

АРБОЛИТО ПРОДУКЦИЯСЫНЫН САПАТТУУ КӨРСӨТКҮЧТӨРҮН ТАЛДАУ

Толлеуов Е.¹, Акмалайулы К.²

¹магистрант, Сатбаев атындагы университет. Алматы, Казакстан Республикасы, e-mail: yer-zhan@mail.ru

²профессор, Сатбаев атындагы университет. Алматы, Казакстан Республикасы, e-mail: kakmalaev@mail.ru

Аннотация. Макалада термелүүчү ныкташтыруунун иштелип чыккан технологиясын колдонуу менен даярдалган жыгач бетондун жаңы түрүнүн артыкчылыктары талданат. Курулган имараттардын дубал материалында күч топтомун камсыз кылуу жана эксплуатациялык нымдуулукту азайтуу үчүн жаңы кошумча - жыгач бетон модификатору каралат. Бул материал колдо болгон жергиликтүү чийки материалдарды - жыгач чиптерин колдонуу менен өндүрүлгөн, демек, анын баасы төмөн. Инновациялык чечимдер эң мыкты дүйнөлүк аналогдордун деңгээлинде дубал арболит продуктуларын алууга мүмкүндүк берет. Салыштырмалуу арболит менен арболиттин сапатына агрегаттарды багыттуу төшөө менен салыштырып баалоо жүргүзүлгөн. Жыгач бетондун сапатын аныктоонун структуралык модели жана салыштырылган материалдардын сапатын баалоо үчүн багытталган графиктер берилген. Салттуу жыгач бетондун негизги кемчиликтерин жоюу мүмкүнчүлүгү көрсөтүлгөн - структуранын гетерогендүүлүгүнүн азайышы жана дубал материалынын адсорбциялык нымдуулугунун азайышы. Кагаз жыгач толтургучтун да, цемент настасын да ныкташтыруу параметрлерин оптималдаштыруу зарылдыгын негиздейт. Жыгач бетондун структурасын аныктоо менен термелүүлөрдүн оптималдуу жыштыгын жана амплитудасын тандоонун натыйжалары келтирилген. Жыгач бетондо жыгач толтургучтун багыттуу төшөлүшүн камсыз кылуучу оптималдуу параметрлер амплитудасы 10 см жана жыштыгы 1 Гц болгон горизонталдык термелүүлөр экендиги аныкталган.

Өзөктүү сөздөр: жыгач бетон, конструкциялык модель, сапатты баалоо, калыптандыруу режимдери, термелүү тыгыздоо, модификатордук кошумча.

АНАЛИЗ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ АРБОЛИТОВЫХ ИЗДЕЛИЙ

Толлеуов Е.¹, Акмалайулы К.²

¹магистрант, Сатбаев университет. Алматы, Республика Казахстан, e-mail: yer-zhan@mail.ru

²профессор, Сатбаев университет. Алматы, Республика Казахстан, e-mail: kakmalaev@mail.ru

Аннотация. В статье проанализированы преимущества нового вида арболита, изготавливаемого по разработанной технологии колебательного уплотнения. Для обеспечения набора прочности и снижения эксплуатационной влажности в стеновом материале построенных зданий рассмотрена новая добавка – модификатор арболита. Данный материал производится с использованием доступного местного сырья – древесной щепы, а, следовательно, он имеет низкую стоимость. Инновационные решения позволяют получать стеновые арболитовые изделия на уровне лучших мировых аналогов. Выполнена сравнительная оценка качества традиционного арболита и арболита с направленной укладкой заполнителя. Представлены структурная модель определения качества арболита и ориентированные графы оценки качества сравниваемых материалов. Показана возможность устранения основных недостатков традиционного арболита – уменьшение неоднородности структуры и снижение адсорбционной влажности стенового материала. В работе обосновывается необходимость оптимизации параметров уплотнения как древесного заполнителя, так и цементного теста. Приведены результаты подбора

оптимальной частоты и амплитуды колебаний с определением структуры арболита. Установлено, что оптимальными параметрами, которые обеспечивают направленную укладку древесного заполнителя в арболите, являются горизонтальные колебания с амплитудой 10 см и частотой 1 гц.

Ключевые слова: арболит, структурная модель, оценки качества, режимы формования, колебательное уплотнение, добавка-модификатор.

ANALYSIS OF QUALITATIVE INDICATORS OF ARBOLITO PRODUCTS

Толуов У.¹, Акматалиев К.²

¹ master's student, Satbayev University, Almaty, Republic of Kazakhstan, e-mail: yer-zhan@mail.ru

² professor, Satbayev University, Almaty, Republic of Kazakhstan, e-mail: kakmalaev@mail.ru

Annotation. The article analyzes the advantages of a new type of wood concrete, manufactured using the developed technology of oscillatory compaction. To ensure the set of strength and reduce the operational humidity in the wall material of constructed buildings, a new additive is considered - a wood concrete modifier. This material is produced using available local raw materials - wood chips, and, therefore, it has a low cost. Innovative solutions make it possible to obtain wall arbolite products at the level of the best world analogues. A comparative assessment of the quality of traditional arbolite and arbolite with directional laying of aggregates has been carried out. A structural model for determining the quality of wood concrete and oriented graphs for assessing the quality of compared materials are presented. The possibility of eliminating the main disadvantages of traditional wood concrete is shown - a decrease in the heterogeneity of the structure and a decrease in the adsorption moisture content of the wall material. The paper substantiates the need to optimize the compaction parameters of both wood filler and cement paste. The results of the selection of the optimal frequency and amplitude of oscillations with the determination of the structure of wood concrete are presented. It has been established that the optimal parameters that ensure the directional laying of wood filler in wood concrete are horizontal oscillations with an amplitude of 10 cm and a frequency of 1 Hz.

Key words: wood concrete, structural model, quality assessments, molding modes, oscillatory compaction, modifier additive.

Введение. В Казахстане одной из приоритетных задач это увеличения объемов индивидуального жилищного строительства и обеспечения снижения его стоимости. Расширение спектра ограждающих строительных материалов, отвечающих требованиям создания благоприятного микроклимата для проживания людей является актуальной задачей.

В результате проведенных исследований разработан инновационный арболит, обеспечивающий повышение прочности и снижение влажности стен построенных зданий.

В настоящее время строящиеся в Казахстане здания коттеджного типа имеют существенные эксплуатационные недостатки, связанные с видом материала стен. В домах, возводимых из железобетонных панелей, из-за недостаточной влажности в помещениях у жителей обостряются астматические заболевания. В домах со стенами из ячеистых газосиликатных блоков наблюдается плесень, грибок на стенах, что приводит к аллергическим заболеваниям.

В условиях рыночной экономики стеновые материалы должны отвечать новым современным требованиям по созданию благоприятного микроклимата в жилых помещениях, стремясь к признанному эталону – стенам, изготовленным из натурального дерева.

Перспективным направлением в решении данной задачи может быть организация производства стеновых материалов из арболита, получаемого по новой технологии колебательного уплотнения.

Для производства арболита используется местное сырье из Восточно-Казахстанской области – древесная щепа.

Следовательно, наработанные технологии получения древесной щепы, доступность сырья, не загруженность оборудования в летнее время делают задачу организации производства арболитовых стеновых материалов актуальной. При этом инновационные решения в технологии получения арболита, новые добавки-модификаторы позволяют значительно улучшить качественные показатели материала.

Формулировка проблемы или задачи. Для сравнительной оценки качества традиционного арболита и разработанного авторами инновационного арболитового материала использована методология, изложенная в опубликованных работах [1,2].

Критерии качества, аналитические и экспертные зависимости согласованности целей между собой для традиционного арболита определены в опубликованных работах Наназашвили И. Х. и Бужевича Г. А. [3,4]. С использованием полученных данных выполнено построение ориентированного графа оценки качества традиционного арболита.

Основными недостатками традиционного арболита исходя из ориентированного графа оценки качества являются:

1. Использование добавки хлористого кальция, которая рекомендуется нормативными документами, а также большинством исследователей в качестве основной добавки-модификатора при получении арболита. Отрицательное влияние добавки на качество арболита выражается в высокой влагоудерживающей способности CaCl_2 . Вследствие большого размера катионных радиусов добавка хлористого кальция притягивает к себе до 6 молекул воды. Это в свою очередь приводит к ухудшению таких показателей качества как теплопроводность, водопоглощение, отпускная влажность. Это может приводить к появлению сырости в помещениях дома.

2. Следует отметить неоднородность структуры традиционного арболита, что приводит к низкой воспроизводимости показателей качества. Это связано с тем, что при формовании арболита древесный наполнитель остается в неупорядоченном хаотичном состоянии, что приводит к неоднородности арболита по физико-

механическим показателям и делает практически невозможным их теоретическое определение (прогнозирование), например, при подборе состава.

Улучшение качественных показателей арболита возможно, если устранить недостатки традиционного арболита. Это позволяет сформулировать основные направления дальнейших исследований:

— поиск для арболита добавки-модификатора, которая не притягивает молекулы воды и в тоже время нейтрализует вредное влияние древесного заполнителя на вяжущее;

— подбор такого режима формования, который обеспечит упорядоченное расположение древесного заполнителя в арболите и сделает возможным прогнозирование его структурно-механических характеристик.

Выполненные исследования разработанных авторами технологии колебательного уплотнения арболита и предложенной авторами добавки-модификатора арболита опубликованы в работах [5, 6].

С учетом полученных результатов исследований выполнено построение ориентированного графа оценки качества модифицированного арболита с направленной укладкой заполнителя. Показатели инновационного арболита лишены основных недостатков традиционного арболита, что позволяет точно прогнозировать свойства материала.

Предлагаемое решение и его теоретическое обоснование. Колебательная технология укладки древесного заполнителя.

Укладки древесного заполнителя подтверждена экспериментально и может быть обоснована следующим образом. Уплотняемость характеризует способность материала (тела) пластически деформироваться (сжиматься) под действием собственной массы и приложенного силового воздействия без нарушения структурной сплошности. Она влияет на такие свойства как средняя плотность, деформативность, прочность.

Арболитовая смесь представляет собой сыпучее тело, которое можно охарактеризовать как дискретную систему, включающую частицы древесины, связующее (цементное тесто), влагу (в т. ч. внутри заполнителя) и воздух [7].

Древесный заполнитель, в отличие от цемента, не образует связной системы при взаимодействии с водой. При вибрационном уплотнении в арболитовой смеси происходят два процесса: тиксотропное разжижение цементного теста и изменение пространственной упаковки зёрен древесного заполнителя. Ряд исследователей [8] предлагают рассматривать эти процессы отдельно, потому что параметры источника колебаний по-разному влияют на компоненты арболитовой смеси. Ими предлагается

вести вибрирование арболита с разной частотой для цементного теста и заполнителя соответственно.

Арболитовая смесь в зависимости от состава состоит на 50–90% из древесного заполнителя, что эквивалентно 30–40% древесины в плотном состоянии [3]. Но так как древесина проявляет упругопластические свойства, то и смесь в процессе уплотнения также проявляет эти свойства. В этом случае для разжижения цементного теста требуются высокие частоты колебаний, а для компактной упаковки заполнителя необходима большая амплитуда колебаний вибратора.

Поскольку в арболитовой смеси древесный заполнитель связан между собой цементным тестом, то предполагается, что собственные колебания заполнителя возбуждаются колебаниями сольватированных частиц цемента. Но амплитуды колебаний сольватированных частиц цемента очень малы и они не могут ощутимо перемещать зёрна заполнителя. Следовательно, для компактной упаковки древесного заполнителя в арболитовой смеси определяющим параметром является не частота, а амплитуда колебаний.

Причем значительно проще создать большую амплитуду в горизонтальной плоскости (горизонтальные колебания), т. к. в противном случае потребуется создание фиксирующих крышек или пригрузов большой массы [8].

В процессе уплотнения свойства формуемой смеси изменяются, она приобретает новую макроструктуру, предопределённую во многом выбранным способом уплотнения. Поэтому характер образования макроструктуры арболита может быть определён взаимодействием древесных частиц друг с другом [3]. Оптимальной структурой, по мнению большинства учёных, является такая, при которой все частицы древесного заполнителя займут горизонтальное положение с ориентацией параллельно дну формы.

Разработанная авторами технология колебательного уплотнения арболитовой смеси обеспечивает для частиц древесного заполнителя возможность наиболее просто принять горизонтальное положение. Снижение отрицательного влияния редеформации (распрессовки) упругой арболитовой смеси при формовании изделий по новой технологии обеспечивает компактную упаковку твердой фазы, а, следовательно, позволяет на этапе подбора состава достоверно прогнозировать свойства арболита [7, 8].

Практическое исследование и выводы. Ввиду сложности зависимости вязкости арболитовой смеси от характера ее дисперсной структуры, влияния архимедовой силы, во всех моделях присутствуют эмпирические коэффициенты, что не позволяет достаточно точно спрогнозировать необходимые параметры колебаний [8]. Частицы заполнителя различной крупности преодолели сопротивление структуры цементного

теста и при этом возникли вихревые составляющие, которые могут обеспечить их направленную укладку, необходима амплитуда колебаний более 1 см.

Кроме того, необходимо выполнение ряда дополнительных условий: скорость колебаний (произведение амплитуды на частоту) должна находиться в интервале от 10 до 50 сантиметров в секунду [8], интенсивность колебаний (произведение квадрата амплитуды на куб частоты) должна находиться в интервале от 80 до 300 см²/сек³ [9]. Результаты подбора оптимальной частоты и амплитуды колебаний представлены в таблице 1.

Таблица 1. Определение оптимальной частоты и амплитуды колебаний

Амплитуда, см	Оптимальные частоты при скорости колебаний, Гц		Оптимальные частоты при интенсивности колебаний, Гц		Оптимальные частоты при выполнении обоих условий, Гц
	10 см/сек	50 см/сек	10 см ² /сек ³	300 см ² /сек ³	
1	9,8	45,7	4,12	6,31	-
2	4,8	24,1	2,59	4,00	-
3	2,98	15,01	2,01	-	-
4	2,33	12,0	1,62	2,2	2,3
5	1,8	9,4	1,40	2,25	1,9
6	1,61	8,12	1,18	1,98	1,54

Как видно из таблицы 1 оптимальными параметрами, которые обеспечат направленную укладку древесного заполнителя в арболите и создадут упорядоченную структуру материала, являются горизонтальные колебания с амплитудой 10 см и частотой 1 Гц. Приведены теоретические и экспериментальные данные, подтверждающие возможность получения арболита с заданными свойствами стеновых арболитовых блоков.

Заключение. 1. Технология колебательного уплотнения обеспечивает горизонтальную укладку древесного заполнителя. Установлено, что для создания упорядоченной структуры материала необходимы горизонтальные колебания с амплитудой 10 см и частотой 1 Гц.

2. Для обеспечения набора прочности и снижения сорбционной влажности в стеновом материале построенных зданий авторами предложена добавка – модификатор арболита.

3. Позволяет более точно прогнозировать характеристики материала на этапе подбора состава, а в строящихся зданиях создавать благоприятный для проживания микроклимат.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. **Лесовик, В. С.** *Методология проектирования состава искусственных конгломератов* / В. С.Лесовик // *Бетон и железобетон.* – 2008. – № 5. – С. 4–7.
2. **Ягубкин, А. Н.** *Проектирование составов модифицированного арболита на основе структурно-механических моделей* / А. Н. Ягубкин, В. В. Бозылев // *Перспективы развития новых технологий в строительстве и подготовке инженерных кадров Республики Беларусь: сб. тр. XX междунауч.-метод. семинара, г. Гродно.* – 2016. – С. 333-337.
3. **Наназашвили, И. Х.** *Строительные материалы из древесно-цементной композиции* / И. Х. Наназашвили. –2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Стройиздат, 1990. 415 с.
4. **Бужевич, Г. А.** *Арболит* / Г. А. Бужевич. – М.: Изд-во литер.по строительству, 1968. –244 с.
5. **Ягубкин, А. Н.** *Изучение механизма действия добавки Арбел на процессы набора прочности цементной составляющей арболита* / А. Н. Ягубкин, В. В. Бозылев // *Вест. Полоцкого гос. ун-та. Серия F, Прикладные науки. Строительство.* – 2011. – № 8. – С. 89-97.
6. **Ягубкин, А. Н.** *Технология получения стеновых блоков из арболита с направленной укладкой заполнителя* / А. Н. Ягубкин, В. В. Бозылев // *Строительная наука и техника.* – 2011. – № 6. – С. 66-69.
7. **Ахвердов, И. Н.** *Основы физики бетона* / И. Н. Ахвердов. М.: Стройиздат, 1981. – 464 с.
8. **Овчинников, П. Ф.** *О механизме виброуплотнения строительных смесей* / П. Ф. Овчинников, Е. Д. Кузьмин. – М.:НИИЖБ, 1966. – 190 с.
10. **Ягубкин, А. Н.** *Комплексная структурно-механическая модель для получения арболита с направленной укладкой заполнителя* / А. Н. Ягубкин, В. В. Бозылев // *Инновации в бетоноведении, строительном производстве и подготовке инженерных кадров: сборник статей по материалам Международной научно-технической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения И. Н. Ахвердова и С. С. Атаева, Минск, 9–10 июня 2016 г. : сб. тр. в 2 ч. /Белорусский национальный технический университет ;редкол.: Э. И. Батяновский, В. В. Бабицкий. – Минск,2016. – Ч. 1. – С. 40-45.*