGBS. *Int. J. of Aquatic Science*, 12(2), 3686-3698.
2. Fahad K. Alqahtani, Idrees Zafar. Plastic-based sustainable synthetic aggregate in Green Lightweight concrete – A review, *Construction and Building Materials*, Volume 292, 2021, 123321, ISSN 0950-0618, <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.123321>.
3. Шарафутдинов, К.Б. Изучение эффективности суперабсорбирующей полимерной добавки для уменьшения аутогенной усадки бетона без снижения его прочности / К.Б. Шарафутдинов [и др.] // *Строительные материалы*. 2021. № 12. С. 61-68. DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2021-798-12-00-00>.
4. Холназаров Баходир Азамович, Тураев Хайит Худайназарович и др.. "Синтез суперабсорбентного полимерного композита на основе сополимеров крахмала" *Universum: химия и биология*, no. 1-1 (79), 2021, pp. 70-73.
5. Адилходжаев Анвар Ишанович, Игамбердиев Бунёд Гайратович. "Исследование взаимодействия адгезива с поверхностью субстрата в гипсоволокнистом материале" *Universum: технические науки*, no. 6-1 (75), 2020, pp. 91-96.
6. Адилходжаев Анвар Ишанович, Игамбердиев Бунёд Гайратович. "Волокнистый наполнитель из рисовой соломы и его взаимодействие с модифицированной гипсовой матрицей" *Проблемы современной науки и образования*, no. 6-2 (151), 2020, pp. 5-10. doi:10.24411/2304-2338-2020-10605
7. Адилходжаев Анвар Ишанович, Игамбердиев Бунёд Гайратович. "Взаимодействие адгезива с поверхностью субстрата в композиционном материале на основе модифицированного гипса и облагороженной соломы риса" *Проблемы современной науки и образования*, no. 6-2 (151), 2020, pp. 11-18. doi:10.24411/2304-2338-2020-10606
8. Исследование работы моделей стальных цилиндрических резервуаров Давлятов М.А., Мухамедов Ш.Т.У., Игамбердиев Б.Г. *Проблемы современной науки и образования*. 2018. № 8 (128). С. 21-25.
9. Влияние наполнителей из техногенных отходов на свойства гипсовых вяжущих Игамбердиев Б.Г. *Проблемы современной науки и образования*. 2017. № 33 (115). С. 40-43.