



УДК 620.22

**Б.Н. Азаматов**

Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева, г. Усть-Каменогорск

**Д. Ерболатулы, Б.Б. Темирбекова, Н. Кантай**

Восточно-Казахстанский государственный университет им. С. Аманжолова, г. Усть-Каменогорск

**ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ  
ДРЕВЕСНО-ПОЛИМЕРНОГО КОМПОЗИТА КАК ПЕРСПЕКТИВНОГО**

Древесно-полимерный композит (ДПК) - новая, но отлично зарекомендовавшая себя разработка в области строительных материалов. ДПК сочетает в себе лучшие стороны древесины и пластика [1-5]. ДПК и изделия из него обладают большинством свойств обычной древесины, превосходя ее по многим параметрам. Изделия из ДПК не боятся влаги и вредителей, не требуют окраски, поверхность долгие годы сохраняет эстетичный внешний вид [2, 3]. Состав ДПК: древесный наполнитель (древесная мука) и полимер (химического или натурального происхождения), модифицированный, как правило, химическими добавками. Он известен также под такими названиями, как: «жидкое дерево», дерево-пластиковый композит, древопласт, поливуд, экологически чистые древесно-полимерные пластмассы, древесно-наполненный полипропилен [4, 5].

В данной работе проведены исследования ДПК в виде бруса лавочного (полнотелый), изготовленного на заводе ТОО «KazWoodGroup» (рис. 1).

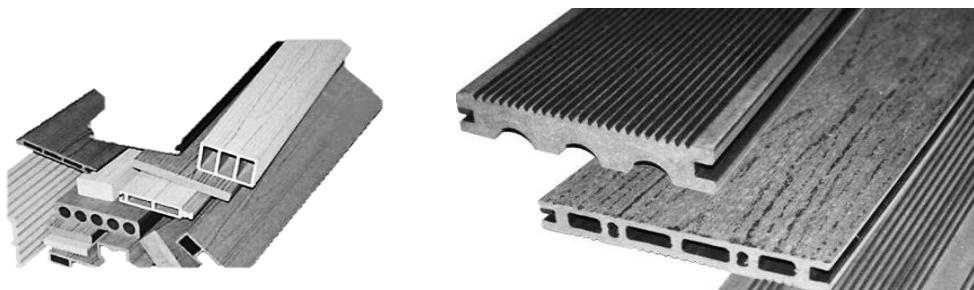


Рисунок 1 - Изделия из древесно-полимерного композита

Для определения плотности материала по ГОСТ 16483.1-84 (СТ СЭВ 388-756) были подготовлены три образца. Образцы изготавливают в форме прямоугольной призмы с основанием 20x20 мм и длиной вдоль волокон 30 мм. Массу образцов определяют с погрешностью не более 0,01 г. Для определения объема образцов измеряли штангенциркулем их линейные размеры  $a$ ,  $b$ ,  $c$  погрешностью измерения не более 0,1 мм. Далее по формуле определяем плотность образцов при влажности в момент испытания. Плотность ( $\rho_w$ ) каждого образца при влажности  $W$  в момент испытания вычисляют в килограммах на кубический метр или в граммах на кубический сантиметр (табл. 1).

Таблица 1  
Экспериментальные значения плотности образцов

№	Масса образцов, $m$ , кг	Объем образцов, $V$ , $m^3$	Плотность образцов, $\rho$ , $kg/m^3$	Среднее значение плотности образцов, $\langle\rho\rangle$ , $kg/m^3$
1	$14,15 \cdot 10^{-3}$	$12 \cdot 10^{-6}$	1180	1195
2	$14,53 \cdot 10^{-3}$	$11,80 \cdot 10^{-6}$	1230	
3	$12,93 \cdot 10^{-3}$	$10,98 \cdot 10^{-6}$	1180	

Далее, по ГОСТ 16588-91 (ИСО 4470-81) ускоренным сушильно-весовым методом определили влажность ДПК (брус лавочный). Сушку образцов согласно этому методу вели при температуре 122 °С в течение 2,5 часов.

Влажность (W) в процентах вычисляют по формуле:

$$W = (m_1 - m_2) / m_1 \cdot 100 \%, \quad (1)$$

где  $m_1$  - масса образца до высушивания, г;  $m_2$  - масса образца после высушивания, г.

Испытания на влажность (табл. 2) показали низкие значения влажности ДПК (0,05 %) после сушки по стандартным требованиям (в течение 2,5 часов). Для изучения влияния продолжительности сушки на показатели влажности были получены образцы сушкой в течение 4,5 и 6,5 часов (табл. 2). Как показывают результаты измерений, изменение массы образцов ДПК после сушки до 6,5 часов не превышает 1 %. Поэтому согласно ГОСТ 16588-91 за влажность ДПК можно принять  $W=0,05 \%$ , измеренную ускоренным сушильно-весовым методом. Это значение влажности в десятки раз ниже, чем у древесных материалов, соответственно коробления, растрескивания и изменения форм и размеров композита при сушке, в том числе при естественной сушке, не будет.

Таблица 2  
Экспериментальные значения влажности образцов

Время сушки образца	W-влажность, %
Образцы после сушки в течение 2,5 часов	0,05
Образцы после сушки в течение 4,5 часов	0,07
Образцы после сушки в течение 6,5 часов	0,2

Для определения предела прочности при изгибе согласно ГОСТа 16483.3-84 были подготовлены образцы в форме прямоугольной призмы с поперечным сечением  $20 \times 20$  мм и длиной вдоль волокон 300 мм. Предел прочности при изгибе определяли на универсальной машине для механических испытаний материалов типа WDW-5E. Испытание на изгиб продолжается до разрушения образца. Диаграммы нагружения образцов при изгибе показаны на рис. 2.

Образцы разрушаются достаточно вязко, поперек их длины. Поверхность излома образцов чащечная, а не плоская.

Предел прочности  $\sigma_w$  (МПа) образца с влажностью на момент испытания вычисляем по формуле:

$$\sigma_w = (3P_{max} \cdot l) / (2bh^2), \quad (2)$$

где  $P_{max}$  - максимальная нагрузка, Н;  $l$  - расстояние между центрами опор, мм;  $h$  - высота образца, мм;  $b$  - ширина образца, мм.

Результат вычисляют и округляют до 1 МПа.

Предел прочности ДПК оказался равным  $\sigma_w=26$  МПа. Это значение ниже, чем прочность натуральных волокнистых материалов, например осины (78 МПа) или ели

(79,5 МПа), однако для композитных материалов на основе древесных отходов эта величина считается достаточной.

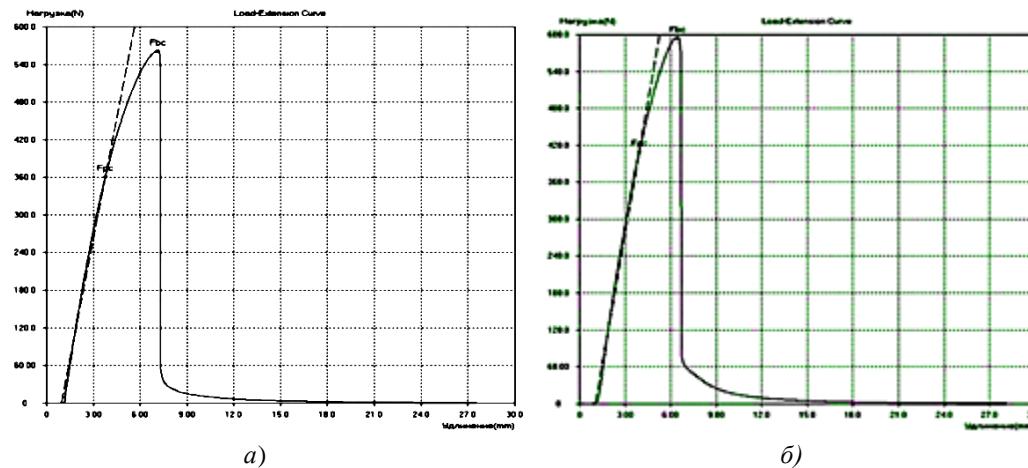


Рисунок 2 - Диаграммы нагружения образцов при изгибе: а) 1-й образец, б) 2-й образец

Далее по ГОСТ 16483.19-72 было оценено водопоглощение ДПК (брюса) при выдерживании образцов в среде с насыщенным раствором соды ( $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ). Образцы периодически взвешивают с погрешностью не более 0,001 г; первое взвешивание производят через сутки с момента помещения образцов в эксикатор, последующие - через 2, 3, 6, 9, 13, 20 суток и далее через каждые 10 суток. Минимальная продолжительность выдерживания образцов - 30 суток (табл. 3).

Испытание заканчивают, когда разность между двумя последними взвешиваниями будет не более 0,002 г.

Таблица 3  
Результаты измерения массы древесно-полимерного композита после водопоглощения

№	До исследования, г	Вес образцов после исследования, г						Wп, %
		2 суток	4 суток	6 суток	8 суток	12 суток	19 суток	
1	5,4710	5,7604	5,8827	5,9593	5,9806	6,0728	6,2219	13,7
2	6,0234	6,2825	6,4424	6,5103	6,5497	6,6265	6,7418	11,9
3	5,8025	6,0796	6,2221	6,2773	6,3389	6,4190	6,5532	12,9
	Wпср							12,8

Результаты исследования показали, что масса образца увеличивается по мере нахождения в среде с насыщенным раствором соды ( $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ), однако динамика изменения зависимости не резкая (рис. 3), что свидетельствует о невысокой степени водопоглощения ДПК.

Количество поглощенной влаги в процентах вычислили до 0,1 % по формуле:

$$Wn = (m_2 - m_1) / m_1 \cdot 100 \% . \quad (3)$$

Результаты испытания показали, что ДПК обладает относительно низким водопоглощением ( $W_{\text{пср}}=12,8\%$  за 30 суток), что является преимуществом по сравнению с древесиной, которая в сухом состоянии может впитать более 30 % воды за сутки. Водопоглощение влияет непосредственно на размерную стабильность и долговечность материала,

но прежде всего на стойкость по отношению к микробиологическому разложению. Чтобы водопоглощение композиционного материала было минимальным, он должен иметь настолько высокую плотность, насколько позволяет его состав.

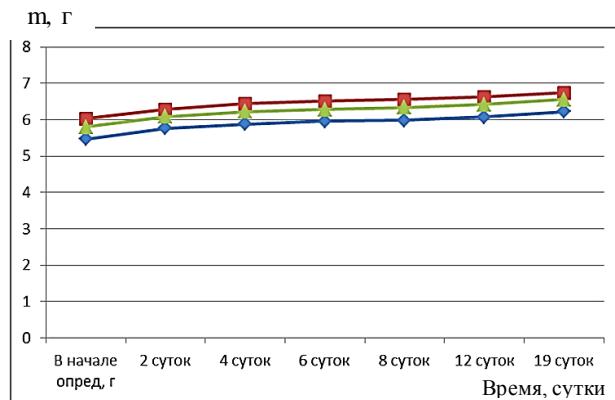


Рисунок 3 - График изменения массы ДПК от времени водопоглощения

Оценку горючести ДПК проводили по ГОСТу 30244-94. «Методы испытания на горючесть». Взвесили образцы, поместили в держатель, ввели его в камеру сжигания. Включили измерительные приборы, подачу воздуха, вытяжную вентиляцию, источник зажигания, закрыли дверцу камеры. По истечении определенного времени источник зажигания выключали. При наличии пламени или признаков тления фиксируем продолжительность самостоятельного горения (тления). Испытание считают законченным после остывания образцов до температуры окружающей среды (табл. 4, 5).

Таблица 4  
Результаты оценки горючести ДПК

№ образ-раз-цов	Масса образца до испытания $m_0$ , кг	Масса образца после испытания $m$ , кг	Разность масс образцов $\Delta m$ , кг	Степень повреждения по массе, в %
1	114,7723	73,8074	40,9649	36
2	110,6705	-	-	-
3	114,5929	76,7134	37,8795	34
4	112,9040	38,6086	74,2954	66
5	122,2051	59,4774	67,7277	56
6	106,2388	-	-	-
7	108,1252	28,6386	79,4866	74
8	111,4315	-	-	-
9	97,9407	17,4831	80,4576	83
10	106,2823	40,8249	65,4574	62

Установка для испытания состоит из камеры сжигания, системы подачи воздуха в камеру сжигания, газоотводной трубы, вентиляционной системы для удаления продуктов сгорания.

Для каждого образца определяют следующие показатели:

- температуру дымовых газов;
- продолжительность самостоятельного горения и (или) тления;
- длину повреждения образца;
- массу образца до и после испытания.

Таблица 5  
*Результаты измерения максимальной температуры дымовых газов*

№ образцов	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Максимальная температура дымовых газов, $^{\circ}\text{C}$	139	250	105	250	107	142	136	287	152	142

Средняя температура дымовых газов составила  $171^{\circ}\text{C}$ .

Эти данные свидетельствуют о том, что данная партия образцов ДПК по некоторым показателям горючести (например по степени повреждения по массе) относится к четвертой группе горючести, что требует дальнейшей модификации композита и является задачей дальнейших исследований.

Таким образом, получены экспериментальные данные о физико-механических характеристиках ДПК. Плотность ДПК ( $\langle\rho\rangle=1195\text{кг}/\text{м}^3$ ) выше по сравнению с древесиной (сосна  $\langle\rho\rangle=520\text{кг}/\text{м}^3$ , береза  $\langle\rho\rangle=650\text{кг}/\text{м}^3$ ) и другими древесными материалами, это связано с содержанием в составе композиционных материалов минеральных наполнителей, а также с применением грануляции сырья и экструдирования при определенных температурах.

Один из важных параметров строительных изделий – влажность, для ДПК составила меньше  $W=0,2\%$ , что в десятки раз ниже, чем у древесных материалов, соответственно коробления, растрескивания и изменения форм и размеров при сушке композита не будет.

Прочностные характеристики ДПК, оцененные испытаниями на изгиб, дают возможность использовать данный материал для облицовки стен, потолков, настила пола и других не несущих конструкций.

ДПК обладает достаточно низким водопоглощением, что является преимуществом по сравнению с древесиной. Выявлена необходимость модификации ДПК для снижения его горючести.

Результаты работы получены на основе государственно-частного партнерства и направлены на решение реальных проблем инновационного производства.

#### Список литературы

1. Иванчев С.С. Полимеризационное наполнение методом радикальной полимеризации как способ получения композиционных материалов / С.С. Иванчев, А.В. Дмитриченко // Успехи химии. - 1982. - Т. 51. - Вып. 7. - С. 1178-1200.
2. Зиятдинова Ю.Н. Повышение прочности композиционных материалов, созданных на основе модифицированной древесины / Ю.Н. Зиятдинова, Ф.Г. Валиев, Р.Р. Хасаншин и др. // Вестник Казан. технол. ун-та. - 31-35 с.
3. Хасаншин Р.Р. Термическая обработка древесного наполнителя в производстве композиционных материалов / Р.Р. Хасаншин, В.А. Лашков, Р.Р. Сафин и др. // Вестник Казан. технол. ун-та. - 150-154 с.
4. Головков С.И. Использование древесных отходов. - Л.: Химия, 1987. - 223 с.
5. Клесов А.А. Древесно-полимерные композиты. - СПб.: Научные основы и технологии, 2010. - 736 с.

Получено 20.05.2016