

УДК 621.777 : 67/68

**МОДЕРНИЗАЦИЯ ШНЕКОВОГО ЭКСТРУЗИОННОГО  
ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ  
ПРОИЗВОДСТВА**

**С.В. Бровко, Ю.А. Милющенко, В.В. Пятов,  
К.С. Матвеев**

*УО «Витебский государственный технологический  
университет»*

Использование шнековых экструдеров для переработки отходов производства является широко распространенной практикой. Большинство разработанных на сегодняшний день технологических процессов, предполагают переработку «чистых» отходов, без посторонних примесей, с целью получения вторичного гранулированного полимера, который используется или непосредственно, или в качестве 10-20% добавки к исходному полимеру. В этом случае сам технологический процесс переработки строится по традиционной, хорошо отлаженной схеме и включает обычно семь этапов: раздельный сбор отходов, их сортировку с удалением инородных частиц, последующее измельчение, удаление загрязнений путем промывки, сушку, грануляцию или агломерацию и получение изделия одним из традиционных методов, принятых в переработке пластмасс. Однако, использование подобной схемы, на практике оказывается достаточно затруднительным, поскольку применение каждого этапа влечет за собой достаточно большие материальные затраты. В некоторых случаях (когда материал сильно загрязнен) оказывается так, что полученный гранулят полимера по стоимости превосходит первичный материал. Поэтому большинство производителей экструзионного оборудования разрабатывают различные специальные конструкции, которые позволяют устранить ту или иную операцию. Кроме того, при многократной термической переработке полимер подвергается деструкции и из него частично выделяются пластификаторы и стабилизаторы, что приводит к ухудшению физико-механических свойств вторичного материала.

Несколько хуже обстоят дела в том случае, если переработке подвергаются смешанные отходы. Подобные технологии практически не используются, поскольку требуют специализированного оборудования. В тоже время, наличие в отходах, подлежащих переработке небольшого, в пределах 20-30%, количества полимерных материалов, обеспечивает получение композиционного материала, в котором отходы полимера играют роль матрицы, а все остальные материалы выполняют функцию наполнителя. Преимущество переработки отходов «загрязненных» другими отходами, заключается в возможности сокращения большинства этапов вышеописанного техпроцесса, поскольку качественные свойства получаемого материала могут быть и достаточно низкими, если область применения изделия из композиционного материала это позволяет. Имеющийся опыт разработки оборудования для переработки отходов, показывает, что в некоторых случаях, такие операции как промывка, сушка и грануляция, могут быть исключены из техпроцесса, при наличии специализированного оборудования.

Примером подобной технологии может служить технологический процесс рециклинга отходов натуральных кож и пенополиуретанов, который был разработан научными сотрудниками УО «ВГУ». Техпроцесс состоит из следующих операций: сбора отходов, их измельчения, смешивания и экструзии на шнековом экструдере с получением профильного изделия. Подобная сокращенная технология отличается низкими затратами на оборудование и, соответственно, высокой эффективностью.

Однако, практика работы шнекового экструдера, специально изготовленного для осуществления данного процесса, показала и некоторые недоработки проектирования. Дело в том, что проектирование осуществлялось в соответствии с рекомендациями,

выработанными для экструдеров общего назначения, которые применяются для переработки полимерных материалов. В конструкции используется шнек с уменьшающейся глубиной канала и равномерное распределение температурного поля по длине шнека, как это показано на рисунке 1.

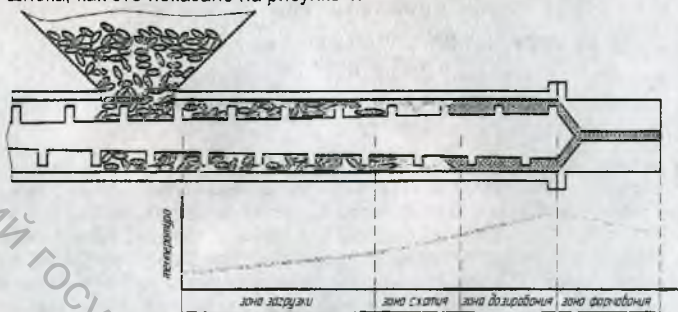


Рисунок 1 – Схема экструдера общего назначения

Постепенный нагрев влажной смеси в замкнутом пространстве корпуса шнека в зоне загрузки, и сжатие вязкотекучего материала в зоне сжатия, приводит к парообразованию, которое нарушает стабильное течение процесса экструзии. Пар стремится выйти из зоны сжатия и воздействует как на расплавленный материал в зоне дозирования и формования, так и возвращается по винтовому каналу и зазору между шнеком и корпусом, в зону загрузочного бункера. Пытаясь пройти через слой материала в бункере, он вызывает еще большее увлажнение смеси, которая попадая в зону сжатия, выделяет еще больше пара. Создается воздушная пробка, которая при достижении паром определенного давления, «выстреливает» находящийся перед ней расплав материала, что нарушает весь процесс экструзии.

Для устранения всех вышеописанных недостатков, была предложена схема распределения температурного поля, которая отличается от традиционной, с использованием шнека специальной конструкции. Кроме того, внесены некоторые изменения в конструкцию загрузочного бункера, а именно предложено выполнить вал ворошителя, который устанавливается в бункере для более равномерной подачи материала, пустотелым, для осуществления возможности отвода через него образующихся паров.

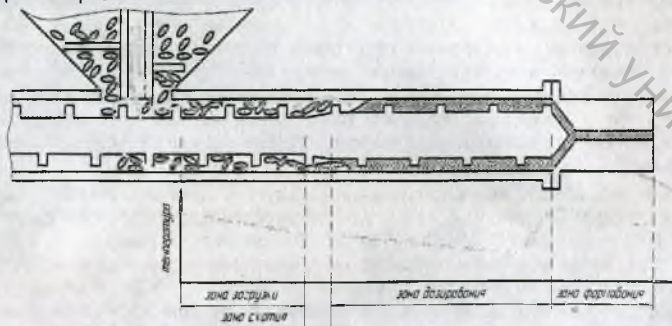


Рисунок 2 – Схема специализированного экструдера

В результате пар образуется непосредственно в зоне загрузки, при уплотнении смеси в зоне сжатия, пар стремится покинуть зону сжатия и устремляется к загрузочной воронке. Наличие полого вала ворошителя, позволяет удалить пар из корпуса экструдера, при этом дополнительное увлажнение смеси в бункере не происходит. Далее температура снижается на всей длине зоны дозирования, что несколько снижает степень деструкции материала, вызванную длительным пребыванием смеси внутри корпуса. Повышение температуры в начале зоны формования снижает давление в фильере и стабилизирует скорость экструзии.

Проведенная модернизация шнекового экструдера, не повлекла за собой существенных конструктивных изменений, но позволила стабилизировать процесс экструзии композиционного материала, снизить степень его деструкции и повысить качество получаемой продукции.

УДК 621.817:621.825.63.001.6

### ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИИ ШАРНИРНОГО УЗЛА КАРДАННОЙ ПЕРЕДАЧИ

**А.С. Антонов, Д.С. Антонов, А.С. Воронцов,  
К.В. Кравченко**

*УО «Гродненский государственный университет имени  
Янки Купалы»*

**Введение.** Неотъемлемой частью трансмиссии современных транспортных средств являются карданные передачи. Они предназначены для передачи крутящего момента между элементами агрегатов, имеющих в процессе эксплуатации относительные перемещения [1].

В современном машиностроении одним из показателей внедрения ресурсосберегающих технологий на производстве является увеличение срока службы отдельных элементов конструкции.

Работоспособность карданных передач в значительной мере определяется надежностью и эксплуатационным ресурсом шарнирного узла, в частности, сроком службы сопряжения "игольчатый подшипник – шип крестовины" [2].

Возрастающие требования к карданным передачам для подвижного состава железных дорог требуют создания и внедрения более совершенных агрегатов, как в части конструкторских решений, так и в части оптимального подбора материалов и технологий.

Таким образом, целью представленной работы является оптимизация конструкции шарнирного узла типового карданного вала для привода освещения пассажирских железнодорожных вагонов.

**Методика.** Традиционная технология изготовления крестовин карданных валов производства ОАО «Белкард» представляет собой ступенчатую термообработку хромо-никелесодержащих сталей марки 20ХГНТР: механически обработанная крестовина подвергается цементации с последующей объемной закалкой. После термической обработки следует дробеструйная очистка и окончательная шлифовка крестовин.

Под оптимизацией конструкторско-технологических решений шарнирного узла карданной передачи подразумевается комплекс мероприятий: изменение режимов термической обработки заготовки, использование новых элементов в составе шарнира и создание оптимальной конструкции крестовины.

Решение поставленных задач осуществляли с помощью использования пакетов программ AutoCAD 2004, SolidWorks 2005, предназначенных для двухмерного про-