

Шевеля В.В.,*
Кияница Е.В.,**
Гладченко А.Н.,**
Зверлин В.Г.**

*Жешувская политехника,
г. Жешув, Польша,
**ЗАО «Пластмаш»,
г. Киев, Украина

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ФИЛЬЕРНЫХ РЕШЕТОК ГРАНУЛИРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ

Грануляционные установки крупнотоннажных производств пластмасс (полиэтилена, полипропилена и т.п.) основаны на технологии экструдирования расплава, поступающего из полимеризационных устройств, червячными прессами с гранулирующими головками. В процессе гранулирования расплав полимера вращающимся червяком продавливается через отверстия в гранулирующей фильерной решетке головки в виде жгутов (стренг), которые на выходе из каналов решетки срезаются скользящими по ее поверхности ножами. Производительность таких грануляторов достигает 20 т/час [1]. Такие единичные мощности и непрерывность процесса полимеризации требуют обеспечения высокой надежности грануляторов, которая определяется износостойкостью трибопары «фильерная решетка – срезающий нож». Поскольку нож является сравнительно простой и недорогой деталью, замена которой технически не сложна, основная ответственность за работоспособность гранулятора ложится на фильерную решетку.

Фильерная решетка (фильера) является сложной и весьма дорогой (до 100 тыс. долларов США) сборно-сварной конструкцией с длительным технологическим циклом производства, включающим кузнечно-заготовительные, термические, механические, сборочно-сварочные, сборочно-прессовые, контрольно-испытательные и доводочные операции. При этом в конструкциях применяются различные технологии повышения износостойкости контактной поверхности вышеупомянутой трибопары «фильера-нож». Схематическое изображение такого сопряжения представлено на рис. 1.

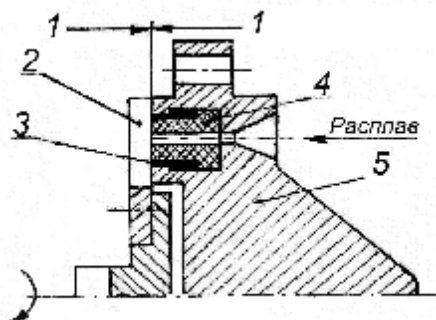


Рис. 1 – Схема фильерной решетки:
1 – контактная поверхность;
2 – нож; 3 – деформируемая втулка;
4 – вставка; 5 – корпус

Фильера работает в сложных условиях нагружения. Со стороны входа расплава полимера на нее действует давление до 300 кгс/см² при температуре расплава 300 °С и более. На выходе стренг фильере омывает охлаждающая вода с температурой около 100 °С, благодаря чему гранулы затвердевают и срезаются ножами. Внутренние каналы фильеры обогреваются паром при давлении 30 ... 35 кгс/см². Ножи, закрепленные в ножевой обойме, прижаты к рабочей поверхности (зеркалу) фильеры с усилием, обеспечивающим качественный (без «усов») срез гранул. Скорость вращения обоймы до 3000 об/мин. При этом существенное влияние на стойкость трибопары оказывают вибрационные нагрузки. Количество фильерных каналов в зависимости от производительности достигает 1600 и более, а диаметры корпуса – в диапазоне 300 ... 1500 мм [1, 2]. Такие конструктивные особенности, обусловленные технологией получения гранул крупнотоннажных пластмасс, требуют решения нескольких технических задач обеспечения работоспособности фильерной решетки в течение регламентных периодов. Основные из них – следующие.

Материал корпуса фильеры должен иметь необходимую прочность, чтобы выдерживать давление расплава при высокой степени перфорации, обладать коррозионной стойкостью в контакте с расплавом и охлаждающей средой при повышенных температурах, иметь максимально возможную износостойкость, как компромисс между твердостью, с одной стороны, и демпфирующей способностью – с другой, проявлять достаточно хорошую свариваемость и минимальные коробления при термических воздействиях, хорошо воспринимать различные износостойкие покрытия. Экспериментальные работы и испытания в промышленных условиях позволили установить, что наиболее полно таким требованиям удовлетворяют поковки из термообработанной стали марки 20Х13 (ГОСТ 5949-75, НВ 285-341, $\sigma_m = 45$ кгс/мм²).

Для повышения долговечности рабочих поверхностей фильер («зеркала» и кромки фильерных отверстий) их усиливают износостойкими покрытиями [2]. Применяются в основном следующие технологии: наплавка, газотермическое напыление, армирование износостойкими твердыми сплавами путем пайки, обжата, механического крепления или их различных комбинаций. Применение других способов повышения износостойкости фильер, например, объемной или поверхностной закалкой, термодиффузионной обработкой (цементация, азотирование, борирование), электролитическими или химическими покрытиями не обеспечивает необходимого ресурса их работы.

Наибольшая износостойкость обеспечивается применением армирующих элементов из металл-керамических твердых сплавов, которые крепятся в корпусе фильеры так называемым «холодным способом». Впервые такая конструкция фильеры была разработана авторами и применена в производстве на Новополоцком химкомбинате «Полимир» (Республика Беларусь) – АС СССР № 894967, а также описано в патентах Украины № 1147 от 30.12.1993 г., № 4733 от 28.12.1994 г. и № 14567 от 06.02.1995 г.

Отличительной особенностью крепления твердосплавной детали к корпусу фильеры, согласно патенту, является ее защемление в специальной проточке корпуса с помощью деформируемой промежуточной втулки из пластичного металла при прессовой сборке фильеры. На рис. 2 показано собранное под запрессовку и после запрессовки прессовое соединение.

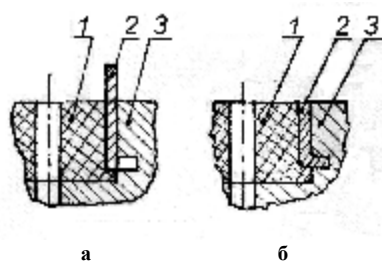


Рис. 2 – Прессовый узел:
 а – до запрессовки; б – после запрессовки;
 1 – армирующая вставка WC-Co;
 2 – деформируемая втулка;
 3 – корпус фильеры

Такое решение позволило снять проблему трещинообразования в твердом сплаве, отказаться от применения дорогостоящих серебряных припоев, обеспечить контроль усилия удержания армирующей детали в теле фильеры, осуществлять, при необходимости, замену выпавших и треснувших твердосплавных вставок и, в итоге, на порядок повысить общий ресурс работы фильеры.

Вместе с этим применение такого крепления потребовало разработки и соблюдения ряда норм и правил изготовления и контроля деталей. Например, был введен двойной 100%-ный контроль твердосплавных вставок под микроскопом, в результате которого выбраковывалось до 10% этих деталей по наличию микротрещин на их рабочих поверхностях. Наилучшее качество вставок обеспечивалось применением сплавов системы WC-Co типа BK8 и BK6.

Введение селективной сборки под запрессовку вставок, применение промежуточных втулок под расточенные гнезда в корпусе фильеры, а также предварительный контроль усилий и качества запрессовки на образцах-имитаторах с их препарированием и исследованием под микроскопом дали практически полную гарантию необходимой прочности прессового соединения. Кроме этого был разработан ряд приспособлений для доводочных и финишных операций после предварительного шлифования зеркала фильеры.

Применение описанной конструкции фильерной решетки, освоенной производством на заводе опытных машин УкрНИИпластмаш ЗАО «Пластмаш» (г. Киев), вместе с другими необходимыми мероприятиями по совершенствованию технологии производства на Томском заводе полиэтилена (Российская Федерация) позволило существенно (почти в два раза) увеличить производительность грануляторов.

Дальнейшие исследования по совершенствованию конструкции фильер были направлены на увеличение относительной площади застила зеркала фильер армирующими элементами. Новое техническое решение позволило отказаться от выполнения кольцевых проточек, в которые запрессовываются промежуточные втулки и, за счет этого, существенно уменьшить шаг между соседними каналами в фильере. Отличительной особенностью такого крепления является то, что твердосплавные вставки зажимаются в отверстиях корпуса фильеры осадкой материала самого корпуса вместе с промежуточной втулкой на бурты вставок (Патент Украины № 75142 от 01.2006 г.). Это позволяет достичь плотности застила зеркала решетки твердым сплавом до 80 %.

Важным условием проведения экспериментальных работ по новому техническому решению было обеспечение преемственности уже освоенной производством технологии. Поэтому работы проводи-

лись на образцах из стали 20Х13 с указанными выше характеристиками, а геометрические размеры твердосплавных вставок и промежуточных втулок были выполнены наиболее приближенными к существовавшим. Конфигурация образцов-имитаторов фрагмента фильерной решетки для оценки усилий опрессовки изображена на рис. 3 - 4. Размеры двух вариантов исследованных образцов приведены в таблице.

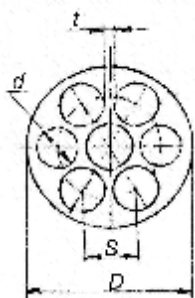


Рис. 3 – Образец-фрагмент фильеры

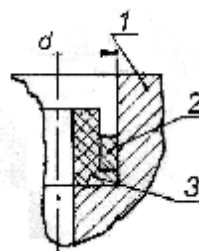


Рис. 4 –Сборка деталей под опрессовку:

1 – корпус фильеры;
2 – промежуточная втулка;
3 – армирующая вставка

Таблица

Варианты и размеры образцов-имитаторов фильер

Вариант	d	t	D	S	Площадь опрессовки, мм ²
	мм				
№ 1	8	2	32	10	452
№ 2	7	3	33	10	585

Теоретический расчет необходимого усилия опрессовки металла корпуса (фрагмента) дал результат для варианта № 1 – 27,2 т., для варианта № 2 – 35,2 т., при котором зазор между вставкой и отверстием под нее – 0,5 мм - должен полностью закрыться. В расчете было принято, что напряжения сжатия должны быть 60 кгс/мм².

В эксперименте при усилиях сжатия 32 т в обоих вариантах зазоры между вставкой и стенкой отверстия под нее были полностью закрыты. Выпрессовка вставок показала, что их сдвиг начинается при усилиях 500 кг, что вполне удовлетворяет условиям работы фильеры. Вместе с этим на качество опрессовки существенно влияли краевые эффекты, связанные с непараллельностью стола и плоскости торца плунжера пресса, а также со сверхнормативными зазорами в его плунжерной паре.

Проведенные работы подтвердили возможность существенного увеличения плотности застила твердым сплавом зеркала фильерной решетки при использовании рассмотренной конструкции. Однако следует заметить, что для каждого конкретного исполнения фильеры размеры и расположение отверстий, размеры промежуточной втулки и твердосплавной вставки, припуски на осадку, а также форма и размеры пуансона для пошаговой опрессовки должны уточняться экспериментом на образцах-имитаторах фрагментов фильеры.

В связи с необходимостью обеспечения повышенных требований по надежности фильеры работы следовало бы продолжить на натуральных экспериментальных образцах фильер с их испытаниями в производственных условиях, но это представляется проблематичным из-за высокой стоимости экспериментов. Актуальной также является разработка технологии неразрушающего контроля прочности прессового соединения «вставка-корпус» в фильерной решетке.

Литература

1. Оборудование для переработки пластмасс. Справочное пособие / под ред. В.К. Завгороднего. – М.: Машиностроение, 1976.
2. Гладченко А.Н., Зверлин В.Г., Петренко С.Д., Шевеля И.В. Износостойкость оборудования для переработки полимерных материалов. – К., 1997.

Надійшла 13.04.2012