

Разработка эффективных составов композиционных древесно-пластиковых плитных материалов на основе местного сырья и отходов производств

Development of effective compositions of composite wood-plastic board materials based on local raw materials and industrial waste

*С.С. НЕГМАТОВ, Д.К. ХОЛМУРОВОДА, Н.С. АБЕД,
К.С. НЕГМАТОВА, М.Б. БОЙДАДАЕВ, В.С. ТУЛЯГАНОВА
S.S. NEGMATOV, D.K. HOLMURODOVA, N.S. ABED,
K.S. NEGMATOVA, M.B. BOYDADAIEV, V.S. TULYAGANOVA*

Государственное унитарное предприятие «Фан ва тараккиёт» Ташкентского государственного технического университета
имени Ислама Каримова
State Unitary Enterprise "Fan va tarakkiyot" of Tashkent State Technical University after Islam Karimov
s.s.negmatov@mail.ru

В статье приведены результаты исследований, направленных на создание эффективных составов композиционных древесно-пластиковых плитных материалов на основе наполнителей из стеблей хлопчатника и полимерных связующих.

Установлено, что максимальное значение предела прочности при изгибе композиционных древесно-пластиковых материалов (14,8–22,9 МПа) наблюдается при содержании мелких частиц измельченной массы стеблей хлопчатника от 10 до 20% всех рассмотренных плит с плотностью 600, 700 и 800 кг/м³, а максимальное значение предела прочности при растяжении перпендикулярно пласти плит 0,58–0,91 МПа находится при содержании мелкой фракции от 15 до 25%. Минимальное водопоглощение плит при трех плотностях 650, 750 и 850 кг/см³ зафиксировано при содержании мелкой фракции в массе 15–18%.

Выявлено, что высокое значение предела прочности при статическом изгибе композиционных древесно-пластиковых материалов с плотностью 650, 750 и 850 кг/см³ при содержании волокнистой части хлопчатника от 20–60% находится в пределах 14–15,5 МПа, 17,5–19,1 МПа и 20–22,2 МПа соответственно. Наименьшее водопоглощение и разбухание плит наблюдается при содержании волокнистой части в пределах 30–40%.

Ключевые слова: композиция, древесно-пластиковая плита, стебли хлопчатника, полимерные связующие, сыпучесть, мелкие и волокнистые частицы, древесная фракция, плотность, модуль упругости, удельное сопротивление, сопротивление выдергиванию гвоздей

The article presents the results of research aimed at creating of effective compositions of composite wood-plastic board materials based on fillers from cotton stalks and polymer binders.

It was found that for all the considered plates with a density of 600, 700 and 800 kg/m³, the maximum value of the bending strength of composite wood-plastic materials (14.8–22.9 MPa) is observed when the content of small particles of the crushed mass of cotton stems is from 10 to 20%, and the maximum value of the tensile strength perpendicular to the plate layer (0.58–0.91 MPa) – at the content of a fine fraction from 15 to 25%. The minimum water absorption of plates at three densities of 650, 750 and 850 kg / cm³ was recorded with a fine fraction content of 15–18% in the mass.

It was revealed that the high value of the ultimate strength in static bending of composite wood-plastic materials with a density of 650, 750 and 850 kg/cm³ with a content of the fibrous part of cotton 20–60% is in the range of 14–15,5 MPa, 17,5–19,1 MPa and 20–22,2 MPa, respectively. The least water absorption and swelling of the slabs is observed when the content of the fibrous part is in the range of 30–40%.

Keywords: composition, wood-plastic board, cotton stalks, polymer binders, flowability, fine and fibrous particles, wood fraction, density, modulus of elasticity, resistivity

DOI: 10.35164/0554-2901-2020-11-12-28-32

Введение

В настоящее время стоит задача обеспечения строительства, мебельной промышленности и машиностроения материалами на основе древесины. В мировом масштабе объем выпуска полимеров составляет около 200 млн тонн, и спрос на древесно-полимерные материалы в последние годы постоянно повышается. Проводятся научно-исследовательские работы по разработке древесно-пластиковых материалов и использованию готовых продуктов из них в строительстве, машиностроении, мебельной промышленности.

Ценные свойства древесно-пластиковых материалов и плит, такие как однородность микроструктуры и свойств в различных направлениях по объему и плоскости, а также сравнительно не-

большие изменения размеров в условиях влажности дают широкие возможности для производства. Сравнительно легкая технологичность получения изделий различной конфигурации и формы, деталей и листовых материалов больших форматов, а также возможность использования для них доступных полимерных связующих способствуют применению в производстве таких материалов стеблей однолетних растений [1–6].

Производство древесно-пластиковых материалов и плит из стеблей однолетних растений в Узбекистане пока не получило большого развития. Однако в ряде зарубежных стран достаточно широко используют в качестве сырья, заменяющего древесину для наполнения композиционных древесно-пластиковых материалов и плит,

стебли и костры лубяных растений – льна, обрезки виноградной лозы, конопли, кенафа и различные виды соломы. В настоящее время плиты из костры вырабатываются в Польше, во Франции и в ряде других стран. Так, из 60 марок плит, выпускаемых во Франции, 12 марок плит из костры. Плиты из багассы – отходов сахарного тростника – получают на Кубе, Филиппинах, в Аргентине, Индии, Бразилии, Мексике, Южной Африке и других странах [7–9].

Из-за ограниченности лесных ресурсов как в Узбекистане, так и в других странах, появилась тенденция использовать в качестве сырья для изготовления древесно-пластиковых материалов и плит сельскохозяйственные отходы и стебли различных однолетних растений: стебли льняной и конопляной костры, луба, стебли хлопчатника, риса, лузги подсолнуха, шелухи кофе, земляных орехов, кокосовых пальм, стеблей бамбука [10–17]. Известно, что их запасы достаточно велики и ежегодно возобновляются. Так, только в Узбекистане количество костры кенафа достигает 200 тыс. тонн в год, а стеблей хлопчатника безгранично много.

В настоящее время стебли хлопчатника в областях Республики Узбекистан в основном используют как топливо для жилищ [18], а за рубежом также для получения электричества, пара [19], как удобрение [20], как сырьё для гидролизных заводов [20–22], для производства бумаги [23]. Из тонны стеблей путем гидролиза можно получить 90–120 кг фурфурола, обладающего стимулирующими свойствами сложных удобрений. Однако основная часть стеблей хлопчатника не находит применения и используется населением как топливо.

В этом аспекте разработка и получение композиционных древесно-пластиковых плитных материалов на основе наполнителей из стеблей хлопчатника и полимерных связующих и их внедрение в производство имеют особое значение. Обеспечивается потребность республики в древесно-пластиковых материалах и плитах за счёт внутренних ресурсов, что приводит к валютосбережению. Данная работа посвящена решению этих задач.

Объекты и методы исследования

В качестве объекта исследований для получения древесного наполнителя были выбраны стебли хлопчатника сорта Ташкент-1, срок хранения до 1 года.

Как уже отмечалось [29], по сравнению с другими однолетними растениями они существенно ближе к древесине по химическому составу, строению и свойствам. В таблице 1 приведены основные физико-механические характеристики древесных пород и стеблей хлопчатника.

Таблица 1. Основные физико-механические свойства стеблей хлопчатника и древесных пород, используемых в производстве древесно-пластиковых плит.

Порода древесины	Объёмный вес в абсолютно сухом состоянии, г/см ³	Предел прочности при статическом изгибе, МПа
Сосна	0,39–0,46	64,9–87,7
Ель	0,39–0,46	60,3–77,4
Осина	0,39–0,47	58,0–76,6
Стебли хлопчатника	0,38–0,40	60,0–88,0

Как видно из таблицы 1, объёмный вес и предел прочности при статическом изгибе стебля хлопчатника почти аналогичен пределу прочности древесных пород, используемых в производстве древесно-пластиковых плит.

В качестве полимерного связующего была использована карбамидоформальдегидная смола марки КФМТ (ГОСТ 14231-90) вязкостью 40–60 с. При проведении специального эксперимента для определения качества композиционного древесно-пластикового материала концентрация карбамидоформальдегидной смолы изменялась как в сторону уменьшения, так и увеличения от показателя ДСП.

Измельчение стеблей хлопчатника осуществлялось по способу и на устройствах, разработанных в ГУП «Фан ва тараккиёт» [24–26].

Методика получения композиционных древесно-пластиковых плитных материалов на основе древесных наполнителей из стеблей однолетних растений и полимерных связующих приведена в работах [6–27].

Методы исследования

Использовалась ИК-спектроскопия, рентгенофазный и дифференциально-термический анализ и др. Физико-механические свойства определены и обработаны общепринятыми стандартными методами, приведенными в наших работах [28, 29].

Полученные научные результаты и их обсуждение

Рассмотрим результаты исследования структуры, химического состава и свойств стеблей хлопчатника, фракционный состав и особенности фракционирования стружечной массы из стеблей хлопчатника и свойства наполнителей из стеблей хлопчатника.

Экспериментальным исследованием установлено, что объёмный вес стеблей хлопчатника в сухом состоянии равен 0,38–0,42 г/см³, а предел прочности при изгибе – 0,60–0,68 МПа. Указанные характеристики для древесины осины соответственно равны 0,39–0,47 г/см³ и 0,580–0,766 МПа. Влажность стеблей хлопчатника в среднем составляет 10%.

В таблице 2 приведены результаты исследований химического состава древесины и стеблей хлопчатника. Из таблицы 2 видно, что по химическому составу и строению хлопчатник отличается от древесины. Процент целлюлозы и лигнина у древесины осины выше, чем у стеблей хлопчатника, а содержание пентозана и прочих соединений выше у последнего.

Таблица 2. Химический состав древесины и стеблей хлопчатника.

Компоненты, %	Древесина (осина)	Стебли хлопчатника
Целлюлоза	43,3	до 40
Лигнин	27,5	до 20
Пентозаны	10,4	до 18
Прочие соединения	18,8	до 22

Рассмотрены отличительные характеристики измельченных стеблей хлопчатника, такие как наличие волокнистой части, сердцевин и неоднородность размера и формы древесных частиц (рис. 1).

Из рис. 1 видно, что при измельчении стеблей хлопчатника образуется масса, состоящая из древесных частиц иглообразной формы, волокнистых включений, образованных из коры, и мелкой фракции, состоящей из дробленой части древесины и сердцевины стебля.

Каждый из этих компонентов имеет свои прочностные свойства, физические характеристики и химический состав, размер и форму частиц. Так, исследованием установлено, что насыпной вес различных измельченных фракций составил от 0,224 до 1,96 кг/л, спрессовываемость – 90%, упругость – 1,6%. Это обстоятельство является главным отличительным признаком наполнителя из стеблей хлопчатника и требует изучения и корректировки всех технологических режимов производства плитного материала.

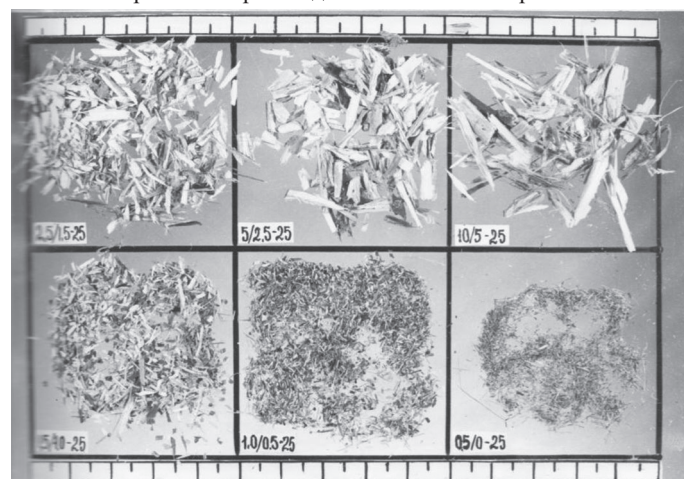


Рис. 1. Фракционный состав измельченной массы стеблей хлопчатника. Цифры в углу фотографий: первая цифра – размер ячейки сита, через которую прошла данная фракция, мм; вторая цифра – размер ячейки сита, на котором выделена данная фракция, мм; третья цифра – длина щепы, из которой получена данная стружка, мм.

Далее рассмотрим результаты исследований закономерности формирования физико-механических свойств древесно-пластиковых композиционных плитных материалов в зависимости от вида и фракционного состава наполнителя из стеблей хлопчатника. Основными технологическими задачами исследования при разработке

состава древесно-пластиковых материалов было изучение влияния вида и дисперсности частиц, фракционного состава стружечной массы из стеблей хлопчатника (мелкая фракция, волокнистая и древесная часть) на их свойства с целью дальнейшего использования в заводской технологии и получения композиционных древесно-пластиковых плит с повышенными физико-механическими свойствами.

При изучении влияния мелкой фракции (сход от сита с ячейками $1,5 \times 1,5$ мм) на свойства плит критерием оценки служили прочность на изгиб, прочность на разрыв, разбухание и водопоглощение (рис. 2).

Из кривых рис. 2 видно, что первоначально с увеличением содержания мелкой фракции от 5 до 15% предел прочности на изгиб растёт от 17,0 МПа до 24,0 МПа. Это можно объяснить тем, что мелкие частицы играют роль среднего звена между двумя крупными частицами, заполняя пустые пространства в стружечном пакете и тем самым увеличивая площадь склеивания. Увеличение содержания мелкой фракции до 15% и выше приводит к плавному снижению предела прочности на изгиб, что объясняется увеличением поверхностной площади стружки и в связи с этим нехваткой полимерного связующего. Образуются пустоты, приводящие к снижению контактов стружек и ухудшению прочностных характеристик плотного материала.



Рис. 2. Зависимость влияния содержания мелкой фракции на физико-механические свойства композиционных плит. 1 – прочность на изгиб, σ_n ; 2 – прочность на разрыв, σ_r ; 3 – разбухание, ΔS ; 4 – водопоглощение, W .

Кривая прочности на разрыв перпендикулярно пласти плиты также имеет экстремальный характер. При содержании мелкой фракции до 15% происходит повышение прочности на разрыв. Она увеличивается с 0,64 МПа (при 5%) до 0,72 МПа (при 15%), затем, пройдя через этот максимум, прочность на разрыв снижается.

Это объясняется в основном влиянием мелкой фракции на процесс склеивания стружки. При малом количестве она способствует склеиванию стружки, а при избытке в связи с осмолением контакта между стружками проходит разрыв образца в области локализации мелкой фракции.

Иной характер носит зависимость разбухания и водопоглощения образцов от количества мелкой фракции. Из-за снижения объема пор эти показатели снижаются, с увеличением содержания мелкой фракции до 35% показатель разбухания снижается до 18%. Исследование показывает, что для плит из стеблей хлопчатника можно брать более широкий диапазон содержания мелкой фракции в массе от 15% до 25% (при которых по свойствам плита может удовлетворять требованиям ГОСТа).

Изучение содержания волокнистой части стебля показало, что лубяные волокна по отношению к общей массе стебля составляют 30–35%.

Был проведен эксперимент, основанный на добавлении в стружечную массу, состоящую только из древесной части стружки, различных количеств свободных волокон, отделенных от стружки после измельчения. Волокно добавлялось в стружку в количестве 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 80%, 90%, пыль (мелкая часть) составляла 10%.

Как видно из рис. 3, пределы прочности при изгибе и растяжении с увеличением содержания волокна имеют экстремальный характер, проходя через максимум. Так, с увеличением содержания волокна до 40% предел прочности плит при изгибе растет до

19 МПа при плотности 700 кг/м³ (рис. 3). Затем он снижается, достигая при 90%-ном содержании волокна 17 МПа, что объясняется дефицитом связующего, так как разрыхленная лубяная кора имеет высокую удельную поверхность. При испытании образцов на водопоглощение и разбухание – с увеличением содержания волокна наблюдается повышение этих показателей.

Аналогичные результаты были получены при плотности 650 и 750 кг/м³ при исследовании предела прочности при изгибе и растяжении перпендикулярно пласти, модуля упругости, сопротивления выдергиванию гвоздей и шурупов.

На основании этих результатов сделан вывод о том, что содержание не более 40% волокнистой части стружки из стеблей хлопчатника оказывает положительное влияние на свойства плит благодаря механической прочности и армирующей способности. Поэтому отделение волокна от стеблей хлопчатника нецелесообразно.

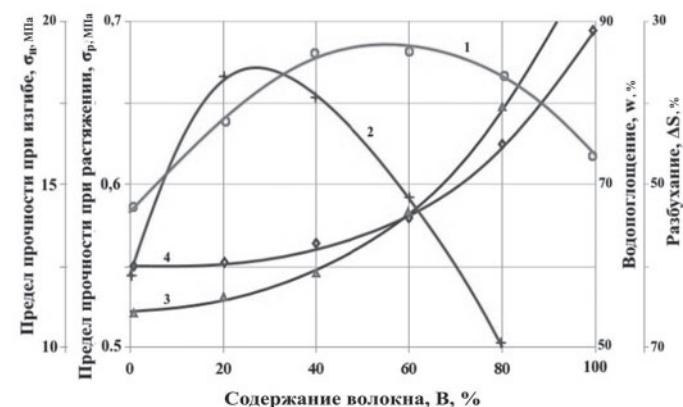


Рис. 3. Зависимость влияния содержания волокна (В) на физико-механические свойства композиционных плит. 1 – предел прочности при изгибе, σ_n ; 2 – предел прочности при растяжении, σ_r ; 3 – водопоглощение, W ; 4 – разбухание, ΔS .

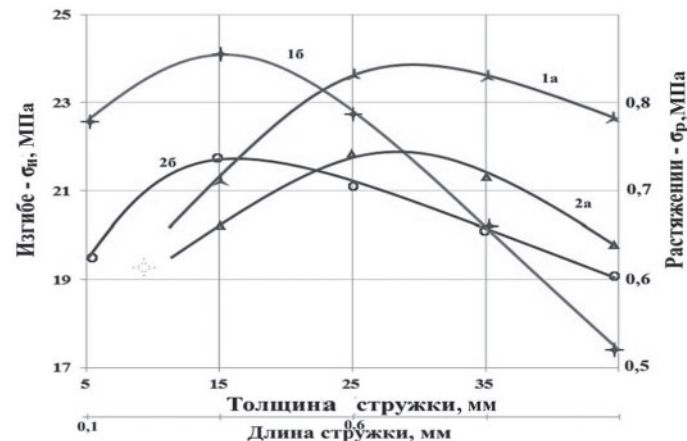


Рис. 4. Зависимость предела прочности при изгибе – σ_n (1) и растяжении – σ_r (2) от длины (а) и толщины (б) стружки.

Исследование физико-механических свойств плит в зависимости от размера древесной части частиц (длины и толщины древесной стружки) показало, что прочности на изгиб и на растяжение растут с увеличением длины стружки до 30 мм, затем снижаются (рис. 4), что объясняется ухудшением упорядоченности частиц и увеличением свободных от контакта зон.

Влияние толщины стружки на свойства плит имеет две противоположные тенденции. Во-первых, с уменьшением толщины стружки увеличивается связь частиц в горизонтальном направлении. Снижается количество пустых зон. В результате повышается прочность плит на изгиб.

В то же время с уменьшением толщины частиц увеличивается удельная поверхность стружки и снижается механическая прочность частиц. Это приводит к уменьшению внутренней связи частиц между собой из-за неосмоленности, что способствует некоторому снижению прочности при разрыве перпендикулярно поверхности плиты.

Исследование влияния толщины стружек на водопоглощение (W) и разбухание (ΔS) показало, что при меньших значениях толщины улучшаются указанные выше свойства, например, при толщине стружек 0,1–0,6 мм W и ΔS составляют соответственно 18 и 19,5%. С увеличением толщины выше 0,7–0,8 мм эти показатели резко ухудшаются, что объясняется увеличением пористости материала плиты. Результаты исследований показали, что оптимальная толщина стружки по прочности и водостойкости равна 0,3–0,8 мм.



Рис. 5. Зависимость предела прочности при изгибе (1) и водопоглощения (2) плитного материала от влажности композиции. 1 – предел прочности при изгибе, σ_n ; 2 – водопоглощение плитного материала, W .

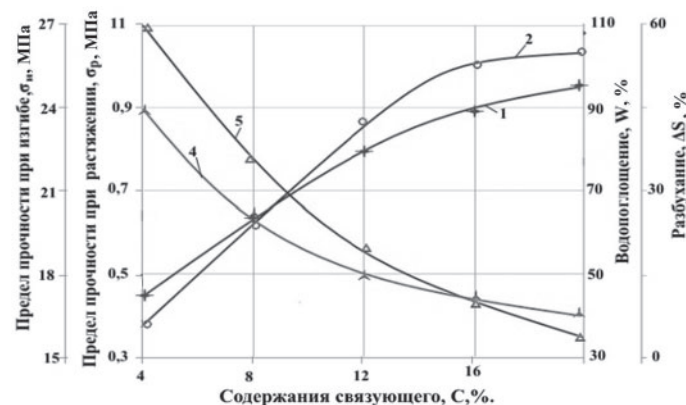


Рис. 6. Зависимость влияния содержания связующего на физико-механические свойства плитного материала. 1, 2 – предел прочности при изгибе (σ_n) и растяжении (σ_r) соответственно; 3 – водопоглощение, W ; 4 – разбухание, ΔS .

Таким образом, в результате данного исследования определены оптимальные параметры стружки (длина 25–30 мм, толщина 0,2–0,6 мм) относительно геометрических размеров частиц.

Изучение процесса осмоления и прессования частиц наполнителя в производстве композиционных плит неразрывно связано с определением влажности стружки до и после осмоления. Влажность стружки до осмоления оказывает влияние на качество осмоления. Слишком сухая стружка впитывает образующуюся влагу в поры, не оставляя слоя полимера на поверхности частиц. Как видно из рис. 5, с увеличением влажности композиции от 4 до 13% предел прочно-

сти при изгибе имеет экстремальный характер через максимум, а у водопоглощения экстремум проходит через минимум.

По результатам экспериментальных исследований установлено, что при постоянном режиме прессования объемный вес плит увеличивается от 550 до 730 кг/м³ при изменении влажности композиции от 4 до 10%, при этом другие технологические параметры остаются без изменения. Предел прочности при изгибе увеличивается от 20 до 25 МПа, а водопоглощение уменьшается до 38–40% (рис. 5). Увеличение влажности более чем на 12% приводит к расслоению плиты.

Немаловажным фактором, определяющим свойства древесно-пластикового материала и технологию его получения, является вид и содержание полимерного связующего в композиции.

На рис. 6 показано влияние содержания связующего на физико-механические свойства плитного материала.

В производстве древесно-стружечных плит принята норма расхода связующего около 4–7 г (по сухому веществу) на поверхности стружки. Если равномерно распределить это количество, можно получить слой смолы 5–12 мкм (в жидком виде).

Так как абсолютно гладких стружек практически не бывает, для покрытия всей поверхности частиц (особенно шероховатых) необходимо резко увеличить количество связующего. Расход связующего устанавливается опытным путем в зависимости от требований к плитам.

Установлено, что прочность образцов при изгибе и при растяжении перпендикулярно пласти в зависимости от количества связующего от 4 до 20% возрастает: при изгибе – от 17,5 до 25,3 МПа, при растяжении – от 0,42 до 1,0 МПа. При этом интенсивность возрастания прочности снижается после 12–14% осмоления, а при дальнейшем увеличении содержание связующего не оказывает заметного влияния на прочность при изгибе и растяжении. Поэтому содержание смолы в стружке от 10 до 14% было принято за оптимальное. Это отвечает требованиям к плите в соответствии с ГОСТ 10632-77. При этом в наружные слои многослойных плит рекомендуется вводить максимальные количества связующего (14%).

В таблице 3 приведены физико-механические свойства древесно-стружечных плит (ДСП) и композиционных древесно-пластиковых плит из стеблей хлопчатника, полученных на основе связующих с различными свойствами.

Из таблицы 3 видно, что, в отличие от древесных плит, плиты из стеблей хлопчатника могут иметь широкий диапазон плотности при сохранении удовлетворительных физико-механических свойств.

Выводы

Установлено, что максимальное значение предела прочности при изгибе композиционных древесно-пластиковых материалов (14,8–22,9 МПа) наблюдается при содержании мелких частиц измельченной массы стеблей хлопчатника от 10 до 20% для всех рассмотренных плит с плотностью 600, 700 и 800 кг/м³, а максимальное значение предела прочности при растяжении перпендикулярно пласти плит 0,58–0,91 МПа находится при содержании мелкой фракции от 15 до 25%.

Исследованием установлено, что мелкая фракция измельченной массы стеблей хлопчатника существенно влияет на водопоглощение и разбухание разрабатываемых композиционных

Таблица 3. Физико-механические свойства ДСП и композиционных плит из стеблей хлопчатника и полимерных связующих.

Показатели свойств материала	Свойства ДСП, по ГОСТ 10632 77 при плотности 720–800 кг/м ³	Свойства КП при плотностях, кг/м ³		
		650	750	850
Предел прочности при изгибе, МПа, для толщины 16 мм, не менее	15–18	17–20	23–27	27–30
Предел прочности при растяжении перпендикулярно пласти плиты, МПа, не менее	0,3–0,35	0,45–0,6	0,85–0,9	0,9–1,1
Разбухание, %, не более при обычной водостойкости	20–30	27–30	18–25	15–18
Твердость, МПа (ориентировочно)	19,6–39,2	30–35	35–42	38–48
Модуль упругости при статическом изгибе, МПа	1770–4410	1500–2000	2200–3000	3000–4500
Удельное сопротивление выдергиванию гвоздей, МПа	2,45–2,65	2,3–2,5	2,5–3,0	2,6–3,1
Удельное сопротивление выдергиванию шурупов, Н/м	58800–117700	60000–90000	90000–10000	100000–20000

древесно-пластиковых материалов. Показано, что минимальное водопоглощение плит при трех плотностях 650, 750 и 850 кг/см³ находится при содержании мелкой фракции в массе 15–18%. При содержании в стружечной массе 35–40% мелкой фракции разбухание для всех плит минимальное, например, для плиты с плотностью 800 кг/см³ – 12,5%, а для плит с плотностью 700 кг/см³ разбухание составляет 35%.

Выявлено, что высокое значение предела прочности при статическом изгибе композиционных древесно-пластиковых материалов с плотностью 650, 750 и 850 кг/см³ при содержании волокнистой части хлопчатника от 20 до 60% находится в пределах 14–15,5 МПа, 17,5–19,1 МПа и 20–22,2 МПа соответственно. А максимальное значение предела прочности при растяжении перпендикулярно пласти плиты с вышеприведенными плотностями находится при содержании волокнистой части хлопчатника от 20 до 40%. Аналогичные закономерности наблюдаются и при испытании образцов на модуль упругости, удельное сопротивление выдергиванию гвоздей и шурупов. Наименьшее водопоглощение и разбухание плит наблюдается при содержании волокнистой части в пределах 30–40%.

Определено оптимальное содержание в массе волокнистых частиц, которое составляет 30–35%. Предложено оптимальное содержание связующего в композиции, равное 12–16%, при этом мелкой фракции в измельченной массе не должно быть более 15%, а содержание древесной части составляет до 50% с частицами длиной 25–30 мм и толщиной 0,3–0,8 мм.

Литература

- Бурный рост производства древесностружечных и вафельных плит. Ctryrik B // North Joqger and Timber Process. – 1984. vol. 32. №9. P. 8–9.
- Карасев Е.И. Развитие производства древесных плит. Уч. пособие для вузов. – М.: МГУЛ. 2001. – с. 3–10, 89–93.
- Суровцева Л.С. Технология и оборудование производства композиционных древесных материалов. Учебник для вузов. Издательство Архангельского гос. техн. ун-та, 2001. – с. 3–7, 180–210.
- Deppe H.J., Ernst K. MDF – mitteldichte Faserplatten. DRW-Verlag. 1996. p. 10–21, 102–120.
- Deppe H.J., Ernst K. Taschenbuch der Spanplattentechnik (4. Auflage). DRW-Verlag, Stuttgart, BRD. 2000. p. 5–10, 112–164.
- European Panel Federation (EPF). Annual Report. 2001–2002. p. 3–6, 282–311.
- Брайтенбах П. Установка для непрерывного производства плит из богассы. – Рекламный проспект фирмы "Бизон-Ворд" Ультра-ворд/Группа "Афкол", Мэйлейн, Южная Африка, 1990. С 1–3.
- Brikmon "Banmrwollsten-Rostoll Sur Vondie Spanuplaten" Bisonwerke Bahke and Jreten. 1979. С 10–14.
- Christensen F.J., Christensen M.L. The production of hardboard from bagasse and cresol resin. Commonwealth scientific and cendustrial research organization, south Melbourne. – Australia. – 1955. – 18 p.
- Завражнов А.М. и др. Лесопользование отходов, переработка одолетних растений в качестве сырья для изготовления плитных материалов //Совершенствование технологии и оборудования для производства древесных плит. – Сб. трудов ШЛО «Союзнауцплитпром» ВНИДрев. Балабанов, 1983. – с. 54–606.
- Мезенцев А.В. Разработка метода и технологии изготовления плитных материалов из одревесневших остатков одолетних растений без добавления связующих. – Автореферат канд. дис. – Свердловск, 1973, С. 5–12.
- Верес В.Ф. Сырьё для древесных плит из местных ресурсов // Деревообрабатывающая промышленность, 1962. – №9. – с.19–20.
- Голубицкая Г.А. Некоторые свойства стеблей хлопчатника и некоторые физико-механические показатели строительных пластиков из частиц хлопковых стеблей //Тезисы докл. XVI научной конференции Аз ПЛ. – Баку, 1967. – с. 22.
- Use of agricultural and industrial wasters in low – cost construction/ – New York, – 1977. 127 p.
- Miller H.A. Particle board manufacture, Park Ridge New Jersey, Naves Date Corporation. 1977. – p. 112–124.
- Moslemi A.A. Particleboard: Materials, Illinois, Southern Jllinois University Press. – 1974. – p. 112–142.
- Special issue on agricultural waste utilization/ Small industry journal Qivzon City. Philippines. – 1976. p. 9–11.
- Кудилов В., Петров П. Все резервы – в дело //Хлопководство. Агропромиздат, 1985, № 4, 12–14.
- Система получения электричества и пара из хлопковой шелухи // Oil mill garetter. – 1985, vol. 89. №10. p. 14–16.
- Ерматов И. Использование отходов хлопководства //Хлопководство. – 1986, №4, с.10–11.
- Ерматов Л.Т., Абдуллаев А. Отходы хлопководства в дело //Сельское хозяйство Узбекистана. – 1985, № 10, с. 13–14.
- Неринский А.С. Ерматов Л.Т. Об оценке отходов производства хлопка //Планирование и учет в с/х предприятиях. – 1985, №2, с. 32–35.
- Бумага из гуза-пай //Ташкентская правда. – 4 сентября, 1981, 2 с.
- Авторское свидетельство. №114952 СССР, МКИ В27 11/06. 1984 Устройство для измельчения стеблей растения в тюках. Негматов С.С., Саидов М.М., Атаходжаев А.
- Негматов С.С., Холмуродова Д.К., Абед Ш.Ж., Буриев Н.И., Аскарлов К.А., Саидов М.М., Атаходжаев Л., Абдуллаев М.Б. Технология получения наполнителей из стеблей хлопчатника для производства композиционных древесно-пластиковых материалов. Ташкент, ГУП «Фан ва тараккиёт», 2010 г., 24 с.
- Негматов С.С., Саидов М.М., Туляганов Б.Х., Холмуродова Д.К., Лысенко А.М., Абдуллаев М.Б., Мухитдинов З.Н. Технология получения наполнителя из стеблей хлопчатника для производства композиционных древесно-пластиковых материалов. РНТК Новые композиционные материалы на основе органических и неорганических ингредиентов. 27–28 сентября 2012 г., 30–32 с.
- Холмуродова Д.К., Негматов С.С., Саидов М.М., Туляганов Б.Х. Факторы, влияющие на формирование и величину физико-механических свойств композиционных древесно-пластиковых материалов и плит. РНТК Композиционные материалы на основе техногенных отходов и местного сырья: состав, свойства и применение» 15–16 апреля 2010 г. – с. 23–25.
- Холмуродова Д.К., Негматов С.С., Лысенко А.М., Саидов М.М., Туляганов Б.Х., Мухитдинов З.Н. Методика определения физико-механических свойств композиционных древесно-пластиковых плитных материалов. МНТК Новые композиционные материалы на основе местного и вторичного сырья. 5–7 мая 2011 г. – С. 68–70.
- Холмуродова Д.К., Негматов С.С., Лысенко А.М., Саидов М.М., Туляганов Б.Х., Мухитдинов З.Н. Методика обработки результатов измерений физико-механических свойств композиционных древесно-пластиковых плитных материалов. МНТК Новые композиционные материалы на основе местного и вторичного сырья. 5–7 мая 2011 г. – С.29–30.