

УДК 678.7

А. В. Прудников, магистрант (БГТУ);
М. М. Ревяко, доктор технических наук, профессор (БГТУ);
Е. З. Хрол, кандидат технических наук, старший преподаватель (БГТУ);
А. Ф. Петрушеня, ассистент (БГТУ)

ВЛИЯНИЕ СОСТАВОВ КЛЕЕВЫХ КОМПОЗИЦИЙ НА СВОЙСТВА СЛОИСТЫХ ДРЕВЕСНЫХ ПЛАСТИКОВ

В статье представлены результаты испытаний слоистых древесных пластиков на основе березового шпона и термопластичных клеевых композиций на основе поливинилацетата и полиуретана, описываются основные достоинства и недостатки подобных слоистых пластиков и отдельных компонентов, входящих в их состав, а также обосновывается возможность модифицирования характеристик отдельных компонентов с помощью турбоотвердителя и влагостойкого пропитывающего вещества с целью придания более высоких эксплуатационных характеристик всему композиционному материалу в целом. Помимо этого, в работе анализируются преимущества, которых можно добиться за счет осуществления подобного модифицирования компонентов, и возможные сферы применения получаемых из таких компонентов древесных пластиков, обладающих более высокими эксплуатационными характеристиками.

The results of tests of layered wood plastics on the basis of a birch veneer and thermoplastic adhesive compositions based on polyvinyl acetate and polyurethane are presented in the article. The basic advantages and disadvantages of such layered wood plastics and separate components of composite materials are described here. Moreover, the possibility of separate components characteristics modifying by the use of turbohardener and moisture resistant impregnating substance for the purpose of improving of characteristics of all composite material as a whole is proved in the article. Besides, advantages which can be achieved by such modifying of components and possible application spheres of the wood plastics made from such components and possessing higher performance are analyzed in the work.

Введение. В последнее время в Республике Беларусь огромное внимание уделяется развитию деревообрабатывающей отрасли промышленности. Продукция указанной отрасли находит широкое применение во многих сферах деятельности человека, в частности транспорт, производство мебели и элементов интерьера, строительство и т. д. В качестве сырья в такой отрасли используются и полимерные материалы, которые применяются в композиционных материалах на основе древесных наполнителей в качестве адгезивов.

Одним из направлений повышения эффективности работы предприятий деревообрабатывающей отрасли промышленности является совершенствование процесса склеивания древесных материалов. Особое значение в связи с этим имеет совершенствование и модифицирование клеевых материалов, расходы на которые составляют примерно 30–40% от общего объема затрат на производство таких изделий на основе древесных наполнителей, как фанера. Свойства адгезивов определяют эксплуатационные и потребительские свойства слоистых древесных пластиков.

В Республике Беларусь сфера производства полимерных материалов развита в недостаточной степени, а поэтому она не способна удовлетворять все нужды внутреннего рынка. Многим отечественным производителям древесных

слоистых пластиков приходится закупать адгезивы для производства подобных композитов за рубежом. Такие факторы, как дефицитность сырья и высокий уровень его стоимости также в значительной степени сдерживают развитие сферы производства клеевых деталей мебели. В последнее время в республике реализуются программы, направленные на импортозамещение разнообразной продукции в различных отраслях народного хозяйства, а поэтому разработка более эффективных композиций клеевых составов, которые можно было бы использовать в сфере производства древесных пластиков, является достаточно перспективной и позволит в будущем отечественным предприятиям уменьшить степень зависимости от дорогого импортного сырья, а возможно и уменьшить себестоимость производства своей продукции.

Основная часть. В течение долгого времени при производстве древесных слоистых пластиков в качестве полимерного клеевого состава использовались термореактивные материалы, однако подобные полимеры содержат в своем составе вредные химические вещества, такие как формальдегид, фенол и т. д. В связи с этим в последнее время многие производители начали активно использовать при производстве древесных слоистых пластиков клея на основе термопластичных материалов, которые характеризуются намного меньшей токсичностью

для человека. Кроме того, такие материалы оказывают значительно меньшее негативное воздействие на окружающую среду [1, 2].

Достаточно широкое распространение в деревообрабатывающей промышленности приобрели клеи на основе поливинилацетата (ПВА). Недостатком подобных материалов в течение длительного периода времени являлась их недостаточно высокая водостойкость. В том случае, если изделия, содержащие в своем составе подобный полимер, эксплуатировались в условиях повышенной влажности, то с течением времени они могли разрушаться в результате раскрытия шва. Учеными было проведено множество исследований, при которых в клеевые композиции вводились различные сшивающие соединения, в результате чего были получены материалы на основе ПВА с повышенной водостойкостью. Помимо этого, в качестве адгезива в подобных материалах могут использоваться и другие полимеры, например, полиуретаны [3, 4].

В настоящей работе авторами исследовалась фанера (древесный слоистый пластик на основе древесного шпона), характеризующаяся повышенной прочностью и влагостойкостью. При производстве фанеры в работе использовался шпон березовой древесины и адгезивы на основе полиуретана и поливинилацетата марки Клейберит (Kleiberit) (Германия), а именно полиуретановый клей Клейберит 501 (Kleiberit 501), клей на основе поливинилацетата Клебит 303, а также такие модификаторы, как турбоотвердитель 303.5 (ТО) и влагостойкое пропитывающее вещество Клейберит 555.6 (Kleiberit 555.6) [5–7].

Преимущество клеев на основе ПВА состоит в том, что при их использовании для достижения высокой прочности соединения отдельных слоев композита не требуется применения отвердителя, а поэтому подобные адгезивы имеют почти неограниченную жизнеспособность, и при этом быстро отверждаются при комнатной и повышенной температуре. Отверждение подобных клеев происходит за счет

удаления влаги и роста цепей макромолекул. Недостатком клеев подобного типа является их низкая теплостойкость (до 40–60°C), высокая текучесть под действием нагрузки и пониженная водостойкость. Несмотря на эти недостатки ПВА дисперсии в настоящее время являются наиболее подходящими, экологически чистыми адгезивами, с использованием которых производятся многие детали мебели и столярно-строительные изделия, эксплуатируемые внутри помещений. Время отверждения подобных полимеров при температуре 20°C составляет 15–30 мин, и при этом клей позволяет получить совершенно бесцветный шов [5, 8].

В работе эксплуатационные характеристики клеевых составов оценивались по характеристикам получаемых с помощью них слоистых пластиков. Так, в частности, в работе оценивались такие свойства композиционных материалов, как водопоглощение (ГОСТ 9621), предел прочности при скалывании (ГОСТ 9624), предел прочности при растяжении (ГОСТ 9622).

Результаты испытаний образцов фанеры, полученных с использованием исследуемых адгезивов, на водопоглощение представлены в табл. 1. В результате исследований было выявлено, что за счет использования в составе клея пропитывающего вещества можно уменьшить водопоглощение композиционного материала приблизительно в 2 раза, т. е. удастся минимизировать основной недостаток указанного адгезива. За счет введения в состав адгезива на основе поливинилацетата турбоотвердителя обеспечивается класс склеивания D4, что, в свою очередь, обеспечивает высокую влагостойкость клеевого шва, а, следовательно, при длительном воздействии влаги изделие не будет подвергаться расслаиванию. Это значительно улучшает эксплуатационные свойства фанеры и позволяет повысить ее качество. Фанера с такими улучшенными эксплуатационными характеристиками может использоваться при изготовлении более ответственных изделий, в частности тех, которые при использовании могут непосредственно контактировать с влагой.

Таблица 1

Результаты исследований по определению водопоглощения исследуемых образцов по ГОСТ 9621

Состав композиции, используемой в качестве адгезива	Масса образца до увлажнения, г	Масса образца после увлажнения, г	Водопоглощение, %
Клебит 303 + 4% ТО	1,78	2,86	60,6
Клебит 303 + 4% ТО + пропитывающее вещество Клейберит 555.6	2,03	2,75	35,4
Клейберит 501	1,84	2,68	45,6
Клейберит 501 + пропитывающее вещество Клейберит 555.6	1,80	2,33	29,4

Результаты испытаний образцов фанеры на скалывание представлены в табл. 2. Из представленных результатов видно, что прочностные характеристики разрабатываемых древесных пластиков превышают минимальные значения в 3–10 раз (в зависимости от клеевой композиции), а следовательно, материал соответствует всем требованиям к подобного типа продукции. Увеличение предела прочности фанеры на скалывание позволяет использовать такой материал при изготовлении более нагруженных элементов мебели. Кроме того, за счет увеличения прочностных характеристик фанеры изделия из нее можно будет изготавливать меньшего размера (при сохранении на постоянном уровне их прочностных характеристик), что позволяет уменьшать материалоемкость продукции и, как следствие, себестоимость ее производства.

Результаты испытаний на прочность при сдвиге образцов фанеры, склеенных ПВА клеем Клебит 303 в зависимости от температуры и количества вводимого турбоотвердителя, а также ПУ клеем Клейберит 501, приведены в табл. 3, 4.

На основании результатов исследований можно сделать вывод о том, что наибольшей прочностью при сдвиге обладают образцы на основе ПВА клея Клебит 303 с добавлением 4% турбоотвердителя, а также образцы на основе ПУ клея Клейберит 501, полученные при температуре прессования 80°C. Впоследствии в работе указанные композиции были исследованы более детально. Также удалось установить, что за счет использования пропитывающего вещества Клейберит 555.6 на практике удастся увеличить прочность клеевого соединения приблизительно на 25%.

Таблица 2

Результаты испытаний по определению предела прочности при скалывании исследуемых образцов клееной фанеры по ГОСТ 9624

Состав композиции, используемой в качестве адгезива	Предел прочности, МПа
Клебит 303 + 4% ТО	4,17
Клебит 303 + 4% ТО + пропитывающее вещество Клейберит 555.6	7,79
Клейберит 501	9,06
Клейберит 501 + пропитывающее вещество Клейберит 555.6	14,00

Таблица 3

Результаты испытаний по определению прочности при растяжении исследуемых образцов клееной фанеры по ГОСТ 9622

Состав композиции, используемой в качестве адгезива	Турбоотвердитель, мас. %	Напряжение при растяжении, МПа, при температуре формования, °С	
		50	80
Клебит 303	0	3,73	3,10
	1	3,26	3,10
	2	3,74	3,53
	3	2,74	2,71
	4	3,20	4,57
	5	4,00	3,58
		40	60
Клейберит 501	0	3,68	4,10

Таблица 4

Результаты испытаний по определению прочности при растяжении исследуемых образцов клееной фанеры, пропитанных влагостойким веществом Клейберит 555.6, по ГОСТ 9622

Состав композиции, используемой в качестве адгезива	Турбоотвердитель, мас. %	Напряжение при растяжении, МПа, при температуре формования, °С	
		50	80
Клебит 303	0	3,15	4,09
	1	4,10	4,08
	2	3,07	3,31
	3	4,75	3,67
	4	5,39	4,64
	5	3,28	4,13
		40	60
Клейберит 501	0	3,81	5,40

Заключение. В ходе выполнения работы были изучены композиции материалов на основе полиуретанового и поливинилацетатного клея марки Клейберит (Германия), в которых дополнительно использовались турбоотвердители и пропитывающее влагостойкое вещество. Полученные образцы подвергались испытаниям на разрыв, скалывание и водопоглощение. В результате изучения степени изменения физико-механических свойств при испытаниях на разрыв было выявлено, что за счет введения в состав ПВА клея 4% турбоотвердителя можно достичь наибольшей прочности клеевого соединения по сравнению с однокомпонентным ПВА клеем. При испытаниях на скалывание было установлено, что использование полиуретанового клея дает значение прочности клеевого шва в 6 раз превышающее минимально допустимое, а использование ПВА клея с 4% турбоотвердителя – в 2 раза превышающее минимально допустимое значение прочности.

Таким образом, в работе было установлено, что за счет модифицирования клеевого состава при условии использовании одинакового по свойствам шпона можно получать фанеру с более высокими эксплуатационными характеристиками. Подобная фанера обладает рядом характеристик, которые позволяют использовать ее и в некоторых новых сферах применения, в частности при производстве элементов мебели, которые могут эксплуатироваться в условиях непосредственного воздействия влаги окружающей среды, более прочных элементов внутренней отделки автомобилей и т. д.

В работе был исследован ряд модифицированных полимерных композиций, которые можно использовать в качестве адгезива для склеивания отдельных слоев древесного пластика. Предложенный в работе композиционный материал может использоваться в следующих областях: получение изделий как с повышенными, так и со стандартными эксплуатационными характеристиками, в том числе и изделий уни-

кальной конструкции; облицовывание материалов с целью улучшения их эстетического вида и повышения прочности; получение крупногабаритных изделий; ремонт и реставрация изделий и др.

Литература

1. Клёсов А. Древесно-полимерные композиции. СПб.: Научные основы и технологии, 2010. 736 с.
2. Волынский В. Н. Технология клееных материалов. Архангельск: Изд-во Арханг. гос. техн. ун-та, 2003. 280 с.
3. Поциус А. Клеи, адгезия, технология склеивания / под ред. Г. В. Комарова. СПб.: Профессия, 2007. 376 с.
4. Кинлок Э. Адгезия и адгезивы: Наука и технология. М.: Мир, 1991. 484 с.
5. Клей на основе поливинилацетата: пат. 2141988 Рос. Федерация. № 97113094/04; заявл. 30.07.97; опубл. 27.11.99.
6. Полиуретановая клеевая композиция: пат. 2391374 Рос. Федерация. № 2008144932/04; заявл. 13.11.08; опубл. 14.11.12.
7. Усилитель адгезии для не содержащих мономеров реакционноспособных полиуретанов: пат. 2272818 Рос. Федерация. № 2002118323/04; заявл. 25.11.00; опубл. 20.12.03.
8. Фанера: пат. 2136488 Рос. Федерация. № 97119814/13; заявл. 01.12.97; опубл. 10.09.99.
9. Древесина слоистая клееная. Методы определения физических свойств: ГОСТ 9621–72. Введ. 01.07.73. М.: Издательство стандартов, 1999. 5 с.
10. Древесина слоистая клееная. Метод определения предела прочности при скалывании: ГОСТ 9624–93. Введ. 01.01.95. Минск: Издательство стандартов, 1994. 11 с.
11. Древесина слоистая клееная. Методы определения предела прочности и модуля упругости при растяжении: ГОСТ 9622–87. Введ. 01.01.88. М.: Издательство стандартов, 1994. 7 с.

Поступила 20.02.2014