

И. З. Файзуллин, И. Н. Мусин, С. И. Вольфсон

ВЛИЯНИЕ РАЗМЕРА ЧАСТИЦ НАПОЛНИТЕЛЯ НА СВОЙСТВА ДРЕВЕСНО-ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ

Ключевые слова: древесно-полимерный композит, древесная мука, реология.

Приведены результаты исследований влияния размера частиц древесной муки различных марок на физико-механические и реологические свойства древеснополимерных композитов. Показано влияние размера частиц на водопоглощение древесно – полимерных композиций.

Keywords: wood-polymer compozit, wood flour, rheology.

Results on the effect of particle size of wood- flour of different brands on the physical, mechanical and rheological properties wood - polymer composites. Shows the effect of particle size on the water absorption of wood - polymer composites.

Введение

Древесно-полимерные полиолефиновые композиции (ДПК) являются перспективным строительным материалом, активно завоевывающим рынков. Это связано с преимуществами использования данного материала в строительстве: экологичность и стойкость к атмосферным воздействиям, возможность утилизации отходов и легкость механической обработки [1]. Причем производство древесно-полимерных композитов – это еще и рациональное использование отходов лесопиления, мебельного и деревообрабатывающего производств, использования низкосортной древесины, растительных целлюлозосодержащих отходов и вторичных пластмасс. Из ДПК могут изготавливаться отделочные элементы внешнего архитектурного дизайна - декинг, сайдинг, элементы мостов и причалов, дорожки, ограждения, обрамление бассейнов, ступени, беседки, транспортные поддоны, садовая и парковая мебель.

Свойства ДПК определяются, в основном, полимерным связующим [2] (как правило, ПП, ПНД или ПВХ), типом и характеристиками органического наполнителя [3, 4, 5]. Это определяет подходы в оптимизации свойств древесно-полимерных композиций – подбор полимерного связующего и наполнителя с целью достижения приемлемых прочностных характеристик ДПК при максимальном наполнении.

Известно, что введение наполнителей позволяет значительно удешевить композицию. Однако, в зависимости от степени наполнения ухудшаются некоторые механические показатели.

При разработке рецептуры ДПК характеристики природных наполнителей (природа, размер частиц, содержание влаги) имеют важное значение. От размера частиц сильно зависит прочность будущего изделия, а избыточная влажность вызывает ускоренный коррозионный износ оборудования и снижает производительность линии экструзии ДПК. Кроме того, мелкодисперсный порошок древесины является взрыво- и пожароопасным.

Как известно в качестве природных наполнителей в ДПК используется древесная мука, солома, рисовая шелуха и различные растительные сельскохозяйственные отходы. В России наиболее широкое

распространение в качестве наполнителя древесно-полимерных композитов получила древесная мука. Древесная мука - порошкообразная древесина, она получается путем измельчения на мельницах отходов обработки древесины. Древесина состоит из целлюлозы, лигнина и, в зависимости от породы дерева, некоторого количества природных смол. В качестве наполнителя ДПК используется мука с размером частиц от 40-300 мкм.

Все это обуславливает интерес исследователей к рецептуростроению древесно-полимерных композиций [6, 7].

Экспериментальная часть

В качестве полимерного связующего ДПК был выбран промышленный термопласт полипропилен марки 1525J производства ОАО «Нижекамскнефтехим».

В данной работе для оценки влияния типа муки были выбраны наиболее распространенные 2 марки муки производства Сабинского лесхоза марок ДМ 180, ДМ 560.

Дозировка наполнителей варьировалась в диапазоне 0-50 % масс. Размер частиц древесной муки в основном менее 0,17 мм. Перед смешением ингредиенты подвергались сушке в термощкафу в течении 2 часов.

Композиционные материалы получали в смесительной камере пластикордера «Brabender PL-2000». В процессе смешения начальная температура в камере составляла 180°C, скорость вращения ротора 90 об/мин, продолжительность смешения 6 мин. Затем смесь выгружали и пропускали через холодные вальцы с зазором 1 мм.

С целью получения пластин для физико-механических испытаний использовали экструзионную приставку пластикордера "Брабандер". Скорость вращения шнека 90 об/мин. Температура по зонам составляла $T_1=180^{\circ}\text{C}$, $T_2=190^{\circ}\text{C}$, $T_3=200^{\circ}\text{C}$, $T_4=210^{\circ}\text{C}$.

Упруго-прочностные свойства исследуемых композиций оценивались на разрывной машине марки «Inspekt mini 3kH» при комнатной температуре ($23\pm 2^{\circ}\text{C}$) и скорости движения зажимов 50

мм/мин. Образцы испытывались в соответствии с ГОСТ 270-75.

Реологические исследования проводились на вискозиметре расплава полимеров Rheograph 75 (Gottfert), L/D=20/1, T=190°C при скорости от 1 до 1000 [1/с].

Обсуждение результатов

Представлялось важным оценить влияние размера древесной муки на свойства ДПК при различной дозировке наполнителя. При этом оценивалась перерабатываемость и физико-механические свойства полученных ДПК.

В данной работе для оценки влияния размера частиц древесной муки были выбраны 3 марки - ДМ 180, ДМ 560 и дополнительно измельченная ДМ 180* (см. табл.1). Оценка размеров частиц оценивалась на лазерном седиментографе Analysette 22 Comfort (Fritsch).

Таблица 1 - Характеристики древесной муки

Марка муки	Масс. доля смол и масел, %	Масс. доля золы, %	Насыпная плотность, кг/м	Масса остатка на сите с просветом ячеи, мм	Размер частиц, в основном, мм
560	не более 5,0	не более 1,0	не нормируется	0,25 мм - не менее 45 %	< 0,50
180	4,0	0,8	От 100 до 140	0,125 мм - не более 18%	< 0,17
180*	4,0	0,6	От 100 до 140	0,1 мм - не более 11%	< 0,11

180*- древесная мука, дополнительно измельченная в ФГУП НИИ «Геолнеруд» (г. Казань)

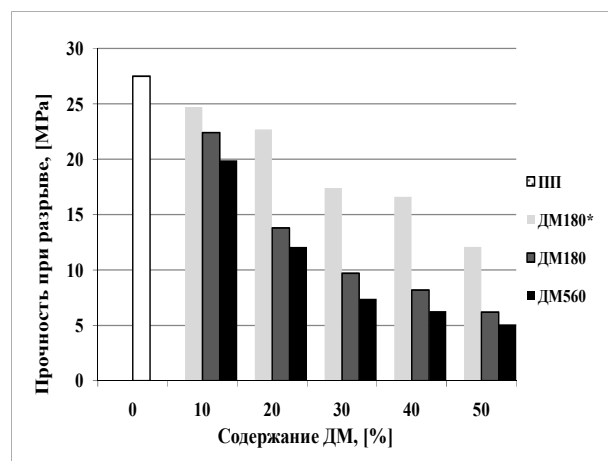
Физико-механические свойства наполненных композиций оценивались во всем диапазоне дозировок. Полученные результаты представлены на рис.1.

Как видно из рис. 1, с увеличением содержания древесной муки прочность при разрыве исследуемых композиций снижается. Причем с уменьшением размеров частиц древесной муки наблюдается менее значительное снижение свойств. Данное явление логично объяснить увеличением поверхности взаимодействия с полимерной матрицей при уменьшении размеров частиц наполнителя. С введением наполнителей относительное удлинение при разрыве уменьшается.

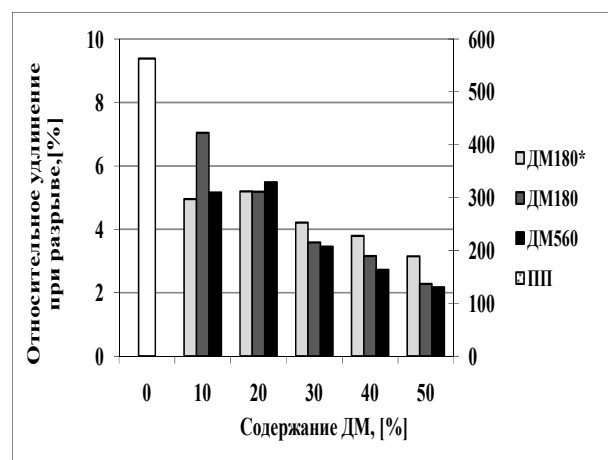
Введение древесной муки также снижает модуль упругости композиций. Наиболее высокие значения физико-механических показателей демонстрируют композиции с дополнительно измельченной мукой ДМ 180*.

Проведенные исследования показывают, что максимальное наполнение возможно с минимальным размером частиц. Исходя из полученных результатов физических испытаний и оценки технологичности полученных композиций на имеющемся оборудовании, наиболее оптимальными свойствами

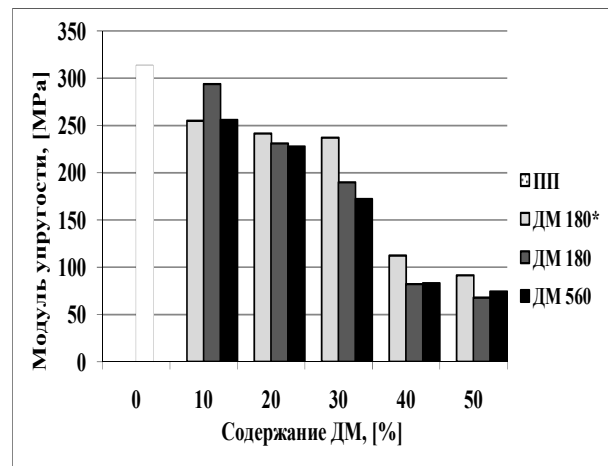
и себестоимостью обладает композиция с 40% древесной мукой с минимальным размером частиц.



а



б



в

Рис. 1 - Влияние типа и дозировки древесной муки на физико-механические свойства ДПК: а - прочность при разрыве, б - относительное удлинение при разрыве, в – модуль упругости

Важно также оценить эксплуатационные свойства исследуемых композиций. Водопоглощение является одним из основных показателей долговечности ДПК, поскольку позволяет оценить стойкость материала к агрессивным факторам атмосферных воздействий. Вода вызывает разбухание мате-

риала и накопление дефектов, особенно при замораживании. Большинство отечественных и зарубежных методик оценки долговечности материалов применяют методы вымачивания и кипячения в воде с последующей оценкой разбухания и потери прочности. В качестве критериев оценки водостойкости изделий из ДПК принимаются водопоглощение и разбухание при кипячении в течение 2 часов.

Испытуемые образцы предварительно подвергались сушке при 50°C в течении 24 часов, охлаждались до комнатной температуры и взвешивались, затем образцы помещались в кипящую воду на 120 минут, после этого охлаждались в течении 15 минут в воде при температуре 23°C и снова взвешивались.

Показатель поглощения воды в процентах по отношению к массе испытуемого образца приведены на рис. 2.

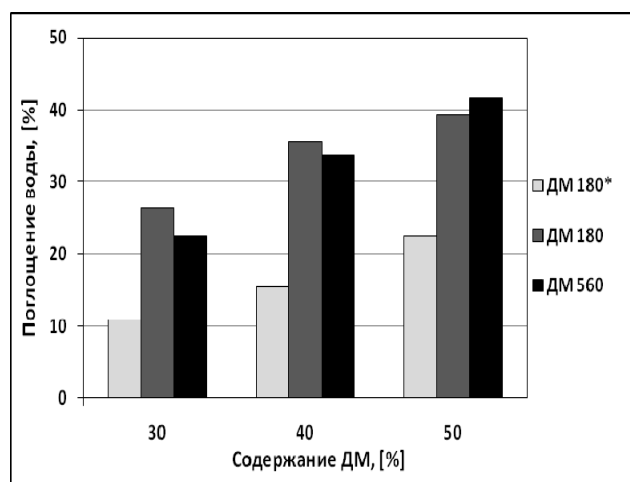


Рис. 2 - Влияние типа древесной муки на водопоглощение ДПК

Полученные данные свидетельствуют об увеличении водопоглощения с уменьшением размера частиц древесной муки. Минимальные значения данного показателя демонстрируют композиции с максимальным размером частиц. Это объясняется увеличением удельной поверхности древесной муки. Для решения данной проблемы производители аддитивов рекомендуют использовать смазки и эластификаторы.

Важным показателем разрабатываемых композиций является их поведение при переработке. Оценить его можно путем реологических испытаний на капиллярном вискозиметре.

Результаты реологических испытаний ДПК представлены на рис.3.

Как видно из представленных результатов с уменьшением размера частиц наполнителя улучшается перерабатываемость композиций и увеличивается производительность экструзионного оборудования. Причем марки 180 и 560 демонстрируют достаточно близкие значения вязкости. Дополнительное измельчение древесной муки позволило значительно снизить вязкость наполненных композиций.

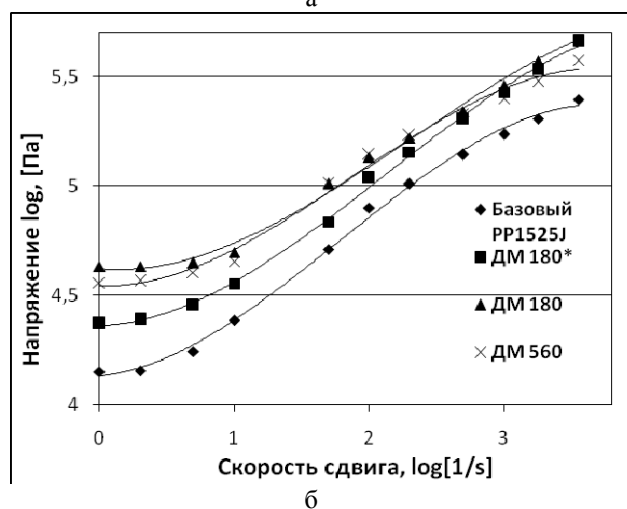
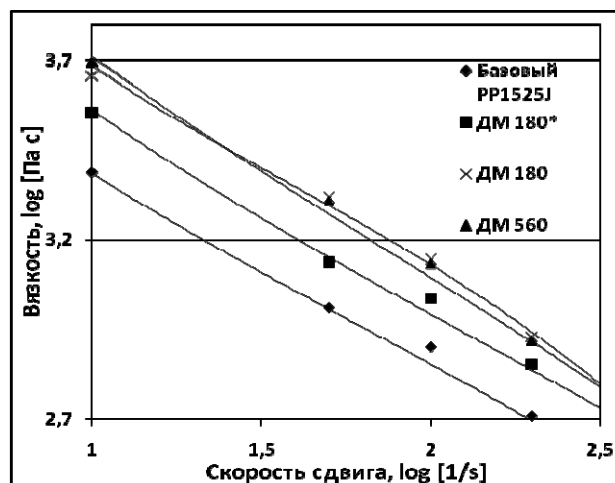


Рис. 3 - Влияние типа древесной муки на реологические свойства ДПК: а - зависимость вязкости от скорости сдвига, б - зависимость напряжения сдвига от скорости сдвига

Заключение

Размер частиц оказывает существенное влияние на свойства ДПК. Показано, что использование дополнительно измельченной древесной муки позволяет вдвое увеличить физико-механические свойства ДПК при той же степени наполнения. При этом также увеличивается производительность и снижается водопоглощение. Снижение размера частиц позволяет достичь более высоких степеней наполнения. Таким образом, размер частиц древесной муки играет важную роль в формировании комплекса свойств ДПК, что необходимо учитывать при выборе рецептуры ДПК.

Литература

1. Клесов, А.А. Древесно-полимерные композиты / А.А. Клесов// -СПб.: Научные основы и технологии - 2010. – С. 736.
2. Han, G.S. Композиция полипропилена и древесных волокон. Изучение морфологии композитов методом проникающей электронной микроскопии, совмещенной с анализом рассеивания энергии X-лучей/ G.S. Han, S. Saka, N. Shirashi // Mokuzai Gakkaishi. – 1991. - т.37, №3. - С. 241-246.
3. Kokta, B.V. Использование древесной муки как наполнителя для полипропилена. Изучение механических

- свойств./ B.V. Kokta// Polym. Plast. Technol. Eng. - 1989, т.28, №3. - С. 247-259.
4. *Спиглазов, А.В.* Влияние размеров древесных частиц и степени наполнения на текучесть композиций с полипропиленом / А.В. Спиглазов // Пластические массы - 2004. №12. - С. 50-52.
5. *Вольфсон С.И.* Влияние способа внедрения нанонаполнителя на свойства полимерных композиций / С. И. Вольфсон [и др.] // Вестник Казан. технол. ун-та - 2011. Т. 14, №. 14. - С. 186-189.
6. *Мусин И.Н.* Модификация древесно - полимерных композитов на основе полиолефинов монтмориллонитом/ И.Н. Мусин, И.З. Файзуллин, тС.И. Вольфсон // Вестник Казан. технол. ун-та - 2012. - Т.14, №. 14. - С. 135 - 137.
7. *Мусин И.Н.* Влияние добавок на свойства древесно - полимерных композитов / И.Н. Мусин, И.З. Файзуллин, С.И. Вольфсон // Вестник Казан. технол. ун-та - 2012. – Т 15. №. 24. - С. 97 - 99.

© **И. З. Файзуллин** – асп. каф. ХТПЭ КНИТУ, ilnur-fz@mail.ru; **И. Н. Мусин** – к.т.н., доц., зав. каф. ТОМЛП КНИТУ, imusin@kstu.ru; **С. И. Вольфсон** - д-р техн. наук, проф., зав. каф. ХТПЭ КНИТУ, svolfson@kstu.ru.