

РАЗРАБОТКА СОСТАВА ЭКСТРУДИРУЕМЫХ АНТИФРИКЦИОННЫХ СТЕКЛОКОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ СВЕРХВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНОГО ПОЛИЭТИЛЕНА ДЛЯ 3D-ТЕХНОЛОГИЙ

Д.Г. Буслович^{1,2}, Ю.В. Донцов^{1,2}

Научный руководитель – д.т.н., профессор С.В. Панин^{1,2}

¹Институт физики прочности и материаловедения СО РАН
634055, Россия, Томск, пр-т Академический, 2/4, svp@isprms.tsc.ru

²Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Россия, Томск, пр-т Ленина 30, dgb2@tpu.ru

Полиэтилен сверхвысокой молекулярной массы (СВМПЭ) обладает многочисленными превосходными характеристиками, в том числе высокой абразивной износостойкостью, химической стойкостью и ударной вязкостью, а также является биосовместимым. При столь высокой молекулярной массе (между 3,5 и 7,5 млн. г/моль) СВМПЭ имеет чрезвычайно высокую вязкость расплава (значение ПТР близко к нулю), что делает его непригодным для обработки стандартными для полимеров методами (литье под давлением, шнековая экструзия и др.). Известно, что СВМПЭ может быть пластифицирован добавлением полипропилена (ПП), полиэтиленгликоля (ПЭГ), полиэтилена высокой плотности (ПЭВП) и др. Однако, данные экструдруемые полимер-полимерные композиты нуждаются в дополнительном армировании, т.к. при введении пластифицирующих добавок происходит изменение физико-механических и трибологических характеристик полимерных композиций.

В настоящей работе поставлена задача повышения свойств СВМПЭ-композитов за счет введения армирующих волокон, но в одном технологическом цикле (операции) с учетом специфики переработки СВМПЭ (с использованием традиционных (шнековая экструзия) либо новых технологий (FDM) при сохранении свойств, не уступающих СВМПЭ, но с приданием технологичности на приемлемом уровне).

В данной работе были использованы порошок СВМПЭ GUR2122 с размером частиц 5–15 мкм. В качестве наполнителей применяли ПЭВП-прив-ВТМС привитый полиэтилен высокой плотности с размером частиц ~525 мкм; порошок ПП₂₁₀₃₀ (ПТР=3,0 г/10 мин) ~500 мкм; стеклонаполнители содержание которых варьировалось от 2,5 вес.% до 10 вес.%: полые стеклянные шары (ПСШ) с размером частиц ~15–200 мкм; молотое стекловолокно (МСВ)

средней длиной ~200 мкм, рубленое стекловолокно (РСВ) средней длиной ~3000 мкм.

Совмещение порошковых и волокнистых наполнителей проводили в двухшнековом экструдере «Rondol». Гранулы 3–5 мм получали путем механического измельчения экструдата. Образцы полимерных стеклокомпозитов получали: компрессионным спеканием: а) порошковых смесей; б) гранулята; в) методом FDM (Fused Deposition Modeling) из гранул. Механические характеристики образцов определяли согласно ГОСТ 11262-2017 на испытательной машине «Instron 5582». Износостойкость образцов определяли по схеме «вал-колодка» на машине трения СМТ-1.

Размер стеклонаполнителя (аспектное соотношение) и способ получения экструдруемого стеклокомпозита на основе СВМПЭ (количество шнекового смешения исходных компонент) определяют распределение наполнителя в матрице и надмолекулярную структуру, и, как следствие, механические и трибологические характеристики композитов. Эти два определяющих параметра были взяты для определения эффективных деформационно-скоростных интервалов использования разрабатываемых высокопрочных, антифрикционных и экструдруемых композитов на основе СВМПЭ.

Экспериментально определено, что введение 17 вес.% ПЭВП, прив ВТМС, способны связать 5 вес.% стеклонаполнителя с различным аспектным соотношением, определяя тем самым оптимальные механические и трибологические характеристики стеклонаполненных композитов. Дальнейшее повышение содержания стеклонаполнителя приводит к снижению трибомеханических характеристик за счет недостаточной адгезии экструдруемой матрицы к наполнителю, характеризуемого избыточным содержанием.

Композит на основе СВМПЭ со стекловолокнами 200 мкм, полученный методом 3D-печати, рекомендован для использования в качестве фидстока для дальнейшего получения изделий методами аддитивных технологий.

Благодарности. Работа выполнена в рамках государственного задания ИФПМ СО РАН

FWRW-2019-0033. Авторы выражают благодарность РФФИ за финансирование исследования в рамках проектов № 19-38-90106 и № 20-58-00032. Также работа поддержана грантом президента РФ государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации НШ-2718.2020.8.

ПРОЧНОСТЬ ФЕНОЛОФОРМАЛЬДЕГИДНОЙ СМОЛЫ МОДИФИЦИРОВАННОЙ ЖИДКИМИ ПРОДУКТАМИ ПИРОЛИЗА ДРЕВЕСИНЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ЕЕ ФРАКЦИЙ

А.Р. Валеева, А.И. Сабирзянова, Г.М. Бикбулатова, С.А. Забелкин
Научный руководитель – д.т.н., профессор А.Н. Грачев

Казанский национальный исследовательский технологический университет «ФГБОУ ВО КНИТУ»
420015, Россия, Республика Татарстан, Казань, ул. К. Маркса, 68, office@kstu.ru

Фенолоформальдегидные смолы (ФФС) являются продуктом поликонденсации фенола с формальдегидом, наиболее широко используются в деревообрабатывающей промышленности при производстве водостойкой фанеры и древесноволокнистых плит. В свою очередь жидкие продукты пиролиза древесины содержат значительное количество фенолов, которые могут заменить чистый фенол при производстве данных смол [1].

В виду того, что древесная пиролизная жидкость (ПЖ) имеет многокомпонентный состав, до использования в синтезе она подвергалась фракционированию. Для оценки эффективности разделения был проведен комплекс экспериментов [2].

Пиролизная жидкость (ПЖ) получена на установке быстрого абляционного пиролиза FPP1 из древесных опилок смешанных пород. ПЖ темная жидкость с резким запахом копчения.

Первым этапом разделения является вакуумная сушка при температуре 80 °С и давлении 0,02–0,03 Мпа. Продукт данного разделения обозначен как ПЖ2.

Следующим этапом является экстракция горячей водой продукта ПЖ2 в соотношении 1 : 1. Нижняя фракция отбирается и используется в качестве заменителя при синтезе фенолоформальдегидной смолы. Продукт данного разделения обозначен как ПЖ3. Схема разделения представлена на рисунке 1.

Для оценки зависимости прочности смолы от степени разделения пиролизной жидкости, в

лаборатории были получены экспериментальные образцы модифицированной ФФС где 40 % синтетического фенола замещались и полученными фракциями (ПЖ2, ПЖ3) и контрольная смола без модификации. Для оценки прочности древесные бруски были склеены методом горячего прессования. Площадь склеивания 6 см², температура склеивания 125–130 °С, время выдержки в прессе 7 мин. Образцы разрывались по клеевому слою. Результаты, полученные в процессе испытаний представлены на рисунке 2.

Согласно полученным данным можно сделать вывод что глубина фракционирования не

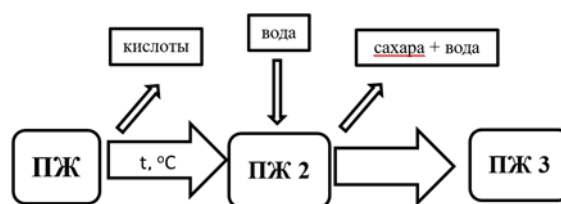


Рис. 1. Схема фракционирования ПЖ

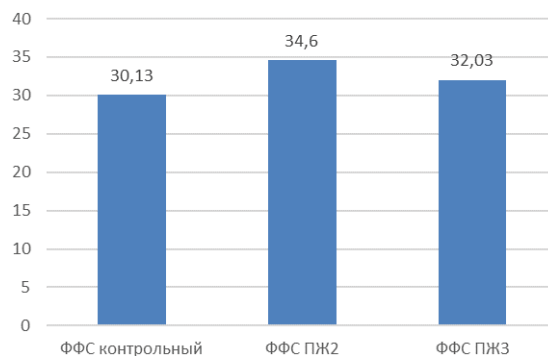


Рис. 2. Прочность смол, Па