

УДК 669.9-4
DOI: 10.36979/1694-500X-2022-22-8-151-156

МОДИФИЦИРОВАНИЕ АРБОЛИТОВОГО МАТЕРИАЛА

А.К. Матыева

Аннотация. Представлены результаты исследований прочностных свойств арболитовых образцов для определения технологических параметров его производства. Полученный арболит-гипсозолощелочное вяжущее на основе местных сырьевых материалов с модификаторами, имеющий в своем составе отходы растениеводства – сечку соломы, предварительно обработанную маловязким раствором смолы СФЖ-3066, обладает синергетическим эффектом составляющих смеси, производство которого позволит сэкономить расходы на портландцемент. Выявлено, что используемые пластификаторы в арболитовой композиции не только повышают прочность, эластичность, морозостойкость, повышают сопротивление ударным нагрузкам, но и снижают усадочные напряжения и ограничивают температурные деформации. Результаты экспериментов показали, что обработка растительновязущей композиции на основе гипса, золы с добавками способствует получению прочных новообразований и новых вяжущих с улучшенными свойствами: повышение деформативности материала и прочности при сжатии до 4,22 МПа.

Ключевые слова: органический наполнитель; зола; глиногипс; пластификатор; арболит; прочность; температурные деформации.

АРБОЛИТ МАТЕРИАЛЫН МОДИФИКАЦИЯЛОО

А.К. Матыева

Аннотация. Макалада арболит үлгүлөрүн өндүрүүнүн технологиялык параметрлерин аныктоо үчүн анын бекемдик касиеттерин изилдөөнүн натыйжалары берилген. Арболит-гипс-алтын щелочтуу модификаторлору бар жергиликтүү сырьелук материалдардын негизинде алынган, курамында өсүмдүк өстүрүүнүн калдыктары бар – СФЖ-3066 чайырдын анча-мынча жабышкак эмес зритмеси менен алдын ала иштетилген самандын кесиндиси түзүүчү аралашманын синергетикалык таасирине ээ, аны өндүрүү портландцементке кеткен чыгымдарды үнөмдөөгө мүмкүндүк берет. Арболиттин курамында колдонулуучу пластификаторлор бекемдикти, ийкемдүүлүктү, суукка туруктуулукту гана жогорулатпастан, чоң жүктөргө туруштук берүүнү жогорулатат, ошондой эле чыңалууну төмөндөтүп, температуралык деформацияларды чектей тургандыгы аныкталган. Эксперименттердин жыйынтыктары көрсөткөндөй, гипстин, күлдүн негизиндеги өсүмдүк-байланыштыруучу композицияны кошумчалар менен иштетүү күчтүү жаңы түзүүчүлөрдү жана жакшыртылган касиеттери бар жаңы бириктиргичтерди алууга: материалдын деформациялануучулугун жана кысуу бекемдигин 4,22 МПага чейин жогорулатууга өбөлгө түзөрүн көрсөттү.

Түйүндүү сөздөр: органикалык толтургуч; күл; чопо гипс; пластификатор; жыгач бетон; күч; температуралык деформациялар.

MODIFICATION OF ARBOLITE MATERIAL

A.K. Matyeva

Abstract. The article presents the results of studies of the strength properties of wood concrete samples to determine the technological parameters for its production. The resulting arbolite is a gypsum-ash-alkali binder based on local raw materials with modifiers, which has crop waste in its composition - chopped straw, pre-treated with a low-viscosity resin solution SFZh-3066, has a synergistic effect of the components of the mixture, the production of which will save the cost of Portland cement. During the experiments, it was found that the plasticizers used in the wood concrete composition not only increase strength, elasticity, frost resistance, increase resistance to impact loads, but also reduce shrinkage stresses and limit thermal deformations. The results of the experiments showed that the processing of a plant-binder

composition based on gypsum, ash with additives contributes to the production of strong neoplasms and new binders with improved properties: an increase in the deformability of the material and compressive strength up to 4,22 MPa.

Keywords: organic filler; ash; clay-gypsum; plasticizer; wood concrete; strength; temperature deformations.

Известно, что модифицирование полимерными добавками РВК приводит к сближению деформативности гипсового камня и растительного заполнителя, увеличивая эластичность композиции. Это благотворно влияет на прочностные показатели арболита. Кроме того, повышается влагостойкость. В качестве добавок, способствующих снижению негативного влияния таких специфических особенностей растительных заполнителей, как развитие значительных влажностных деформаций могут служить фенолформальдегидная смола, жидкое натриевое стекло, латексы, а также технические ЛСТ и СКС [1–3].

Применяемые пластификаторы могут быть жидкими и смолообразными, или, соответственно, низко- и высокомолекулярными. Жидкие пластификаторы разбавляют связующие, облегчают введение в них наполнителя. При этом может быть снижена теплостойкость, увеличена влагопроницаемость материала.

Таких недостатков не имеют смолообразные пластификаторы, которые более полно взаимодействуют со связующим. Для обеспечения нужных свойств материала пластификатор должен обладать незначительной летучестью, выраженной растворяющей способностью, совместимостью с жидкими и твердыми компонентами смесей. Он должен быть устойчив к атмосферным воздействиям, химически стабилен, морозостоек, негигроскопичен.

Более глубокое воздействие на композиционные материалы производит модифицирование связующих, устраняющее такие недостатки как хрупкость, малорастворимость, плохую смачиваемость, горючесть, склонность к старению и т. п. В общем случае модифицированием называют направленное изменение физических, механических или химических свойств веществ под воздействием различных факторов.

Предварительная обработка органозаполнителя различными пленкообразующими составами способствует увеличению прочности и снижению водопоглощения арболита. В ходе исследований [2] было выявлено, что все подобранные составы, в различной мере положительно влияют на прочность и стойкость к влагопеременным условиям арболита.

Наиболее часто модифицирование осуществляется взаимодействием связующего или его исходных составляющих с высоко- или низкомолекулярными соединениями. Частицы связываются полимерами за счет поверхностной энергии, образуя кластерные структуры в композите. В органополимерсиликатной композиции полимеры играют роль связующего, молекулы которых будут ориентироваться по всему полю наполнителя, что способствует прочному взаимодействию между частицами наполнителя и полимерным связующим. В результате такого синергетического эффекта образуется новый материал с новыми свойствами. То есть, при технологии изготовления в композиционном материале образуются кластерные системы за счет самоорганизации структуры.

Увеличение поверхностной энергии частиц достигается, как известно, их дисперсностью. Поэтому наполнители подвергают механической активации путем дробления и измельчения. При измельчении на частицах образуются новые поверхности, а адсорбция, как известно, эффективнее происходит на таких реакционноспособных участках – новообразованных поверхностях [4]. Также эти поверхности являются центрами силовых полей, способных трансформировать структуры граничного слоя (изменять или совсем разрушать ее надмолекулярные формы).

Целью данной работы являлась разработка рациональных технологических параметров подготовки сырьевых компонентов в производстве модифицированного арболита, и определение влияния добавок на его прочностные характеристики.

В работе в качестве минерального вяжущего был использован быстротвердеющий строительный гипс марки Г-5 и Г-7 на основе сырья Бактерекского месторождения, который относится к сырью

I сорта, гипсового предприятия с. Кулан-Ак Нарынской области. Начало схватывания – 6 минут, конец – 14 минут. Предел прочности на сжатие – 6,4 МПа, на изгиб – 3,9 МПа и зола БТЭЦ, а также портландцементный клинкер ПЦК, природный, натуральный глиногипс (ганч). В качестве глинистой составляющей использовались суглинки Толойконского месторождения.

В качестве модификаторов для образования пористой полимерсиликатной системы использовались: жидкое стекло (ГОСТ 13078–81) плотность 1,32 г/см³, латекс СКС (ГОСТ 10564–85), смола малоцентрированная СФЖ-3066 + катализатор ионного типа (ГОСТ 20908). Приняты пластифицирующие добавки при изготовлении арболита: СКС, СДБ и ЛСТ. В качестве замедлителя схватывания гипса – нитроплопериметилфосфорная кислота (НПФК) и антипирены.

Важным отличием смолы является то, что в ней содержится ничтожно малое количество формальдегида. Это позволяет получить экологически чистое теплоизоляционное изделие. Обработка полимером (8–12 % от массы) в РВК дает возможность получения прочной и негорючей композиции.

Адгезионный эффект органического наполнителя и золы к латексной композиции растет за счет увеличения вязкости композиции, вызванной обработкой РВК жидким натриевым стеклом.

Действие многих пластификаторов аналогично действию неиспаряющихся растворителей. Проникая между молекулами связующего, молекулы пластификатора ослабляют энергию межмолекулярного взаимодействия и, действуя наподобие смазки, повышают подвижность структуры композита. В ряде случаев пластификаторы повышают прочность, придают материалам эластичность, морозостойкость, повышают сопротивление ударным нагрузкам, снижают усадочные напряжения, и до известной степени ограничивают температурные деформации. От выбора пластификатора во многом зависят свойства композиционных материалов, их поведение в эксплуатационных условиях.

При введении пластификатора в полимер учитывают их взаиморастворимость как условие, обеспечивающие длительную совместимость этих компонентов. При малой взаиморастворимости со временем возможно отделение пластификаторов в виде микрокапелек, микропленок, что приводит к неоднородности систем и отрицательно отражается на свойствах материалов.

При введении пластификатора в полимер с гибкими макромолекулами наблюдается сближение температуры стеклования и температуры текучести, т. е. уменьшается интервал высокоэластичного состояния. Если пластификатор вводится в жесткий полимер, то вследствие понижения температуры стеклования, совершается переход из твердого стеклообразного состояния в вязкотекучее. В отдельных случаях жесткие макромолекулы приобретают гибкость вследствие сильного взаимодействия их с молекулами пластификатора.

В ходе исследований было установлено, что структурная прочность и влагостойкость композиционного материала повышается за счет использования смолы СФЖ-3066 в качестве модификатора – полимерного связующего.

На рисунке 1 представлены гистограммы изменения характеристик гипсозолощелочных вяжущих в зависимости от составов смесей (таблица 1) и рН среды.

На рисунке 1 видно, что показатели прочности значительно выше у композиционных материалов 28-суточного возраста. Однако с уменьшением прочности с 4,22 до 3,2 МПа, рН водной вытяжки возрастает до 11,5.

На рисунках 2 и 3 можно видеть зависимости влияния добавки МС на рН водной вытяжки золощелочной смеси и на прочность золосодержащего вяжущего.

На приведенных гистограммах видно, что модификаторы интенсифицируют ионно-обменные процессы при твердении гипсозолощелочных вяжущих. Прочность вяжущих повышается с добавкой 10–12 % МС при тепловлажностной обработке и при воздушном твердении (4,2 МПа). С увеличением содержания МС до 13 % и при 5 %-ном ПЦК и 0,4 % пластификатором увеличиваются прочность на сжатие до 12 МПа и показатель рН среды – до 12 (рисунки 2, 3). А наличие в составе композиции полимерной смолы СФЖ-3066 увеличивает адгезионную прочность вяжущих в присутствии органических

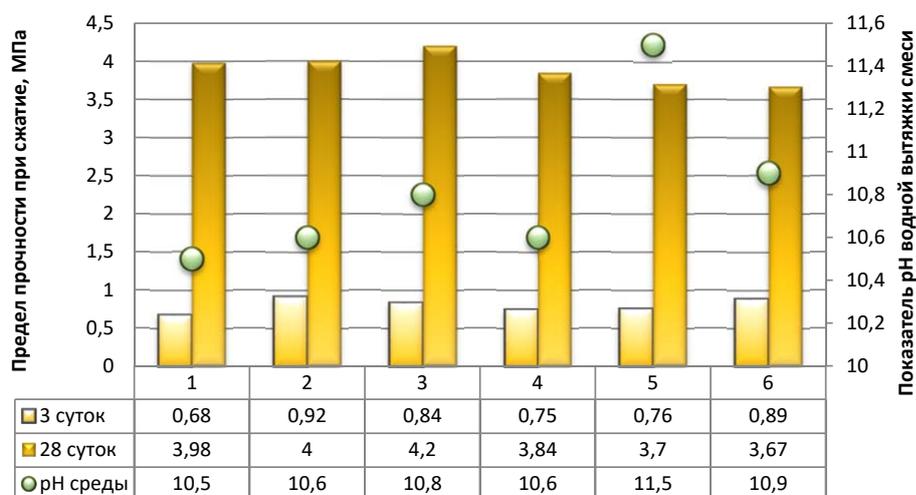


Рисунок 1 – Зависимости прочности на сжатие от составов смесей и pH водной вытяжки

Таблица 1 – Составы смеси

Количество составляющих, в%	№ состава					
	1	2	3	4	5	6
Гипс	35	30	30	30	25	25
Зола	30	30	25	25	25	20
Модификатор смеси	12	10	12	10	8	8
ПЦК/ГГ	05/2	04/2	05/1	04/1	03/2	02/2

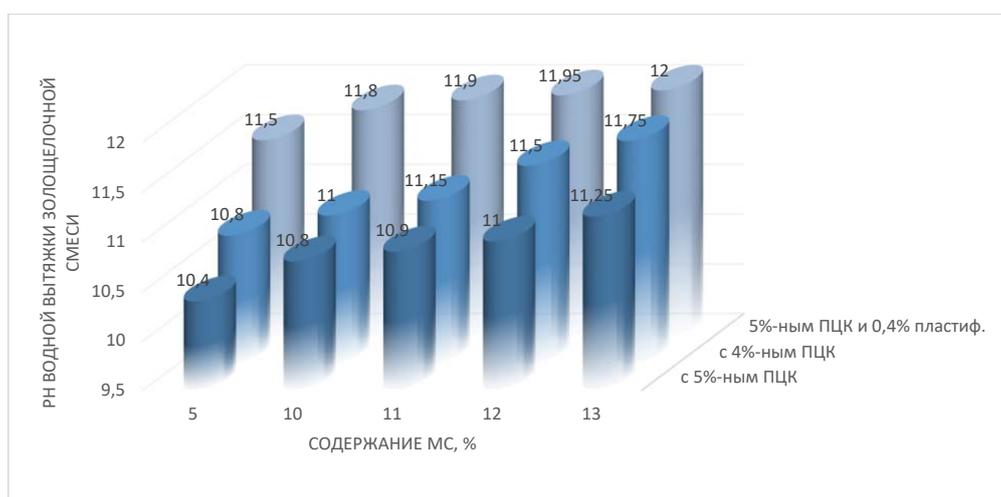


Рисунок 2 – Изменение pH водной вытяжки золощелочной смеси в зависимости от МС

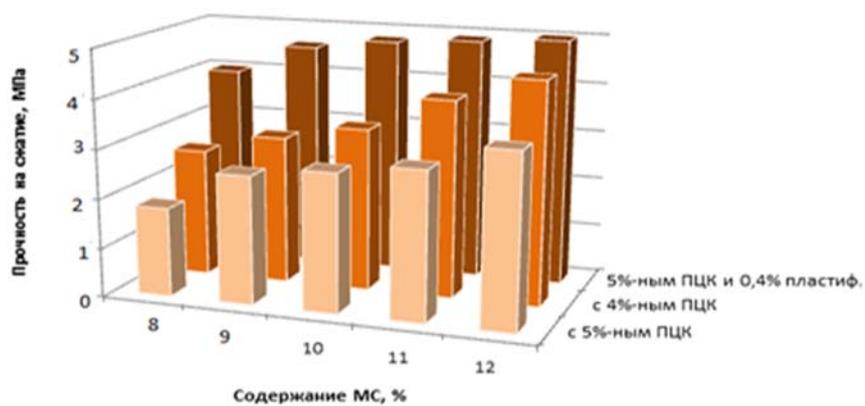


Рисунок 3 – Изменение прочности золосодержащего вяжущего в зависимости от добавки МС

Таблица 2 – Составы смесей

Состав смеси по массе, %							
	1	2	3	4	5	6	7
Гипс+зола	65	55	50	50	65	55	60
МС	12	10	8	12	10	10	12
ПЦК/ГГ	5,0/1	4,0/2	5,0/1	4,0/2	5,0/2	5,0/1	4,0/2

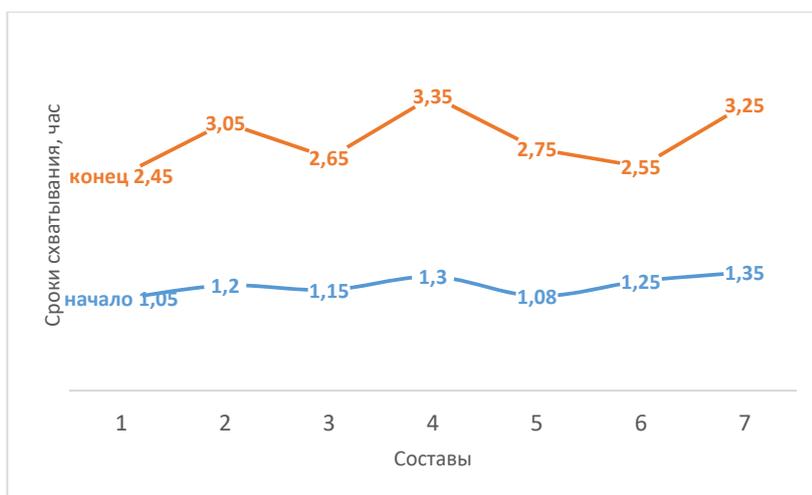


Рисунок 4 – Сроки схватывания гипсозолощелочных вяжущих композиций (среднестатистические данные)

заполнителей. Так, предварительная обработка частицы соломы с маловязким раствором смолы СФЖ-3066 обуславливает ее гидрофобность.

Данную композицию можно назвать гипсо-золощелочное вяжущее с синергетическим эффектом составляющих смеси. Производство такого материала можно осуществлять при дефиците портландцемента или экономии транспортных средств для его доставки.

Одним из основных показателей, предопределяющим качество композита, являются сроки схватывания. Поэтому были определены сроки схватывания гипсозолощелочных вяжущих при содержании различного количества МС. Составы смесей приведены в таблице 2. Результаты исследований приведены на рисунке 4.

Анализ исследований показал, что у составов 1, 3, 6 (5 % ПЦК) наблюдается короткий интервал схватывания: начало – от 1,05 до 1,25 мин, конец – от 2,45 до 2,75 мин. Как видно, сроки схватывания близки к срокам схватывания портландцемента. У 4-го состава – при содержании модификатора смеси до 12 % наблюдается более равномерное твердение. Изменение прочности во времени разработанных вяжущих композиций зависит от их состава, условий обработки и последующего твердения.

Изменение прочности вяжущих естественного твердения определялось на образцах, длительное время хранившихся в нормальных условиях, а образцы, подвергавшиеся тепловлажностной обработке – в воздушно-сухих и водных условиях.

Таким образом, проведенные исследования позволили сделать следующие **выводы**:

- установлено влияние пленко-образующих полимерсиликатных и пластифицирующих добавок на адгезионную прочность частиц соломы с комплексным минеральным вяжущим (гипс+зола БТЭЦ). Это способствует полному использованию вяжущих свойств гипсозолощелочного связующего с проявлением дополнительного эффекта от контакта с модифицированной полимерсиликатнопластифицирующей композицией;
- обработка растительновяжущей композиции на основе гипса, золы с добавками способствует получению прочных новообразований и новых вяжущих с улучшенными свойствами: повышение деформативности материала и прочности при сжатии до 4,22 МПа;
- получен новый материал – гипсозолощелочное вяжущее с синергетическим эффектом составляющих смеси, производство которого позволит сэкономить расходы на портландцемент.

Поступила: 02.05.22; рецензирована: 16.05.22; принята: 19.05.22.

Литература

1. *Потапова Е.Н.* Влияние полимерных добавок на свойства гипсоцементнопуццоланового вяжущего / А.Ю. Панферова, М.С. Гаркави // Повышение эффективности производства и применения гипсовых материалов и изделий: материалы конференции. Пермь, 2012. С. 115–119.
2. *Хрулев В.М.* Полимерсиликатные композиции в строительстве / В.М. Хрулев // Научн.обзор. Уфа: ТАУ, 2002. 76 с.
3. *Орешкин Д.В.* Повышение качества древесно-цементных композиций добавками // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре / Д.В. Орешкин, Н.П. Лукутцова, Е.Ю. Горностаева // Матер. 67-й Всеросс. научно-технич. конф. по итогам НИР 2009 года: сб. науч. тр. Самара, 2010. С. 276–278.
4. *Мавлянов А.М.* Исследование влияния комплексной активации на реологические и технологические характеристики керамических масс / А.М. Мавлянов, Э.К. Сардарбекова // Вестник КРСУ. 2019. Т. 19. № 4. С. 71–76.