

ент надежности по материалу, учитывающий фактор времени при климатическом старении [4, 5].

#### *Выводы*

1. При расчете ограждающих конструкций с использованием поликарбонатных панелей по второй группе предельных состояний надо учитывать, что величина допустимого прогиба указанного в отечественных нормативных документах [3] на порядок меньше, чем допустимый максимальный прогиб панели ( $1/20$ - $1/50$  от короткой стороны панели), рекомендуемый производителем.

2. При опирании ПКП по четырем сторонам отношение шага обрешетки  $1/4$  позволяет добиться полного соответствия допустимых прогибов как рекомендациям производителя, так и требованиям отечественных норм.

3. При определении прогибов в ПКП плоских ограждающих конструкций надо принимать во внимание, что прогибы, возникающие от действующих нагрузок, дополняются деформациями ползучести, нарастание которых во времени следует учитывать дополнительно.

1. СТ СЭВ 5060-85. Надежность строительных конструкций и оснований. Конструкции из пластмассовые. Основные положения по расчету.

2. ДБН В.1.2-2 : 2006. Нагрузки и воздействия. Нормы проектирования.

3. ДСТУ Б.В 1.2-3:2006. Система обеспечения надежности и безопасности строительных объектов. Прогибы и перемещения. Требования проектирования.

4. Войтова Ж.Н., Морозов И.В. Расчет поликарбонатных панелей с учетом изменения прочностных свойств по показателям предела прочности и модуля упругости // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Вып.67. – К.: Техніка, 2010. – С.210-213.

5. Войтова Ж.Н. Долговечность комбинированных ограждающих конструкций с использованием стеклопластов, полимерных материалов и металлопластов: Дисс. ... канд. ... техн. наук: 05.23.01. – Макеевка, 2005. – 145 с.

*Получено 07.11.2011*

УДК 624.011.15 : 691.537

У.Ш.АЗЫГАЛИЕВ, канд. техн. наук

*Кыргызский государственный университет строительства, транспорта и архитектуры (Кыргызстан)*

### **ПОЛИАРМИН НА ОСНОВЕ ПОЛИМЕРНЫХ ОРГАНОКОМПОЗИТОВ ИЗ МЕСТНОГО СЫРЬЯ**

Выполнен комплекс исследований в области создания и получения легких комбинированных конструкций панелей покрытий из биостойкого полимеркомпозита – полиармина на основе целлюлозосодержащего местного сырья. Разработан метод оптимизации состава многокомпонентного полиармина и упрочнения конструкции панели покрытия, выполняющей одновременно несущую, ограждающую и теплозащитную функции.

Виконано комплекс досліджень щодо створення та отримання легких комбінованих

конструкцій панелей покриттів з біостійкого полімеркомпозиту – поліарміну на основі целюлозовміщуючої місцевої сировини. Розроблено метод оптимізації складу багатокомпонентного поліарміну і зміцнення конструкції панелі покриття, що виконує одночасно несучу, огорожуючу і теплозахисну функції.

Research complex was carried out in the field of development and production of combined light roof panel structures made using bio-firm polymercomposite – polyarmin on base of cellulosebased local raw materials. An optimization method of policomponent polyarmin composition and strengthening of a roof panel structure, which serves as carrying and as well as heat-insulating functions, are developed.

*Ключевые слова:* полиармин, модифицированное полимерное связующее, прочность, долговечность, адгезия, биостойкость, органокомпозиты.

Перспективным направлением в области создания полимеркомпозитов является вовлечение в их производство неиспользуемых древесных отходов сельского хозяйства (стеблей хлопчатника и табака, соломы и др.) и определение рациональных областей их применения [1]. Для Кыргызстана и других среднеазиатских республик, где практически отсутствуют запасы деловой древесины, создание на основе таких отходов полимеркомпозитов, близких по своим физико-механическим свойствам, теплофизическим и эксплуатационным качествам к древесине, является весьма актуальным [2].

В связи с этим в Кыргызском государственном университете строительства, транспорта и архитектуры проводятся исследования по созданию и получению конструкционно-теплоизоляционного полимерорганокompозита – полиармина для ограждающих конструкций малоэтажных зданий [3].

На основании экспериментально-теоретических исследований впервые разработаны и получены новые конструкционные армированные полимерные органокомпозиты (полиармин) повышенной прочности, водостойкости и долговечности для использования в комбинированных конструкциях плит покрытий, выполняющих одновременно несущие, ограждающие и теплозащитные функции [4].

Литературный обзор позволил дать анализ местного и зарубежного опыта по исследованию, изготовлению и применению конструкционных композитов в ограждающих конструкциях зданий и подтвердил перспективность этого направления, особенно для беслесных районов центральноазиатского региона, где древесина и другие строительные материалы ввозятся из-за рубежа.

Разработанная конструкция комбинированной панели покрытия размером 1х3 м объединяет в себе несущую и теплозащитную функции, а простота конструкции панели (полиармин в деревянном каркасе) позволила получить изделие за единый цикл одновременного совмещенно-

го прессования трех материалов – каркас из низкосортной древесины + органонаполнитель с растительными армирующими элементами на водостойком связующем. В решении проблемы при получении полиармина предлагается использование современных модифицированных фенолорезерциновых и полиизоционатных связующих со специальными добавками и доступные методы его гидрофобизации.

Результаты работы определяют социальный и научно-технический эффект – расширение сырьевых ресурсов для строительства на основе использования местных растительных отходов как заменителя дорогостоящей древесины (1 м<sup>3</sup> полиармина заменяет 2,5 м<sup>3</sup> древесины) в производстве облегченных конструкций зданий, а также в улучшении экологических условий проживания населения за счет очистки прилегающих территорий от свалок отходов растительного сырья.

Для изготовления полиармина использовали сельскохозяйственные отходы и древесные отходы Джалал-Абадской области и Чуйской долины фракциями 10/5-5/2,5 насыпной плотностью 60-70 кг/м<sup>3</sup> для частиц стеблей хлопчатника, 40-60 кг/м<sup>3</sup> – для частиц табака, 120-150 кг/м<sup>3</sup> – для древесной стружки и в количественно-процентном составе сырья соответственно 58:35:7, размерами частиц (мм) длиной 8-24 мм, шириной 0,4-0,8, толщиной 0,2-0,6. Влажность частиц 4-6%. Армирующий материал – стебли всех сортов хлопчатника, табака, тополя размерами: длиной – 0,8-1 м, диаметром 8-15 мм, диаметр поперечного стержня веток 3-6 мм. Физико-механические свойства стеблей сопоставлены со свойствами древесины сосны и тополя.

Связующее в полиармине – фенолорезерциновая смола ФРФ-100 (ТУ-6-05-89\*), модифицированная ксилитом, эмульсия полиизоционата (ТУ-113-29-11), двухромовый натрий с карбамидом – 2%, технический парафин (ГОСТ 23683) – 2%; вода, порошок серы технической (ГОСТ 127.1-93).

Определение физико-механических свойств образцов полиармина проводилось согласно действующим стандартам на аналогичные композиты (ГОСТ 10632).

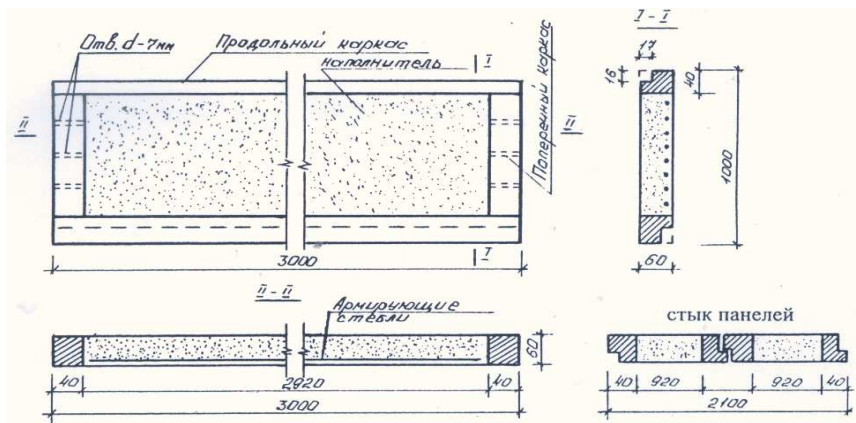
Для прогнозной оценки – испытания на теплостойкость и циклическую стойкость при вымачивании – высушивании, замораживании – оттаивании адгезионную прочность структуры каркаса плит из полиармина определяли на специальном приспособлении (ГОСТ 15613:1), а характер сцепления проклеенного заполнителя с арматурой на микроскопическом уровне – в РЭМ («излом» и «срез»).

Технология получения полиармина для комбинированных конструкций плит из местного сырья в отличие от древесностружечных плит

имеет ряд особенностей ввиду высокой пластичности стеблей, содержащих 40-50% лубяного волокна, а также значительной хрупкости и запыленности стеблей табака при переработке их до оптимальной фракции и транспортировке частиц по пневмотранспорту, большой степени влажностных деформаций (усушка, разбухание), высокой проницаемости и проводимости, наличия упругопластических свойств, резко выраженной анизотропии (ортотропность) не только в разных структурных направлениях, но даже в пределах одного годичного слоя древесины стебля, значительной упругости при уплотнении смеси.

Предлагаемые конструкционные плиты из полиармина на модифицированном фенолорезерцино-формальдегидном связующем отличаются от выпускаемых промышленностью ранее плит на карбамидных связующих повышенной атмосферостойкостью и малой токсичностью и предназначены для ограждающих конструкций зданий, в частности, плит покрытий.

Конструкция комбинированной плиты покрытия (рисунок) состоит из деревянного каркаса или клееного сечения, заполненного проклеенной стружечной массой сложной композиции и армирующего материала – стебля хлопчатника, стебля табака или стебля тополя. Технологические параметры производства водостойких конструктивных композитов на основе местного сырья на основе экспериментальных данных, приведены в табл.1, 2. Конструкционные композиты должны удовлетворять требованиям, согласно которым их водопоглощение должно быть не более 15%, плотность –  $600-6500 \text{ кг/м}^3$ .



Комбинированная конструкция панели покрытия из полиармина

Таблица 1 – Режимы холодной подпрессовки стружечного ковра  
(оборудование нестандартное)

№ п/п	Наименование показателей	Ед. изм.	Величина
1	Формат прессуемых плит: длина ширина	мм -«- -«-	3000 1000 300
2	Толщина стружечного ковра после подпрессовки для плит толщиной 60 мм	-«-	300
3	Общее усилие прессования	МПа	2...4
4	Выдержка в прессе	мин.	0,4...0,5

Таблица 2 – Режимы прессования плит в горячем прессе

Условия прессования	Время прессования – минут на 1 мм толщи- ны нешлифованной плиты в зависимости от температуры плит пресса, °С	
	140	160
Без применения парового удара	0,6	0,5
Удельное давление, МПа	1,7-2,2	

В продольных ребрах панелей имеется четверть, предназначенная для соединения панелей при установке на покрытие. В поперечных ребрах просверлены отверстия для выхода воздуха в момент горячего прессования в прессе.

Влажность каркаса из древесины не должна превышать 10-15%. Каркас собирается в виде рамы. Угловые соединения выполняются на специальных металлических или пластмассовых скобках на клею в шип и проушку с точностью 13-го качества. Каркас панели антисептируется 3%-ным раствором фтористого натрия и антипирируется (диаммоний фосфат, сульфат аммония).

Технология формирования ковра заключается в следующем: на установленный дюралюминиевый поддон наносится специальный состав на основе парафина или серы для создания водоотталкивающей пленки на поверхности полиармина, затем с помощью дозирующей установки подается первая часть гидрофобированных проклеенных частиц влажностью 13-14% высотой на 1/3 от общей толщины ковра, затем производится укладка армирующего слоя (стеблей) влажностью 10% и покрывается через форсунки связующим для лучшей адгезии со стружечной массой.

Армирующий материал длиной 0,8-1 м укладывается вдоль плиты через 4-6 см в нижнюю зону стружечного ковра. Размещение арматуры по толщине плиты – 1/3-1/4 толщины ковра от нижней поверхности.

Подается вторая часть проклеенной стружечной массы и окончательно формируется ковер, на поверхность ковра наносится водоотталкивающий состав на основе парафина. Изготовление конструктивных армированных плит производится согласно производственной инструкции [5].

Основные свойства полиармина плит покрытий на модифицированном связующем ФРФ-100 приведены в табл.3.

Таблица 3 – Физико-механические показатели полиармина плит покрытий на модифицированном связующем (смола ФРФ-100) с гидрофобными добавками

Показатели	Плиты	
	армированные	неармированные
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	600-650	600-700
Предел прочности при статическом изгибе, МПа	17,4-27,6	12-14
Предел прочности при растяжении, МПа	0,25-0,34	0,2-0,26
Модуль упругости, МПа	$2 \cdot 10^2$ - $3,3 \cdot 10^3$	$1,3 \cdot 10^3$ - $1,6 \cdot 10^3$
Разбухание по толщине после выдержки в воде в течение 24 ч, %	4,5-6,0	7-9
Водопоглощение, %	53-32	64-50
Шуруподоудерживающая способность: из пласти, Н/мм из кромок, Н/мм	110-130 40-50	5-13
Удельное сопротивление выдергиванию гвоздей: из пласти, Н/мм из кромок, Н/мм	130-170 30-70	-
Деформации, %	≈2	≈4

Таким образом, установлено, что комбинированные конструкции панелей из полиармина могут применяться в ограждающих элементах покрытий отапливаемых и неотапливаемых зданий. Разработанная комбинированная конструкция панели покрытия совмещает в себе несущую и теплозащитную функцию конструкции и может перекрывать пролет до 3 м. Экономический эффект от выпуска и применения 10 тыс. м<sup>3</sup> полиармина в комбинированных панелях покрытий составляет около 20 тыс. долл. Техничко-экономический анализ свидетельствует о том, что весовые показатели панели из полиармина и трудоемкость их монтажа снижаются по сравнению с аналогами более чем в 3 раза, что крайне важно при возведении зданий в районах с высокой сейсмической активностью.

1.Курдюмова В.М. Материалы и конструкции из отходов растительного сырья. – Фрунзе: Кыргызстан, 1990. – 112 с.

2.Хрулев В.М. Совершенствование технологии древесно-полимерных материалов на основе кинетической теории прочности // Конструкции из композиционных материалов. – М.: РАН, 1999. – С.8-12.

3.Азығалиев У.Ш. Оптимизация состава полиармина для комбинированных плит покрытий // Материалы Междунар. семинара «Моделирование и оптимизация в материаловедении» / Международная инженерная академия. – Одесса: Астропринт, 2000. – С.109-111.

4.Курдюмова В.М., Ильченко Л.В., Азығалиев У.Ш. Исследования упругих постоянных полиармина из отходов растительного сырья для комбинированных плит покрытий // Междунар. сб. науч. тр. «Экология и ресурсосбережение в материаловедении» /НГАУ. – Новосибирск, 2006. – С.113-118.

5.Новые легкие комбинированные конструкции зданий из гидрофобированного полиармина из отходов местного сырья: Отчет НИР. – Бишкек: КГУСТА, 2000. – 36 с.

*Получено 04.11.2011*

УДК 674.048.001 : 691.115.674

А.К.МАТЫЕВА, канд. техн. наук

*Кыргызский государственный университет строительства, транспорта и архитектуры (Кыргызстан)*

## **ПОЛИМЕРСИЛИКАТНО-ГИПСОВОЕ СВЯЗУЮЩЕЕ В СОСТАВЕ ОРГАНОКОМПОЗИТОВ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ**

Предложены состав и ресурсосберегающая технология получения сырьевой смеси с полимерсиликатными модификаторами для производства арболита на основе растительно-гипсовой композиции (РГК).

Запропоновано склад і ресурсозберігаючу технологію отримання сировинної суміші з полімерсілікатними модифікаторами для виробництва арболіту на основі рослинно-гіпсової композиції (РГК).

The content and resource saving industrial technology for the raw mixture with polymeric-silicate modifiers for production of the wood concrete on base of plant-gypsum (PGC) are proposed.

*Ключевые слова:* арболит, растительно-гипсовая композиция, полимерсиликатно-гипсовое связующее, адгезия, пластификация, смола PMDI, модификаторы.

Основным направлением экономического и социального развития в условиях энергетического кризиса в Кыргызстане и странах центральноазиатского региона является создание и развитие легких эффективных строительных материалов и экономии топливно-энергетических и материальных ресурсов, включая минимизацию тепловых потерь через ограждающие конструкции зданий, сооружений и технологическое оборудование. При этом, учитывая дефицит древесных материалов, необходимо максимально использовать местное растительное сырье, в частности сельского хозяйства, для производства органокомполитов на основе полимерных и полимерсиликатных систем [1].