

И. З. Файзуллин, И. В. Имамудинов, В. Я. Хамидов,
И. Н. Мусин, С. И. Вольфсон

ВЛИЯНИЕ НАПОЛНИТЕЛЕЙ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ДОБАВОК НА РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДРЕВЕСНО – ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ

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

Приведены результаты исследований влияния технологических добавок и размера частиц древесной муки на реологические свойства древесно - полимерных композитов. Оценено влияние дозировки смазки и размера частиц и представлены кривые течения.

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

Results on the effect of processing aids and the size of the wood - flour on the rheological properties of wood - polymer composites. The effect of dose and grease particle size and flow curves are presented.

Введение

Составление и совершенствование рецептур является одним из наиболее актуальных направлений в производстве и применении древесно-полимерных композитов. При этом важно учитывать реологические свойства получаемых композиций для достижения максимальной производительности, снижения энергозатрат и себестоимости продукции. Для решения данных задач технологи используют специальные приемы – подбор наполнителя с оптимальным размером частиц и использование специальных добавок.

При разработке рецептуры ДПК характеристики природных наполнителей имеют важное значение. От размера частиц зависит прочность будущего изделия, а избыточная влажность вызывает ускоренный коррозионный износ оборудования и снижает производительность линии экструзии ДПК [1].

При высоких степенях наполнения смазки играют особую роль в процессах экструзии композитов. Общеизвестно, что большая часть мощности привода расходуется именно на преодоление сил трения, возникающих при движении частиц смеси компонентов внутри цилиндра экструдера. От выбора смазок значительно зависит производительность оборудования и свойства ДПК - внешний вид, прочность и долговечность. Различают внешние и внутренние смазки. Внешние смазки уменьшают трение композиции о рабочие поверхности экструдера и фильеры, внутренние – уменьшают трение частиц композиции друг о друга. [2]

Экспериментальная часть

В качестве полимерного связующего ДПК был выбран промышленный термопласт полипропилен марки 1525J производства ОАО «Нижнекамскнефтехим», предел текучести расплава которого был равен 2,9 г/10мин.

В данной работе использовалась древесная мука марок Л60, 180, 400, 560. Размер частиц древесной муки составлял 60, 170, 410 и 500 мкм соответственно.

В качестве смазки использовался аддитив TPW 113 производства компании Structol, представ-

ляющий собой кислые жирные эфиры.[3] Дозировка смазки варьировалась от 0 до 7 % масс.

В качестве добавки, улучшающей совместимость был выбран продукт компаний Du Pont (США) – Fusabond P353. Он представляет собой статистический сополимер этилена с пропиленом, модифицированный малеиновым ангидридом. Дозировка совместителя была фиксированной и составляла 2% масс. во всех исследуемых композициях.

Дозировка наполнителей варьировалась в диапазоне 0-50 % масс. Перед смешением ингредиенты подвергались сушке в термошкафу 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.

Пластины для испытаний экструдировались на приставке пластикордера. При этом скорость вращения шнека составляла 90 об/мин. Температура по зонам - $T_1=180^\circ\text{C}$, $T_2=190^\circ\text{C}$, $T_3=200^\circ\text{C}$, $T_f=210^\circ\text{C}$.

Реологические исследования проводились на вискозиметре расплава полимеров Rheograph 75 (Gottfert), $L/D=20/1$, $T=190^\circ\text{C}$ и 210°C в диапазоне скоростей $1 \div 1000$ [1/s].

Обсуждение результатов

Размер частиц древесной муки играет важную роль в формировании комплекса свойств ДПК, что необходимо учитывать при выборе рецептуры ДПК и параметров ее переработки [4, 5].

Важным показателем разрабатываемых композиций является их поведение при переработке [6]. Оценить его можно путем реологических испытаний на капиллярном вискозиметре.

Влияние типа древесной муки на реологические свойства ДПК представлено на рис. 1.

Как видно из представленных данных реологических испытаний, тип древесной муки (за исключением марки ДМ 180) не оказывает существенного влияния на вязкостные свойства ДПК (рис.1). Для дальнейших исследований была выбрана дре-

весная мука с максимальным размером частиц (ДМ 560), и минимальным (ДМ Л60), с дозировкой 40 % масс. и 50 % масс.

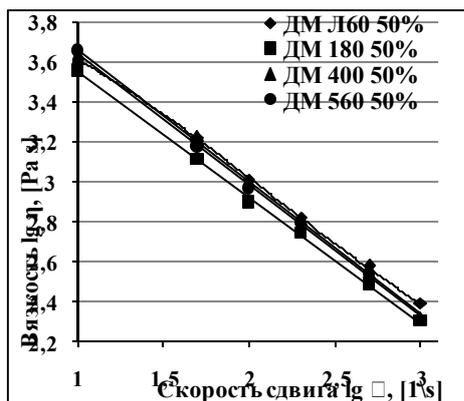


Рис. 1 - Влияние типа древесной муки на реологические свойства ДПК при T=190° С

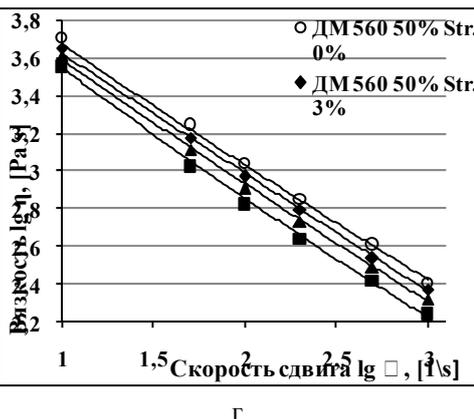
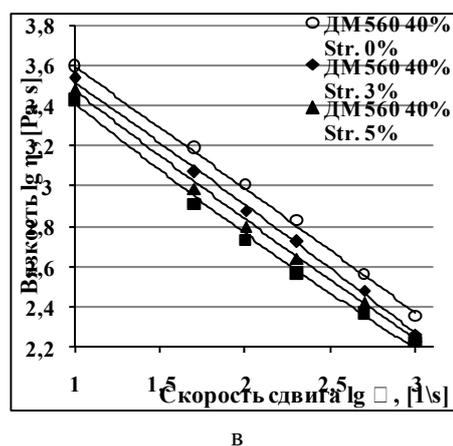
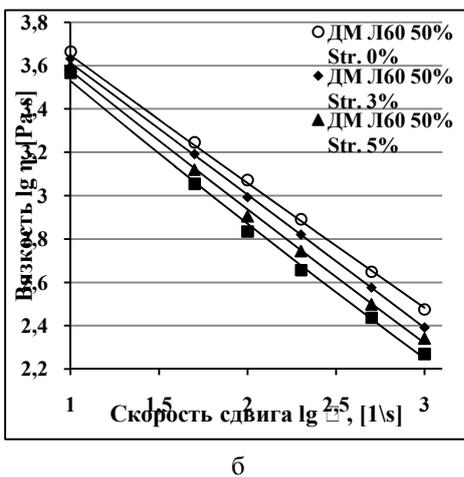
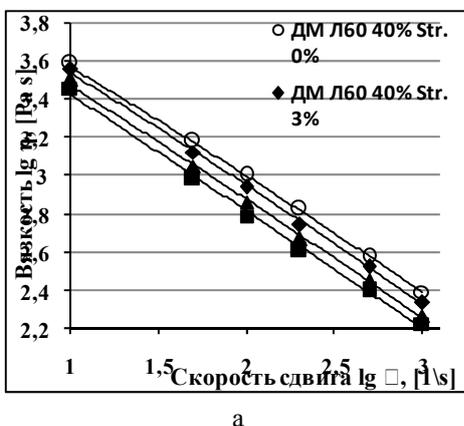


Рис. 2 - Влияние дозировки смазки на реологические свойства ДПК при T=190°С: а - ДМ Л60 40%, б - ДМ Л60 50%, в - ДМ 560 40%, г - ДМ 560 50%



Из данных, представленных на рис. 2 следует, что увеличение дозировки технологической добавки Structol TPW 113 существенно снижает вязкость композиций и позволяет увеличить обороты шнеков и повысить производительность экструзионного оборудования. С повышением дозировки древесной муки эффект снижения вязкости ДПК от введения технологической добавки проявляется в большей мере. Влияние смазок на вязкость исследуемых композиций усиливается с увеличением температуры переработки в исследованном интервале. (табл.1).

Таблица 1 - Влияние дозировки смазки на вязкость исследуемых композиций

При скорости сдвига $\dot{\gamma} = 2$ [1/s], T=190° С

Тип и дозировка ДМ	Вязкость η , [Pa·s]			
	Дозировка смазки Structol TPW 113			
	0%	3%	5%	7%
Л60 40%	1012,06	863,56	723,85	614,54
	Δ^*	14,58%	26,08%	38,88%
Л60 50%	1179,75	1006,25	843,76	705,37
	Δ	14,68%	28,48%	39,28%
560 40%	1004,95	904,19	713,41	591,82
	Δ	16,66%	31,91%	42,03%
560 50%	1084,56	848,34	757,35	618,41
	Δ	20,78%	32,93%	45,04%

$$\Delta^* = \eta_0 - \eta / \eta_0 \times 100 \%$$

При скорости сдвига $\dot{\gamma} = 2$ [1/s] при $T=210^\circ \text{C}$

Вязкость η , [Pa s]						
Тип и дозировка ДМ	Дозировка смазки Structol TPW 113					
	Str. 0%	Str. 3%	Str. 5%	Str. 7%		
Л60 40%	783,0 6	662,6 6	573,9 4	452,1 2	2,7 92	2,7 26
	Δ^*	15,38 %	26,71 %	42,26 %		
Л60 50%	801,3 2	696,5 8	568,6 9	473,1 8		
	Δ	13,07 %	29,03 %	40,95 %		
560 40%	764,9 6	619,4 8	532,9 5	431,9 5		
	Δ	19,02 %	30,33 %	43,53 %		
560 50%	825,9 7	654,1 7	553,9 4	453,9 5		
	Δ	24,89 %	37,72 %	46,77 %		

$$\Delta^* = \eta_{6,1} / \eta_6 \times 100 \%$$

Таким образом, как демонстрируют представленные данные – введение смазок в ДПК улучшают их перерабатываемость.

Использование технологических добавок оказывает значительное влияние на поверхность экструдата. Улучшение поверхности и однородности смеси хорошо заметно на рисунке 3. Фотографии композиций сделаны с помощью электронного микроскопа на приборе KEYENCE VH-Z100UR,:

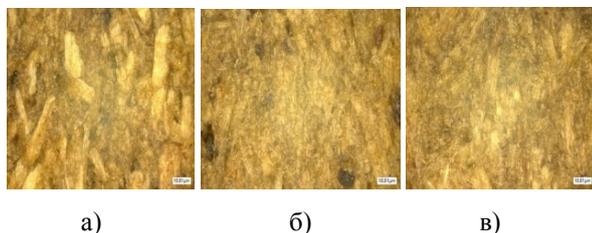


Рис. 3 - Морфология поверхностей экструдатов ДПК (100 - кратное увеличение) с содержанием ДМ 560 50% а) базовая композиция, б) базовая композиция + 5% смазки Structol, в) базовая композиция + 7% смазки Structol

На фотографии а) – поверхность материал неоднородная, шероховатая, а на фотографиях б) и в) – она гладкая, без шероховатостей, структура материала цельная. Это свидетельствует о лучшем распределением частиц наполнителя в смеси и гомогенности композиции.

Улучшение поверхности обусловлено улучшением взаимодействия между полимером и частицами древесины.

Заключение

Повышение вязкости с увеличением содержания древесной муки незначительно зависит от размера частиц в исследованном диапазоне дозировок и марок древесной муки.

Введение технологических добавок ведет к снижению вязкости исследованных композиций во всем диапазоне концентраций. Причем эффективность добавок возрастает с увеличением содержания наполнителя и температуры переработки.

Проведенные исследования позволяют рекомендовать использование смазок для улучшения переработки и повышения производительности используемого оборудования.

Литература

1. 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.
2. 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.
3. <http://www.struktol.com/pdfs/TD%20TPW113.pdf>
4. Файзуллин И.З. Влияние размера частиц наполнителя на свойства древесно-полимерных композитов/ И.З. Файзуллин, И.Н. Мусин, С.И. Вольфсон // Вестник Казан. технол. ун-та - 2013. – Т. 16. №. 5, - С. 106 – 109..
5. Мусин И.Н. Модификация древесно - полимерных композитов на основе полиолефинов монтмориллонитом / И.Н. Мусин, И.З. Файзуллин, С.И. Вольфсон // Вестник Казан. технол. ун-та - 2012. - №. 14, - С. 135 - 137.
6. Клесов, А.А. Древесно-полимерные композиты / А.А. Клесов// -СПб.: Научные основы и технологии - 2010. – С. 736.

© И. З. Файзуллин – асп. каф. ХТПЭ КНИТУ, ilnur-fz@mail.ru; И. В. Иمامудинов – студ. каф. ХТПЭ КНИТУ; В. Я. Хамидов – магистр каф. ХТПЭ КНИТУ; 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.