

При этом повышается урожайность и безопасность удобрений. Заводчики используют его в питании животных и птиц, а также в качестве подстилки для домашних животных, чтобы предотвратить отравление. Процесс производства вермикулита довольно прост: руда добывается, сбрасывается на завод, превращается в концентраты и упаковывается в пакеты.

В караузакском районе помимо вермикулитной промышленности действуют крупные предприятия по производству цемента.

Список литературы

1. ГОСТ 12865-67 Вермикулит вспученный от 12 апреля 1967.
2. Нурмаматов, Н. Р. Выбор состава фибробетона и исследование его свойств на основе отходов производства базальтовой арматуры [Текст] / Н.Р. Нурмаматов // Наука и образование. – 2022. - 3(3). - с.146–152.
3. Баходирович, И.Ю. Увеличение использования теплоизоляционного полистиролбетона в строительстве на основе бытовых отходов [Текст] / И.Ю.Баходирович, О.Г. Болбек // Интернет-журнал исследований устойчивого развития и лидерства. – 2023. - 3 (2).- с.146–149.
4. Диоржон Октам, А. Выбор состава фибробетона и изучение его свойств [Текст] / Диоржон Октам, А. // Новости образования: исследование в XXI веке. – 2023. - 1(11). – с.627-633.
5. Артыккулов, Д. Термопанели для утепления зданий и сооружений [Текст] /Д. Артыккулов // Центральноазиатский журнал образования и инноваций. – 2023. - 2(6). – с.129-132.
6. Артыккулов, Д. Расширение областей применения полистиролбетона в строительстве [Текст] / Д.Артыккулов // Центральноазиатский журнал образования и инноваций. – 2023. - 2(6). – с.133-137.
7. Диоржон Октам, А. Выбор оптимального состава фибробетона на основе базальтовых волокон и анализ физико-механических свойств [Текст] / Диоржон Октам, А. Научный фокус. – 2023. - 1(2). – с.64–169.

УДК 691.537

В.М. Курдюмова, М.У. Уранова, Н.М. Байгубатова, Кубанычбек уулу А.
И. Раззаков атындагы КМТУ, Бишкек, Кыргыз Республикасы
КГТУ им. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызская Республика

V.M. Kurdjumova, M.U. Uranova, N.M. Baigubatova, Kubanychbek uulu A.
Razzakov Univeristy, Bishkek, Kyrgyz Republic
valentinakurdumova3@gmail.ru u_medina91@mail.ru Naziamina16882@mail.ru

ОЦЕНКА РЕСУРСОСПОСОБНОСТИ ОРГАНОКОМПОЗИТОВ В КОНСТРУКЦИЯХ ЗДАНИЙ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ИЗМЕНЕНИЙ ТЕМПЕРАТУРНО-ВЛАЖНОСТНЫХ ФАКТОРОВ

**НЫМДУУЛУК МЕНЕН ТЕМПЕРАТУРАНЫН ӨЗГӨРҮҮ ТААСИРИНИН
НАТЫЙЖАСЫНДА ОРГАНОКОМПОЗИТТЕРДИН РЕСУРСТУК ЖӨНДӨМҮН
БААЛОО**

**ASSESSMENT OF THE RESOURCES ABILITY OF ORGANOCOMPOSITES IN
BUILDING STRUCTURES UNDER THE INFLUENCE OF CHANGES IN
TEMPERATURE AND HUMIDITY FACTORS**

Температуранын жана нымдуулуктун факторлорунун өзгөрүшүнө байланыштуу органополимердик композиттин физикалык жана механикалык өзгөрүү проблемасы дүйнөнүн көптөгөн илимий борборлорунун изилдөө предмети болуп саналат. 50 жылдан ашык жүргүзүлгөн изилдөөлөрдүн көпчүлүгү композиттик стресс учурунда байкалган температуранын жана нымдуулуктун симметриялуу циклдик өзгөрүүлөрүнө багытталган иш каралган.

Түйүндүү сөздөр: органикалык композиттер, саман, полиармин, бышыктык, деформациялануу, нымдуулуктун асимметриялык өзгөрүүлөрү, нымдуулуктун циклдик өзгөрүүсү, алдын ала айтуу, туруктуулук, нымдуулук, ийилүү, чоюлуу, ийилүү, суу сиңирүү, кондициялоо, циклдик кайноо, кургатуу, тоңуу, эритүү үлгүлөрү, узак мөөнөттүү жүктөө, кыска мөөнөттүү жүктөө, бөлмөнүн микроклиматы.

Проблемы физико-механического поведения органополимерных композитов при изменении температурных и влажностных факторов являются предметом исследований многих научных центров мира. За 50 лет исследований большинство исследований было сосредоточено на симметричных изменениях циклов температуры и влажности, наблюдаемых во время нагрузки на композит.

Ключевые слова: органокомпозиты, соломолит, полиармины, прочность, деформативность, ассиметричные изменения влажности, циклические изменения влажности, прогнозирование, долговечность, увлажнение, разбухание, растяжение, изгиб, водопоглощение, кондиционирование, циклическое кипячение, высушивание, замораживание, оттаивание образцов, длительное нагружение, кратковременное нагружение, микроклимат помещений.

Problems of physical and mechanical behavior of organopolymer composites under changes in temperature and humidity factors are the subject of research by many scientific centers around the world. Over 50 years of research, most studies have focused on the symmetrical changes in temperature and humidity cycles observed during composite loading.

Key words: organocomposites, strawmolite, polyarmines, strength, deformability, asymmetric changes in humidity, cyclic changes in humidity, prediction, durability, moistening, swelling, stretching, bending, water absorption, conditioning, cyclic boiling, drying, freezing, thawing of samples, long-term loading, short-term loading, indoor microclimate.

Введение. В последние годы в строительном комплексе Кыргызской Республики существует проблема острой нехватки древесных композиционных строительных материалов для малоэтажного домостроения.

Зарубежный опыт показывает широкие возможности и перспективы применения в строительстве органополимерных композитов на основе отходов растениеводства и полимерных вяжущих нового поколения, обеспечивающих долговечность, прочность, структурную стабильность и атмосферостойкость.

Одним из важнейших факторов работы полученных органополимерных композитов в изделиях и конструкциях является обеспечение их долговечности и учет влияния ползучести. На решение этой задачи направлены исследования этой работы, заключающиеся в оценке ресурсоспособности элементов изделий и конструкций из органо-полимерных композитов, работающих под влиянием воздействий температурно-влажностных временных факторов при эксплуатационных нагрузках.

Необходимость проведения исследований по поведению органо-полимерных композитов при циклических ассиметричных изменениях температурно-влажностно-временных факторов, определяет основные задачи данной работы и подчеркивает ее актуальность.

Учитывая актуальность создания конкурентоспособных материалов с повышенными прочностными характеристиками пригодных для малоэтажного домостроения в Центрально-Азиатском регионе с учетом температурно-влажностных перепадов и высокогорья

заставляет уделять пристальное внимание явлению ползучести конструкций из органо-полимерных композитов.

Обсуждение. Проблема физико-механического поведения органо-полимерного композита при изменениях температурно-влажностных факторов все еще является предметом изучения во многих исследовательских центрах мира. Большинство исследований проводимых в течении более чем 50 лет сосредотачивались на симметричных циклических изменениях температура влажности наблюдаемых при напряжении композита. Поведением композита, когда механическое нагружение на конструкции вызывало ассиметричные изменения влажности, пренебрегали, как проблемой исследования.

Это следует из исследований Molitiski и Raczkowski 1988 предметом которого было отдельное увлажнение различных зон напряжения изогнутых композитов. Выводом из этих экспериментов является, то, что степень сложности механической деформации, в случае изгиба, зависит главным образом от увлажнения его сжатой зоны.

На основе наблюдений деформации органо-полимерного композита под циклическими изменениями влажности в сжатой зоне изогнутых образцов (Molitiski и Raczkowski 2003) стало возможным утверждать, что характер изменения подобен характерному для механической ползучести под симметричными изменениями влажности.

Однако исследования были ограничены циклическими изменениями влажности, наблюдаемыми только для сжатой зоны изгибаемого органо-полимерного композита и поэтому они не могли быть показательными из уровня влияния поведения напряженного строительного органокомпозита. Это оказалось целенаправленным для проведения исследования в этой области.

Взяв за основу исследования авторов в лаборатории КГУСТА нами проведены исследования цель которых была в том, чтобы изучить поведение органо-полимерного композита под циклическими изменениями влажности и температуры в различных зонах напряжения изогнутого образца.

Были применены два циклических типа процедур: увлажнение в контейнере дистиллированной водой при $t \approx 20^0\text{C}$ и высушивание загружаемых образцов.

Увлажнение продолжалось до тех пор пока не было соблюдено условие возрастания влаги в крайних слоях лежащих противоположно уже увлажненным. Исследования показали, что это произошло после 5 часов увлажнения со стороны сжимающей силы и 24 часов со стороны растягивающей силы. После этого образцы оставляли в стадии высушивания для достижения первоначальной влажности в лабораторных условиях. Время периода высушивания было найдено на основе измерений изменений в массе контрольных образцов, измерения были сделаны в то же самое время. Сравнительные измерения были произведены чтобы проверить ползучесть образцов из органо-полимерных композитов работающих при изгибе, которые находились как в воздушно-сухом (влажность $\sim 8\%$), так и влажном состоянии ($W > 8\%$).

Процесс ползучести органо-полимерного композита в исследуемых образцах был зарегистрирован, замеряя полное отклонение в точности исследований на 0,01 мм смещение электронного метра, связанного с компьютером РС. Прикладная система измерений разрешала автоматическую регистрацию деформаций в 15-ти секундных временных интервалах.

В течении циклов увлажнения и высушивания во временных интервалах плита органо-полимерного композита предварительно увлажненного образца была разрезана, затем была расколота по радиальным (всерным, лучевым плоскостям на 5 слоев, каждый толщиной по 2 мм. Влажность этих слоев была измерена влагомерами.

В зависимости от приложенной изгибающей силы, применяемой в экспериментальных условиях, значения были рассчитаны по формуле [64] и ГОСТ 10634.

$$I(t) = \frac{108zd^3}{23Pl^3} y(t) \quad (1)$$

где: $I(t)$ – изгибающая ползучесть в текущий момент процесса ($\text{мм}^2/\text{Н}$);
 z – типовая ширина, (мм);
 d – типовая ширина (размер в направлении касательной), (мм);
 P – нагрузка, (Н);
 L – шаг между опорами (мм);
 $y(t)$ – стрелка отклонения в текущий момент процесса ползучести (мм).

Исследования деформации образца, который в сжатой зоне циклически увлажнен и затем высушен, подтверждает, что физико-механическое состояние является подобным для симметричных изменений содержания влаги, что указано и в работах [65, 66, 67].

Деформации увлажненного образца в напряженной зоне и затем высушенного являются различными.

Увеличение прогиба образца, который был подобен циклическому увлажнению в течении 24 часов в зоне напряжения было соблюдено только в течении первых 12 часов данного процесса увлажнения. После 12 часов увлажнения прогиб внезапно уменьшается в течение оставшегося времени увлажнения и начального периода цикла высушивания. Тогда поведение прогиба вероятно вызвано текущим распределением влаги в поперечном сечении образца, которое показано на Рисунок 4.1. Представленные данные указывают на то, что после 12 часов увлажнения напряженной зоны нагруженного образца, содержание влаги сжатой зоны начинает повышаться, отражаясь уменьшением прогиба. Понижение продолжается в течение целого периода увеличенного содержания влаги в сжатой зоне – в среднем до 24 часов цикла высушивания.

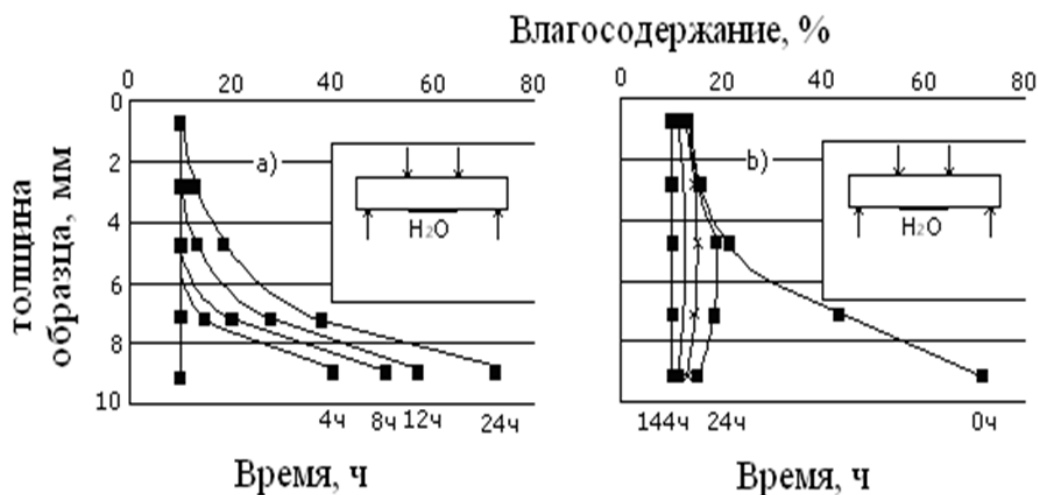


Рисунок 1. Ориентация кривых влажности распределения напряжения в поперечном разрезе образцов из органо-полимерных композитов в увлажненной зоне (а) и в высушенной зоне (в).

Высокая ползучесть, неупругая деформация изгибаемого органо-полимерного композита, содержание влаги в сжатой зоне которой изменено циклически (как показано на Рисунок1), должен соответствовать циклу увлажнения. Различия в деформациях образцов наиболее явно выражены в период механико-сорбционной ползучести. Поскольку хорошо известно, что сопротивление органо-полимерного композита сжатию значительно влияет на изгибающую силу. Имеющиеся в распоряжении данные указывают, что сопротивление органо-полимерного композита продольному сжатию в воздушно-сухом состоянии в 2-2,5 раза ниже, чем его сопротивление растяжению в том же самом состоянии. Для влажной органо-полимерного композита различия могло достигать 4 - изгиб. Это предполагает, что как только сжатая зона изгибаемого образца увлажнена, сопротивление сжатой зоны в

несколько раз ниже, чем сопротивление растянутой сухой зоны. В таких случаях растяжение при изгибе в изучаемых слоях образца (края сжатой зоны) может быть выше, чем значение, при котором поведение органо-полимерного композита является линейно-вязкоупругим.

При проведении многих технологических процессов, а также в период эксплуатации композиционные материалы деформируются в условиях переменной температуры и влажности. Поскольку основной по объему материал органо-полимерного композита – органическое сырье, закономерности его деформирования будут определяться особенностями деформирования природного полимера – древесины, как термовлагоанизотропного материала.

Как известно из работ авторов исследованиями деформативности древесины при переменной влажности и температуре в направлении поперек волокон, установлено, что в диапазоне изменения влажности от нуля до предела насыщения клеточных оболочек (25%) и температуры от 0 до 100°C жесткость и прочность древесины поперек волокон изменяется в 20 раз, а вдоль волокон в 2-3 раза. Предельное значение деформации ε_{II} при заданном напряжении, влажности и температуре определяется обычно в экспериментах.

Прочностные характеристики органо-полимерных композитов существенно снижаются при повышенной влажности и температуре, аналогично показателям жесткости. Кроме того, циклические изменения влажности и температуры нагруженных органо-полимерных композитов приводят к резкому снижению его прочности.

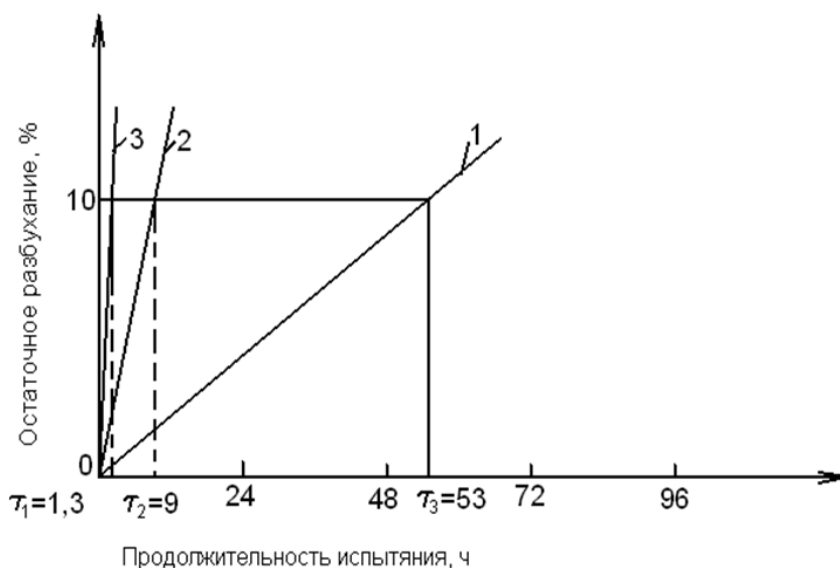


Рисунок 2. Кинетика разбухания плит из растительного сырья при ускоренном термовлажностном старении: 1, 2, 3 – соответственно при температуре 20°C, 70°C и 100°C.

По значениям τ_1 , τ_2 , τ_3 строим графическую зависимость в координатах

$\lg \tau - \frac{1}{T}$ и через полученные точки проводим прямую и графически определяем (Рисунок 4.7).

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\lg \tau_1 - \lg \tau_3}{T_1^{-1} - T_3^{-1}} = \frac{1,7243 - 0,1139}{(3,41 - 2,68) \cdot 10^{-3}} = 6,6 \cdot 10^3$$

Зная $\operatorname{tg} \alpha$ по уравнению (2.5) определяем значение энергии активации:

$$E = \operatorname{tg} \alpha \cdot 2,3 \cdot R = 6,6 \cdot 10^3 \cdot 2,3 \cdot 8,35 = 126,8 \text{ кДж/моль}$$

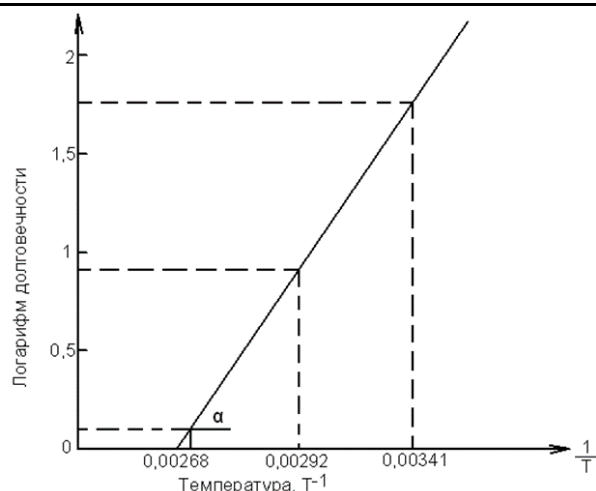


Рисунок 3 - Изменение $\lg \tau$ от обратной температуры

При сопоставлении прогнозной долговечности с результатами натурных испытаний плит из растительного сырья наблюдаются определенные отклонения, что связано со многими факторами. Результат, полученный по предложенному методу определения долговечности, следует считать приближенным. Практическое значение метода сводится к определению относительных показателей долговечности, к возможности предварительной оценки эффективности модификации связующего, изменения режима прессования, применения защитных покрытий.

Сравнение теоретических прогнозных оценок нагруженного и ненагруженного органо-полимерного композита по результатам ускоренных испытаний и длительных натурных наблюдений в различных эксплуатационных условиях показало достаточную степень сходимости результатов прогноза с истинной долговечностью. Для разных условий испытаний коэффициент сходимости колебался от 5,6 до 9,8%, что подтверждает эффективность уточненной методики прогнозирования эксплуатации долговечности органо-полимерных композитов.

Выводы. Деформации изогнутого органокомпозита под ассиметричными циклическими изменениями влажности зависит главным образом от изменения влажности в сжатой зоне.

Список литературы

1. Яценко В.Ф. Прочность и ползучесть конструкционных композитов [Текст] / В.Ф.Яценко. – Киев: Наукова думка, 1998. – С. 164-242.
2. Курдюмова, В.М. Термодинамический анализ структуры строительных композитов из растительного сырья [Текст] / Межд. сб. научн. тр.: Экология и ресурсосберегающие технологии в строительном материаловедении // В.М. Курдюмова, Л.В. Ильченко, А.У.Чымыров. – Новосибирск: 2005. – С. 7-11.
3. Гольденблат, И.И. Теория ползучести строительных материалов и ее приложения [Текст] / И.И.Гольденблат, Н.А. Николаенко. - М.: Госстройиздат, 1995. – 482 с.
4. Закономерности ползучести и длительной прочности: Справочник [Текст] / Под ред. С.А.Шестерикова. – М.: Машиностроение, 1999. – 101 с.
5. Соломатов, В.И. Прочность композиционных материалов [Текст] / В.И.Соломатов. – Липецк: НПО Ориус. 2001, – 112 с.
6. Хрулев, В.М. Состав и структура композиционных материалов [Текст] / В.М. Хрулев, В.М. Курдюмова. – Бишкек: "Полиглот", 1997. – 124 с.