

## ВЛИЯНИЕ НАНОУГЛЕРОДНЫХ ДОБАВОК НА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ПОЛИЭФИРДРЕВЕСНЫХ КОМПОЗИТОВ

**В.П. Ярцев, А.А. Маркин**

*ФГБОУ ВПО «Тамбовский государственный технический университет», г. Тамбов*

*Рецензент д-р техн. наук, профессор П.В. Монастырев*

**Ключевые слова:** водопоглощение; нанокремниевые добавки; полиэфирдревесный композит; плотность; прочность; твердость при пенетрации; термообработка.

**Аннотация:** Изучено влияние нанокремниевой добавки и способа ее распределения в вяжущем на свойства (прочность, твердость, набухание, водопоглощение, теплопроводность) полиэфирных древесных композитов.

Недостатком композитов на полиэфирной основе является их низкая прочность и долговечность. Решить данную проблему можно введением в связующее нанокремниевых материалов Таунит.

Исследуемый полиэфирдревесный композит представляет собой материал, состоящий из смолы, древесных стружек, опилок, отвердителя и ускорителя в соотношении 1:0,5:0,5:0,06:0,05 соответственно.

Композит готовили по следующей технологии [2] (рис. 1). В полиэфирную смолу вводили отвердитель бутанокс М-50 и ускоритель нафтенат кобальта. Древесный наполнитель разной дисперсности перемешивали и вводили в подготовленную смолу. Полученная композиция укладывалась в формы и подвергалась термообработке при температуре 80 °С в течение 4 ч при давлении 0,5 МПа, после чего она в течение суток выдерживалась при температуре 18...20 °С и давлении 3 МПа. Длительность термообработки была подобрана экспериментальным путем. Наиболее существенно она сказывается на механических свойствах в течение 2 ч, затем процесс замедляется.

Нанокремниевые добавки вводили в количестве 0,15; 0,3; 0,5 и 1 % от вяжущего путем механического перемешивания или дополнительной обработки ультразвуком до введения отвердителя и ускорителя в полиэфирную смолу.

---

Ярцев Виктор Петрович – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Конструкции зданий и сооружений»; Маркин Алексей Анатольевич – аспирант кафедры «Конструкции зданий и сооружений», e-mail: Schumi\_F1\_87@mail.ru, ТамбГТУ, г. Тамбов.



Рис. 1. Схема получения композиции

Полученные составы испытывали на прочность при изгибе, твердость при пенетрации, водопоглощение и набухание образцов, а также для всех видов составов определяли плотность [3].

Результаты испытаний влияния способа введения Таунита приведены в таблице, из которой видно, что дополнительная обработка ультразвуком не оказывает влияния на его эксплуатационные свойства.

Для испытаний на поперечный изгиб использовали многопозиционный стенд (рис. 2). Он состоит из рамы 2, выполненной из уголков. На опорной площадке рамы установлены два стержня 3 диаметром 12 мм.

### Свойства древесного композита с добавлением Таунита

№ состава	Содержание Таунита, % от вяжущего	Прочность при изгибе, МПа	Твердость, МПа	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Водопоглощение, %		Набухание, %	
					2 ч	24 ч	2 ч	24 ч
1	–	0,99	3,24	482	75	97	1,2	1,6
2	0,15	0,98	3,20	492	71	100	1,5	1,6
3	0,3	1,17	3,32	496	75	96	1,4	1,5
3*	0,3	1,12	3,35	484	76	94	1,4	1,9
4	0,5	1,06	3,30	484	69	98	1,4	1,9
5	1	0,82	3,16	488	72	92	1,4	1,6

\* Древесный композит с распределением Таунита ультразвуком.

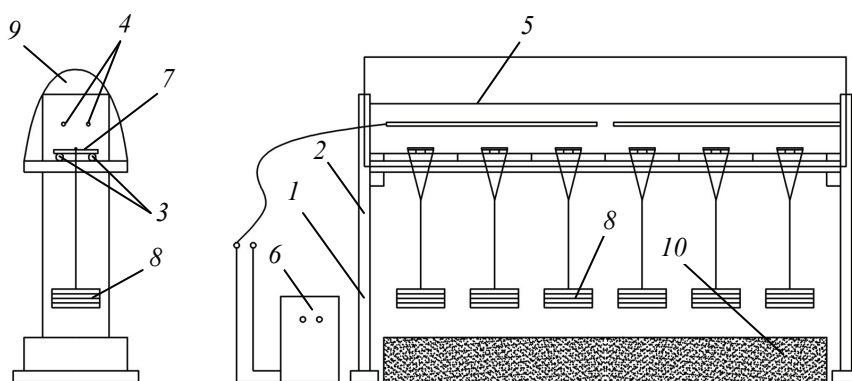


Рис. 2. Схема установки для испытаний на поперечный изгиб

Образец 7 помещается широкой стороной на опорные стержни и нагружается с помощью грузового устройства 8.

При испытаниях использовали образцы прямоугольной формы длиной 120...130 мм и шириной 40 мм. Толщина образцов составляла 12...14 мм.

Напряжения, возникающие в образцах, определяли по формуле

$$\sigma = \frac{3Nl}{2b\delta}, \quad (1)$$

где  $\sigma$  – напряжение, МПа;  $N$  – нагрузка, Н;  $l$  – расстояние между опорами, м;  $b$  – ширина образца, м;  $\delta$  – толщина образца, м.

Испытание образцов на твердость проводили по нижеизложенной методике [1].

При заданном напряжении через определенный промежуток времени с помощью индикатора часового типа фиксировали деформацию (или глубину погружения индентора). Для получения одной точки в одинаковых условиях испытывали 5-6 образцов. За конечный результат принимали среднее арифметическое значение.

Для проведения экспериментов на пенетрацию использовали установку рычажного типа. Она состоит из станины 1 и штока 2, в который заваляцован шарик 5 диаметром 11 мм (рис. 3).

Образец 4 помещали под шток, на который сверху прикладывали нагрузку. Глубину погружения индентора фиксировали при помощи индикатора часового типа 3 с точностью 0,01 мм.

При испытаниях использовали образцы плит в виде полосы шириной 25...40 мм.

Твердость определяли по формуле

$$H = \frac{N}{\pi dh}, \quad (2)$$

где  $H$  – твердость, МПа;  $N$  – нагрузка, Н;  $d$  – диаметр заваляцованного шарика, м;  $h$  – глубина погружения индентора, м.

Полученные результаты представлены в таблице, из которой видно, что оптимальное количество Таунита в композите равно 0,3 %. Для этого

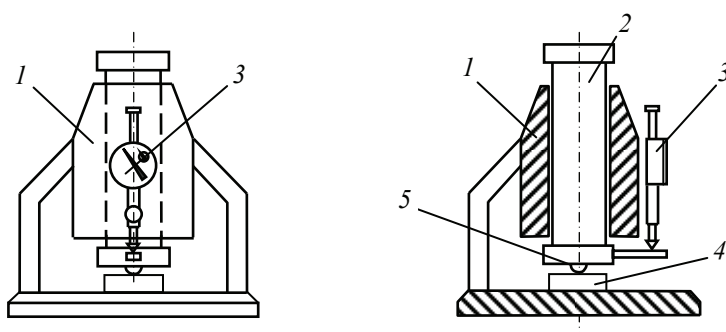


Рис. 3. Устройство для длительных испытаний на проникновение

состава прочность при изгибе повышается на 25 %, твердость – на 5 %, плотность уменьшается на 4 %, водопоглощение и набухание практически не изменяются. Композит можно реализовать в качестве конструкционного для строительных изделий различного назначения.

#### Список литературы

1. Ярцев, В.П. Прогнозирование работоспособности полимерных материалов в деталях и конструкциях зданий и сооружений / В.П. Ярцев. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2001. – 101 с.
2. Маркин, А.А. О технологическом режиме производства древесного композита на основе полиэфирной смолы / А.А. Маркин, О.А. Киселева // Новые энерго- и ресурсосберегающие наукоемкие технологии в производстве строительных материалов : сб. ст. Междунар. науч.-техн. конф. / Приволж. Дом знаний. – Пенза, 2008. – С. 134–137.
3. Маркин, А.А. Полиэфирные композиты с добавлением отходов промышленности / А.А. Маркин, О.А. Киселева // VII Междунар. науч.-практ. интернет-конф. «Состояние современной строительной науки 2009» / Полтав. гос. центр науч.-техн. и экон. информ. – Полтава, 2009. – С. 41–43.

---

## The Influence of Nanocarbon Additives on the Performance Characteristics of Polyester Wood Composites

V.P. Yartsev, A.A Markin

*Tambov State Technical University, Tambov*

**Key words and phrases:** density; hardness penetration; heat treatment; nanocarbon supplements; polyester wood composite; strength; water absorption.

**Abstract:** The paper studies the influence of nanocarbon additives and the method of its distribution in the binder on the properties (strength, hardness, swelling, water absorption, thermal conductivity) of polyester wood composites.

---

© В.П. Ярцев, А.А. Маркин, 2011

**ДЛЯ ЗАМЕТОК**