

АЛУУДА СТРУКТУРАНЫ ТҮЗҮҮЧҮ ФАКТОРЛОР МОДИФИКАЦИЯЛАНГАН, ЭНЕРГИЯНЫ ЖАНА РЕСУРСТАРДЫ ҮНӨМДӨӨ ЖЕРГИЛИКТУУ СИРИЯЛАРДАН ДУБА БЛОК

Эркинбек к. Г.¹, Абдиталип у. Э.², Селименков К.С.³, Автандилов А.А.⁴

¹ ЭИТУнун Курулуш жана инновациялык технологиялар институтунун магистранты

² ЭИТУнун Курулуш жана инновациялык технологиялар институтунун магистранты

³ Н.Исанов атындагы Кыргыз мамлекеттик курулуш, транспорт жана архитектура университетинин магистранты

⁴ Н.Исанов атындагы Кыргыз мамлекеттик курулуш, транспорт жана архитектура университетинин магистранты

Аннотация. Кыргыз Республикасынын жергиликтүү өсүмдүк чийки затынан композиттин структурасынын термодинамикалык анализи каралат.

Негизги сөздөр: Термодинамикалык касиеттери, структурасы, поризациясы, модификацияланган композит, адгезия, таза кесүү, (полимердик силикат кошумчалары)

СТРУКТУРООБРАЗУЮЩИЕ ФАКТОРЫ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ МОДИФИЦИРОВАННОГО, ЭНЕРГО-РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕГО СТЕНОВОГО БЛОКА ИЗ МЕСТНОГО СЫРЬЯ

Эркинбек к. Г.¹, Абдиталип у. Э.², Селименков К.С.³, Автандилов А.А.⁴

¹ магистрант, Международный университет инновационных технологий (МУИТ) guzi_95KG@mail.ru

² магистрант, Международный университет инновационных технологий (МУИТ)

³ магистрант, КГТУ им.Н.Исанова

⁴ магистрант, КГТУ им.Н.Исанова

Аннотация. Рассмотрен термодинамический анализ структуры композита из местного растительного сырья Кыргызской Республики

Ключевые слова: Термодинамические свойства, структура, поризация, модифицированный композит, РМДУ, адгезия, чистый сдвиг, ПСД (полимер силикатные добавки)

STRUCTURE-FORMING FACTORS IN OBTAINING MODIFIED, ENERGY AND RESOURCE SAVING WALL BLOCK FROM LOCAL RAW MATERIALS

Erkinbek k. G.¹, Abditalip u. E.², Selimkov K.S.³, Avtandilov A.A.⁴

¹ undergraduate, International University of Innovative Technologies (IUIT) guzi_95KG@mail.ru

² undergraduate, International University of Innovative Technologies (IUIT)

³ undergraduate, Kyrgyz State University of Construction, Transport and Architecture n.a. N. Isanov

⁴ undergraduate, Kyrgyz State University of Construction, Transport and Architecture n.a. N. Isanov

Annotation: The thermodynamic analysis of the structure of the composite from local plant raw materials of the Kyrgyz Republic is considered.

Key words: Thermodynamic properties, structure, porization, modified composite, RMDU, adhesion, pure shear, PSD (polymer silicate additives)

Большую роль в формировании арбалета играют размеры его состав и другие параметры структуры трубчатых каркасообразующих элементов, т.е. рубленой соломы, так как именно ее соединение в **местах склейки связующим** определяет прочность композита.

В связи с этим проведены исследования влияния размеров и фракционного состава соломенного наполнителя и древесных частиц на адгезию связующего и наполнителя на структуру и свойства арбалета из местного сырья [1,2].

При получении образцов одинаковой плотности с использованием рубленой соломы разной длины (от 20 до 50 мм) четко прослеживается влияние последней на свойства, а именно, линейное увеличение прочности на сжатие и линейное снижение водопоглощения образцов. Поэтому в целях улучшения свойств арбалета рекомендуется после дробления соломы удалять мелкие частицы (менее 20 мм) путем механического отсева.

На основании результатов проведенных исследований предложена схема каркасно-волокнутой структуры разработанного поризованного арбалета [3,4]. Она содержит следующие виды пор: трубчатые поры - капилляры соломы, имеющие цилиндрическое или овальное сечение, мелкие открыто-сквозные поры древесных частиц и крупные открытые поры между элементами каркаса. Первый ТИП пор закрыт замкнутыми стенками соломы правильной формы, а вторые и третьи – открытые, сквозные, извилистые хаотичной формы. Пористость каркаса составляет 62%, а капиллярная -19%, рассчитано также среднее расстояние между волокнами в материале согласно разным моделям структуры (плоской и объемной).

В процессе перемешивания полимерсиликатно-гинсового вяжущего (ПСГВ) с наполнителем (соломой и древесными частицами) образуются контакты коагуляционного типа, которые после твердения переходят в конденсационные /4,5/. Механические свойства каркаса обеспечиваются прочностью и жесткостью этих контактов, адгезией твердого полисиликата к поверхности соломы. Однако эта структура, близкая к структуре других волокнустых теплоизоляционных материалов (ТИМ) на цементном веществе (ЦВ), по теплоизолирующим свойствам более предпочтительна, чем ячеистая (табл.1).

Составы арбалета с ПСД в работе /5/ классифицированы как полимерсиликатные, представляющие собой продукты с взаимопроникающими химически связанными матрицами - органической и неорганической.

Таблица 1

Свойства теплоизоляционного арбалета и аналогичных материалов

Показатели	Арбалет		Фибролит на ЦВ /3/
	на ЦВ /1/	на ПСГВ /2/	
Плотность, кг/м ³	400	350	450
Теплопроводность, Вт/м·К	0,2... 0,24	0,07...0,08	0,12
Прочность при	1 ...3,9	2,2...3,8	0,5...3,0

В целях научного обоснования прочности арболита в работе исследовалось модифицирование заполнителя различными полимерами, полимерсиликатными добавками, латексом СКС-50. Теоретические поиски и экспериментальные исследования позволили выбрать наиболее эффективный способ облагораживания заполнителя, заключающийся в образовании на поверхности частиц пленки до смешения его с вяжущим. Для этого заполнитель смачивается раствором полимера, подсушивается и далее смешивается с минеральным вяжущим и необходимым количеством воды затворения для приготовления арболитовой смеси. По данной технологии легко дозируемые вещества блокируются полимерной защитной пленкой, что способствует нормальному процессу твердения гипсового камня [5,6,7]. В результате прочность арболита повышается в 1,5 раза. Результаты приведены в табл. 2.

Таблица 2

Влияние поверхностной модификации заполнителя на прочность арболита

№ п/п	Пленкообразующие добавки	Предел прочности при сжатии, МПа, через			
		3 сут.	7 сут.	14 сут.	28 сут.
1.	Необработанный заполнитель	0,75	0,95	1,20	1,24
2.	Обработанный хлоридом кальция	1,2	1,5	1,6	1,85
3.	Поливинилацетатная дисперсия	1,34	1,8	2,51	2,76
4.	ПСД и смола РМБ1	1,92	2,7	3,42	3,78

Сравнивая полученные результаты, можно отметить эффективность способа облагораживания путем пленкообразования на поверхности частиц.

Лучший результат по прочности, полученный в результате облагораживания заполнителя раствором ПСД, объясняется высоким химическим сродством и структурным подобием макромолекул субстрата и изоцианатной смолы РМДІ. Если принять допущение, что сечка соломы имеет форму подобных параллелепипедов с размерами длины, ширины и толщины $L \cdot b \cdot h$, то объем одной частицы "V" и площадь поверхности соответственно равны:

$$V = L \times b \times h; S = 2(L \times b + L \times h + b \times h). \quad (1)$$

Отсюда нетрудно вычислить площадь удельной поверхности сечки S_c , т.е. поверхность частиц в 1 г:

$$S_c = 2/P_c (1/h + 1/b + L/L)$$

(2)

где p_c - плотность сечки соломы.

Отсюда следует, что изменение удельной поверхности от толщины частиц подчиняется гиперболическому закону /6/ и при отношении размеров сечки $h:b:L=1:4:20$ имеет место выражение:

$$S_c = 60/(20p_c \times h). \quad (3)$$

Однако изменение величин соотношений размеров не приводит к существенному увеличению удельной поверхности частиц. Учитывая, что размеры частиц не идеальны в композиции, для подобных аналогов композитов предложена идеальная поверхность частиц.

- Введение в сырьевую смесь древесной стружки фракцией 5/20 в пределах 2.. 4 % способствует равномерной флуктуации частиц в структуре арбалета.

Учитывая вышесказанное, прочностные характеристики арболита в исследуемых диапазонах зависят от расхода связующего при возрастании плотности плиты, от размеров и дисперсности частиц. Изгибная прочность K_n возрастает при увеличении длины частиц.

Аналогичная схема дискретной среды, составленной из частиц, имеющих форму параллелепипеда, соединенных между собой контактирующими клеевыми поверхностями наружных пластей, использована в работе [7].

В результате получена рациональная длина сечки соломы в данной работе $l=40...50$ мм и удельной поверхности $231 \text{ см}^2/\text{г}$ при толщине клеевой прослойки

9.. 11 мкм при применении PMDJ и жидкого натриевого стекла.

Площадь поверхности осмоления S_0 определяется в зависимости от количества связующего и толщины клеевого слоя /7/ по формуле

$$S_0 = p_n - P(100 - P - \omega) / (p_c * \delta * 10^4),$$

(4)

где S_0 - площадь осмоленной поверхности; p_n, p_c - плотность композита и сухой смолы; P - процентное содержание смолы; ω - влажность композита; δ - толщина клеевого слоя, мкм. Таким образом, можно определить отношение осмоленной поверхности ко всей поверхности частиц. Приняв $p_c=0,12 \text{ г}/\text{см}^3$ и пользуясь данными параметров фракции сечки, получим среднее значение $S_c \approx 180...231 \text{ см}^2/\text{г}$. Нами получены

прочностные характеристики, равные аналогам при минимальном расходе пластифицирующих силикатных добавок (ПСД) [8,9],

С целью исследования контактной зоны между облагороженным наполнителем и вяжущим были проведены эксперименты по определению адгезионной прочности при разрыве склеенных гипсовым тестом образцов арбалета из частиц, облагороженных полимерами по предлагаемой технологии; при разрыве арболитовых образцов с применением облагороженного наполнителя контактная зона также изучалась с помощью электронной микроскопии. Также был проверен вариант модифицирования наполнителя маловязким раствором карбамидформальдегидной смолы, так как структура этого высокомолекулярного соединения обуславливается полярной природой, однако показатели адгезионной прочности были ниже, чем при использовании пластифицирующих силикатных добавок ПСД [9.10].

Адгезию между полимером и органическим наполнителем можно рассмотреть с точки зрения поверхностной свободной энергии, форма проявления которой заключается: 1) в капиллярном подъеме; 2) в капиллярном отталкивании; 3) в смачивании. В настоящее время получили развитие следующие теории адгезии: адсорбционная, молекулярная, электронная, электрорелаксационная, диффузионная, молекулярно-кинетическая и микрореологическая.

Предлагаемые составы арбалета с пластифицирующими добавками (ПСД) классифицируются как полимерсиликатные, представляющие собой продукты с взаимопроницающими химически связанными матрицами - органической и неорганической.

На основе оптимальных составов поризованного гибридного связующего получен арболит с использованием в качестве растительного наполнителя рубленой соломы.

Для обеспечения контакта клея (связующего) с поверхностью сечки соломы, при котором между ними появляются силы взаимодействия, клей должен обладать хорошей смачивающей способностью. С точки зрения термодинамики причина смачивания адгезивом (клеем) поверхности субстрата - уменьшение свободной энергии на границе их раздела (взаимодействие жидкой и твердой фаз на границе их раздела). Обычно адгезия жидкости оценивается работой W_a , которую надо затратить для отрыва жидкости от твердой поверхности, т.е. для восстановления исходного состояния контактируемых «тел». Контакт жидкости с твердой поверхностью осуществляется на различной площади, поэтому работу адгезии композита необходимо относить к единице площади контакта.

Термодинамическими величинами, характеризующими контактирование фаз, участвующих в смачивании, являются $\sigma_{жг}$, $\sigma_{тж}$, $\sigma_{тг}$ - соответственно поверхностные

натяжения на границе раздела фаз (Ж, Т и Г). Зависимость равновесного краевого угла σ от поверхностных на границе раздела фаз, участвующих в смачивании, описывается обычно уравнением Юнга.

При выполнении исследований нами применен центробежный метод, который основан на отрыве частиц при вращении испытываемого образца арболита вокруг вертикальной или горизонтальной оси. Этот метод доступен и прост в обращении и позволяет быстро получить экспериментальные результаты.

В эксперименте использована центрифуга ОС-6 с числом оборотов $n = 4000 \dots 10000$ об./мин.

По результатам испытаний были определены силы отрыва. Среднестатистическая величина силы отрыва составила 194 Н.

Надежность сцепления наполнителя в арболите на границе «раздела» фаз (Ж, Т и Г) характеризуется способностью частиц соломы сопротивляться действию касательных напряжений τ , т.е. адгезионной прочности клеевого шва на границе раздела создать условия "чистого сдвига" рабочей части контактов сопряжено со значительными трудностями установления предельных значений касательных напряжений в технике эксперимента. Нами были выполнены простые испытания образцов на сдвиг, т.е. скалывание вдоль ориентации волокон (ГОСТ 15613.1) на границе «раздела» [10].

Получаемая адгезионная прочность при испытании образцов может быть принята как усредненная величина сцепления частиц наполнителя со связующим и составляла: 0,288...0,346 Мпа [11].

Таким образом, адгезионная прочность находится в прямой зависимости от площади склеиваемой поверхности и толщины прослойки связующего. Для повышения сцепления заполнителя (сечки соломы) с ПСД наиболее эффективным оказывается введение модификаторов, которые более полярны.

Полученные данные подтверждают результативность эксперимента и соответствие показателей адгезионной прочности в арболите аналоговым композитам.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Курдюмова В.М., Матыева А.К.** Стеновые изделия из органокомпозитов для сейсмостойкого строительства // Вестник КГУСТА. Бишкек, 2007. Вып. 2 (16).-С. 142-147.
2. **Матыева А.К.** Пути повышения прочности целлюлозосодержащего арболита и интенсификация процесса его твердения //Наука и новые технологии. - Бишкек, 2007. - № 3-4. - С. 199-203.
3. **Хрулев В.М.** Технология и свойства композиционных материалов для строительства. - Уфа: ТАУ, 2004 - 168 с.
4. **Старостин Г.Г.** Модифицированные жидкостекольные композиции с активными бинарными наполнителями //Межд. сб. науч. тр. - Новосибирск: НГАУ,2000 - С.101-106
5. **Хрулев В.М., Шибаета Г.Н.** Изоляционно-отделочные материалы на основе полимерсиликатных композиций и гидролизного лигнина. - Красноярск: КГТУ, 2006.- 104 с.
6. **Потанов О.Е., Лапшин Ю.К.** Механика древесных плит. - М.:Лесбумиздат, 1998- С.81-98
7. **Ищенко С.С., Придашко А.Б.** Взаимодействие изоцианатов с водными растворами силикатов //Высокомолекулярные соединения. - 1999 - Т.38. - №6 С. 790-802
8. **Матыева, А.К.** Полимеры в строительном материаловедении [Текст] /
9. **А.К. Матыева, Назарбай у.Толкунбек** // Наука и инновационные технологии. – Бишкек, 2016. -№1 (1). – С.131-134.
10. **Матыева, А.К.** Исследование прочности и деформативности атмосферостойкого арболита из местного сырья по энергоресурсосберегающей технологии для стеновых блоков [Текст] А.К. Матыева // Современные наукоемкие технологии. – Москва, 2019. - № 3. – Ч. 2. – С. 212-216.
11. **Матыева, А.К.** Модифицированный арболит из местного сырья Кыргызской Республики по энергосберегающей технологии для ограждающих конструкций зданий [Текст] / А.К.Матыева // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – Москва, 2019. - № 4. - С.33-37.
12. **Матыева, А.К.** Арболит из легкого бетона [Текст] / А.К. Матыева // Научный и информационный журнал «Наука и инновационные технологии».- Бишкек, 2019(10). – №1. - С.38-43.

Рецензент:

Ж.Дж.Асаналиева