

Полипропилен и полиамид, усиленные длинными стеклянными волокнами, используются в облегченных конструкциях автомобилей, прежде всего в тех узлах, где требуются высокая ударная прочность, в том числе при столкновении, и малая масса. Однако следует соблюдать осмотрительность при переработке таких материалов литьем под давлением, так как не каждый шнек подходит для них. В целях минимального повреждения волокон и обеспечения их равномерного распределения в объеме перерабатываемого расплава компания ENGEL разработала новую систему пластикации, предназначенную для переработки длинноволокнистых термопластов.

Увеличенная глубина нарезки шнека в зоне загрузки во многом устраняет проблемы пластикации гранулятов длинноволокнистых термопластов



Система пластикации, оптимизированная для переработки длинноволокнистых термопластов

Т. Кеппльмайр, д-р, Г. Штайнбихлер, д-р, ENGEL Austria GmbH (г. Швертберг, Австрия)

Как известно, использование высокопрочных и высококомодульных армирующих волокон в составе термопластичных композиционных материалов позволяет добиться значительного повышения таких их механических характеристик, как прочность и модуль упругости, ударная вязкость, теплостойкость и износостойкость. В автомобилестроении все большее значение приобретают длинноволокнистые термопласты (ДВТ) с исходной длиной волокна не менее 10 мм, которые обеспечивают более высокий уровень механических свойств по сравнению с термопластами, наполненными короткими стеклянными волокнами (КВТ). Однако, если пластицирующий шнек не предназначен специально для переработки ДВТ, длина волокон в процессе пластикации материала может сильно уменьшиться из-за их разрушения. В результате свойства готовых изделий будут не выше, чем у изделий на основе КВТ.

Предлагаемые на рынке гранулированные ДВТ могут быть различного качества, которое зависит в первую очередь от метода произ-

водства гранулята. Например, при пултрузии непрерывный жгут стеклянных или других волокон протягивается через пропиточную ванну с расплавом термопласта, а затем подается на режущее устройство. Преимуществами этого способа являются качественная пропитка волокнистого жгута, а также равномерное распределение отдельных волокон в гранулах и, как следствие, в готовых изделиях. В случае другого, так называемого кабельного, процесса производства, осуществляемого методом экструзии, стекложгут в гранулах ДВТ лишь снаружи покрыт полимером, а пропитка стекложгута происходит фактически в процессе переработки.

Шнек для пластикации различных материалов

Целью компании ENGEL было разработать новую, универсальную систему пластикации, которая может быть использована для переработки различных термопластов, армированных длинными стеклянными волокнами. До сих пор ENGEL для работы с ДВТ предлагала однозаходный 3-зонный шнек с навин-

чиваемой на него специальной смесительной пластицирующей головкой. Ее конструктивное исполнение способствует малым потерям давления благодаря относительно большим поперечным сечениям потока расплава в каналах головки, что позволяет обеспечить щадящую пластикацию ДВТ. Ввиду роста спроса на литьевые машины, предназначенные для переработки ДВТ, ENGEL решила изготовить шнек и смесительную головку в виде одной монолитной детали и дополнительно оптимизировать ее геометрию. Недавно разработанные шнеки диаметром от 80 до 170 мм в отличие от стандартных имеют удлиненную зону загрузки материала с увеличенной глубиной нарезки, более протяженную зону сжатия, укороченную зону дозирования и оптимизированный по геометрии впускной канал в смесительной головке (см. фото у заголовка статьи). Увеличенная глубина нарезки шнека в зоне загрузки устраняет проблемы подачи гранулята и связанные с ними колебания времени дозирования, которые возникали ранее из-за того, что гранулы в виде стерженьков

не так легко втягиваются в каналы шнека, как стандартные гранулы. Кроме того, благодаря высокоэффективному твердосплавному покрытию новый шнек обладает необходимыми для работы с волокнонаполненным гранулятом показателями стойкости к износу и коррозии.

В рамках данного проекта были проведены эксперименты по переработке различных типов ДВТ на основе полипропилена (ПП-ДВТ), отличающихся содержанием волокна и вязкостью расплава. Сравнивались результаты, полученные при постоянных параметрах режима пластикации с помощью нового и стандартного шнеков, со смесительной головкой и без нее. Были исследованы также такие параметры, как время дозирования, температура расплава и крутящий момент на шнеке, а также качество изготовленных литевых образцов, которое оценивали по ударной прочности, а также по наличию или отсутствию различных пучков волокон в образцах. Кроме того, было определено распределение длины волокна в образцах. При этом для более объективного сравнения различных конструкторских концепций шнека отбирались образцы, полученные при максимально щадящих параметрах переработки – при окружной скорости вращения шнека 0,2 м/с и противодавлении 10 бар.

Было установлено, что при использовании стандартного шнека без смесительной головки с любым ДВТ пучки волокон в образцах видны невооруженным глазом, тогда как в случае того же шнека, но со смесительной головкой эти пучки волокон разрушаются, благодаря чему может быть уменьшено противодействие. Кроме того, эксперимент показал, что увеличение противодействия приводит к более сильному уменьшению среднестатистической длины волокон, чем использование смесительной головки (рис. 1).

В то время как в любых литевых образцах исследованных ДВТ, переработанных стандартным шнеком без смесительной головки при противодействии 10 бар, заметны пучки волокон, их не видно при повышении противодействия до 100 бар в случае ДВТ с высокой текуче-

стью расплава (ПТР ПП-матрицы – 250 г/10 мин при 230 °С/2,16 кгс). Для ДВТ с более низкой текучестью (ПТР ПП-матрицы – 50 г/10 мин при 230 °С/2,16 кгс) противодействие должно быть увеличено до 150–200 бар, чтобы нельзя было обнаружить пучки волокон. При использовании же новых шнеков для переработки ДВТ с высокой текучестью уже при давлении 50 бар пучки волокон в литевых образцах становятся едва заметными, хотя в образцах ДВТ с низкой текучестью даже при противодействии 100 бар все еще встречаются отдельные пучки волокон. Впрочем, эти пучки волокон видны только в окрашенных материалах и иногда используются в качестве индикатора сохранения свойств длинных волокон.

Следует добавить, что определение распределения длины волокон в литевых образцах специалисты ENGEL проводили совместно с Центром компетенций в области древесины Wood K plus (г. Линц, Австрия), в лаборатории которого были сделаны микроскопические снимки волокон, отделенных без их повреждения от литевых образцов ДВТ. После обработки и анализа изображений были построены функции распределения $F(L_b)$ длины волокна L_b , представленные на рис. 1. Физический смысл этой функции в данном случае заключается в том, что значение ордина-

ты какой-либо точки на ее графике представляет собой долю волокон, длина которых не больше значения соответствующей абсциссы этой точки.

Нагрузка на волокна в перерабатываемом расплаве

В дополнение к зонам загрузки и сжатия, в которых все еще присутствует нерасплавленный материал и выступающие волокна могут легко ломаться, сокращение среднестатистической длины волокна обычно наблюдается также в области смесительной головки вследствие дополнительной нагрузки на волокна. Вместе с тем другой вид нагрузки – напряжения сдвига – играет положительную роль, расщепляя пучки волокон и способствуя их распределению в объеме расплава. При этом чем меньше вязкость расплава, тем легче происходит расщепление и пропитка волокнистого наполнителя и в меньшей степени происходит разрушение самих волокон (рис. 2). Сопоставление полученных данных с кривыми распределения длины волокон (см. рис. 1) позволило однозначно констатировать, что высокая текучесть (низкая вязкость) матричного термопласта способствует предохранению волокон от повреждения и значительному увеличению доли более длинных волокон.

Новый шнек благодаря большей глубине нарезки в области загрузки

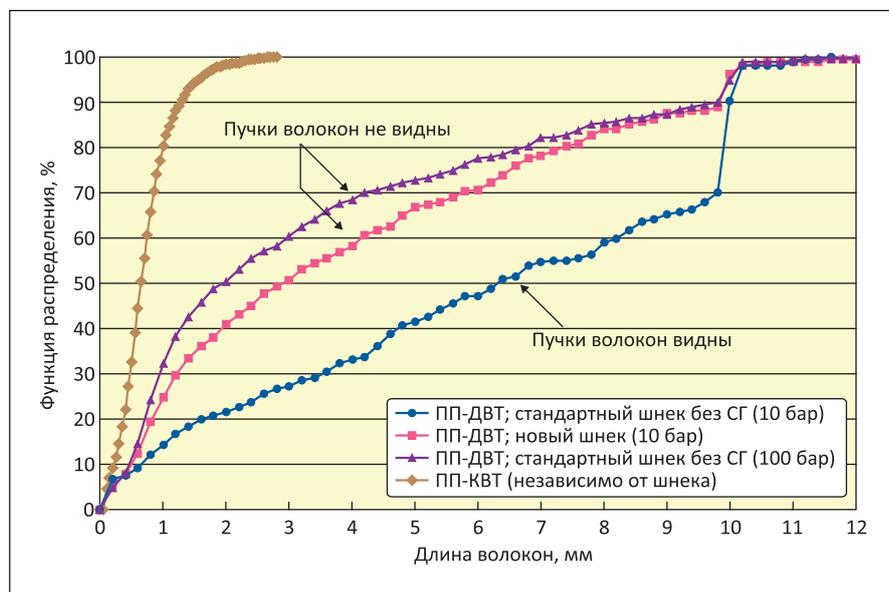


Рис. 1. Функции распределения длины волокон в литевых образцах длинноволокнистого (ПП-ДВТ) и коротковолокнистого (ПП-КВТ) полипропилена, полученных с помощью стандартного и нового шнеков при противодействии 10 и 100 бар (все иллюстрации: ENGEL)

гранулята ДВТ лучше гомогенизирует перерабатываемый материал и уменьшает колебания времени дозирования. Благодаря этому (при необходимости) может быть повышена производительность пластикации всех исследованных ма-

териалов (рис. 3) или – при одинаковом времени цикла – уменьшить скорость вращения шнека и тем самым нагрузку на волокна. Кроме того, становится более стабильной стадия дозирования по сравнению с другими исполнениями шнека.

Партнером ENGEL по определению свойств литевых образцов, в том числе по их испытаниям на пробой, был Университет Йоханнеса Кеплера в г. Линце. В данных испытаниях определяли энергию удара, необходимую для пробивания образца. Оказалось, что полученные значения ударной прочности коррелируют со средней длиной волокон: чем больше длина, тем больше ударная прочность. Было установлено также, что использование смесительной головки позволяет уменьшить стандартные (среднеквадратические) отклонения прочности и, следовательно, повысить надежность материала.

Таким образом, результаты исследований, проведенных ENGEL, показывают преимущества новых шнеков, оптимизированных в целях переработки ДВТ. Более стабильная подача материала снижает колебания времени дозирования. Кроме того, новые шнеки обеспечивают более высокую производительность пластикации при меньшем сокращении длины волокон, а также хорошее расщепление пучков волокон и их более однородное распределение в объеме материала. Все это в целом позволяет значительно улучшить механические свойства изделий из ДВТ.

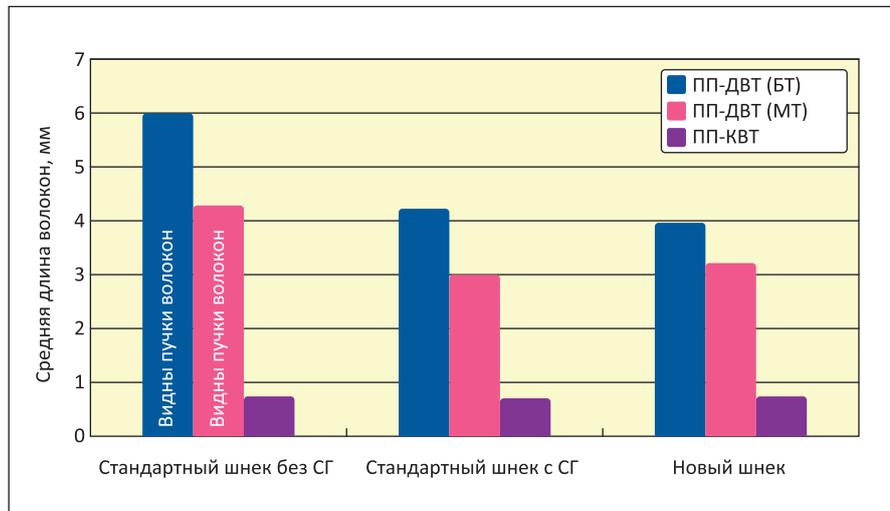


Рис. 2. Средняя длина волокон в литевых образцах ПП-КВТ и ПП-ДВТ с большей (БТ) и меньшей (МТ) текучестью, изготовленных с использованием нового шнека и стандартного шнека со смесительной головкой (СГ) и без нее (противодавление при пластикации всех материалов – 10 бар). Содержание стеклянных волокон в материалах здесь и на рис. 3 – 30% масс.

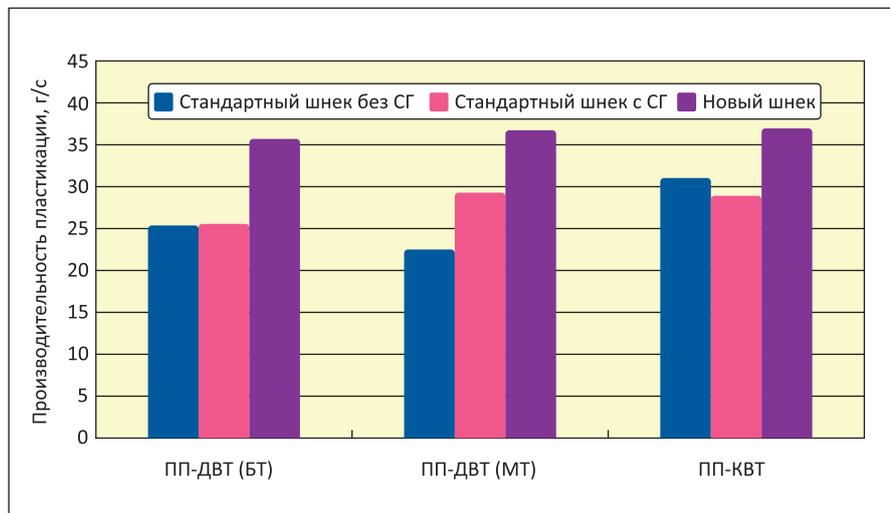


Рис. 3. Сравнительная производительность пластикации ПП-КВТ и ПП-ДВТ с большей (БТ) и меньшей (МТ) текучестью, изготовленных с использованием нового шнека и стандартного шнека со смесительной головкой (СГ) и без нее (противодавление при пластикации всех материалов – 10 бар)

Plasticizing System Optimized for Processing Long Glass Fiber Materials

Th. Koeplmayr, G. Steinbichler

Long glass-fiber-reinforced polypropylene and polyamide are used in automotive lightweight construction especially where high impact toughness, very good crash behavior and low weight are required. However, care must be taken during injection moulding, since not every screw is suitable for these materials. To maintain the fiber length reliably and obtain a uniform distribution of the fibers, ENGEL has developed a new plasticizing system especially for processing long glass-fiber-reinforced materials. ■

Производство ДВТ в России

Рынок длинноволоконистых термопластов (ДВТ) является одним из наиболее динамично развивающихся, что объясняется высокими механическими свойствами ДВТ, возможностью их переработки литьем под давлением и большим потенциалом применения в транспортостроении и дру-

гих отраслях промышленности. Например, в 2018 г. в Европе объем выпуска ДВТ составил порядка 150 тыс. т. Именно поэтому НПП «ПОЛИПЛАСТИК» осваивает экструзионную технологию производства ДВТ марочной серии «Армалонг». Данный материал разработан в Научно-техническом центре

компании и в ближайшем будущем позволит осуществить масштабное импортозамещение и расширение областей применения ДВТ в России. Презентация нового материала состоялась в рамках выставки «Интерпластика-2019».

Пресс-служба
НПП «ПОЛИПЛАСТИК» ■