

## ВЫБОР ВИДА СЫРЬЯ ЭКСТРУДЕРА ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ ЕГО ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ

А.А. Бывалец, В.В. Ошовский

Донецкий национально технический университет

*В докладе рассмотрен экструдер с полным описанием его работы и выполняемыми функциями. Приведена классификация экструдеров. Представлен расчет шнека. Исследуется возможное наилучшее сырье для рассматриваемого оборудования.*

*Ключевые слова: ЭКСТРУЗИЯ, ЭКСТРУДЕР, ШНЕК ЭКСТРУДЕРА, СЫРЬЕ, ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ЭКСТРУДЕРА.*

*The report considered the extruder with a full description of its work and functions. The classification of extruders. A calculation of the auger. Investigated the best possible raw materials for the equipment.*

*Key words: EXTRUSION, EXTRUDER, SCREW EXTRUDER, RAW material, PERFORMANCE of the EXTRUDER.*

Экструзия - метод формования в экструдере изделий или полуфабрикатов неограниченной длины продавливанием расплава полимера через формующую головку с каналами необходимого профиля. Для этого используют шнековые или червячные, экструдеры.

Экструдер, в котором полимер расплавляется и гомогенизируется, является основной машиной промышленных линий, на которых осуществляется ряд взаимосвязанных операций процесса переработки. Он выполняет функции пластикатора и насоса, непрерывно продавливающего расплав материала, полученного в винтовом канале, через головку (формующий канал). По устройству и принципу работы основного узла, продавливающего расплав в головку, экструдеры подразделяются на шнековые, без шнековые и комбинированные. Шнековые машины называют также червячными прессами. Высокая пластицирующая способность червячных экструдеров обусловлена тем, что пластикация происходит как в результате теплопередачи от обогреваемых стенок цилиндра (корпуса), так и выделения тепла при деформациях, которым материал подвергается в экструдере[1].

Экструдеры подразделяют на одночервячные и двухчервячные (в последних оба червяка расположены в одном цилиндре); известны также трехчервячные и четырехчервячные экструдеры; двухцилиндровые или многоцилиндровые (каждый червяк расположен в отдельном цилиндре); одно- и двухстадийные, в которых пластикация и выдавливание материала осуществляется соответственно в одну или в две стадии; универсальные и специализированные; с осциллирующими (вдоль оси) и одновременно вращающимся шнеком; с зоной дегазации и без нее с вращением шнеков в одну и в противоположные стороны.

Экструдер представляет собой: бункер, в который поступает, гранулы пластмассы с помощью шнека перемещаются, по гильзе к нагревателю, который расплавляет данные пластиковые гранулы. В связи тем, что температура нагревателя 100°-180°С пластмасса не разлагается и нет токсичных выделений, которые бывают при разложении. Продукт попадает на

матрицу, где он равномерно распределяется и выходит через головку данного экструдера. После того как продукт вышел из экструдера он попадает на катушку для наматывания готовой нити. При этом толщина готовой нити зависит от диаметра сопла, установленного на экструдере. Для того чтобы нить остыла, после выхода ее из экструдера, устанавливается вентилятор, который обдувая воздухом, остужает нить[1]. Схема экструдера представлена на (рис. 1).

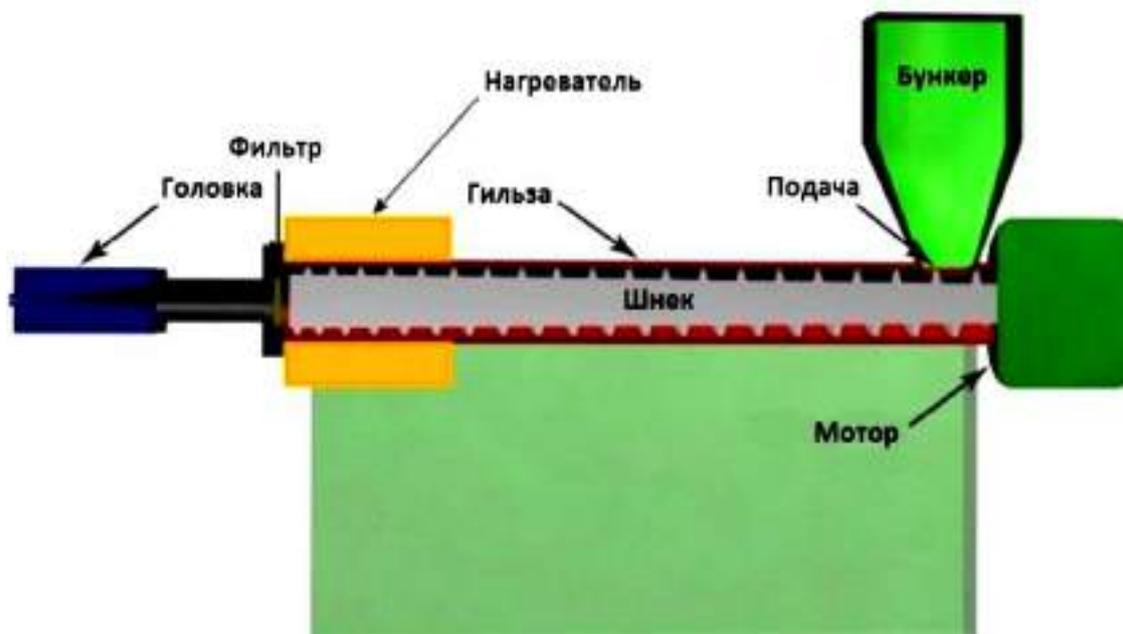


Рисунок 1. Схема экструдера

Исходное сырье для экструзии, подаваемое в бункер, может быть в виде порошка, гранул, лент. Последний вид сырья характерен для переработки отходов промышленного производства пленок и осуществляется на специальных экструдерах, снабженных принудительными питателями-дозаторами, устанавливаемыми в бункерах. Равномерное дозирование материала из бункера обеспечивает хорошее качество экструдата.

Переработка полимера в виде гранул наилучший вариант питания экструдера. Это объясняется тем, что гранулы полимера меньше склонны к "зависанию", образованию пробок в бункере, чем порошок[2].

Порошкообразный материал может слёживаться в процессе хранения и транспортировки, в том числе и при прохождении через бункер. Гранулированный материал в отличие от порошка имеет постоянную насыпную массу. Загрузка межвиткового пространства под воронкой бункера происходит на отрезке длины шнека, равном  $(1-1,5) \cdot D$ . При переработке многокомпонентных материалов для загрузки их в бункер применяются индивидуальные дозаторы: шнековые (объемные), вибрационные, весовые. Если при применении порошкообразных материалов последние имеют непостоянную сыпучесть, то в бункерах образуются "своды", зависающие на стенках бункера. Питание шнека материалом прекращается. Для устранения этого необходимо в бункер помещать ворошители. Сыпучесть материала

зависит в большой степени от влажности: чем больше влажность, тем меньше сыпучесть. Поэтому материалы должны быть вначале подсушены[2].

Для увеличения производительности машины гранулы можно предварительно подогреть. Применяя приспособления для принудительной подачи материала из бункера на шнек, также удастся существенно повысить производительность машины (в 3-4 раза). При уплотнении материала в межвитковом пространстве шнека вытесненный воздух выходит обратно через бункер. Если удаление воздуха будет неполным, то он останется в расплаве и после формования образует в изделии полости.

При небольшом колебании  $\Delta P$  (рис. 2), которое может возникнуть при практической работе, последнее сказывается на величине колебания  $\Delta Q_1$  или  $\Delta Q_2$ . Чем больше  $\Delta Q$ , тем больше пульсация расплава, то есть больше неравномерность во времени скорости и выхода расплава. Это сказывается в первую очередь на разнотолщинности получаемых изделий. Разнотолщинность тем больше, чем выше  $\Delta Q$ .

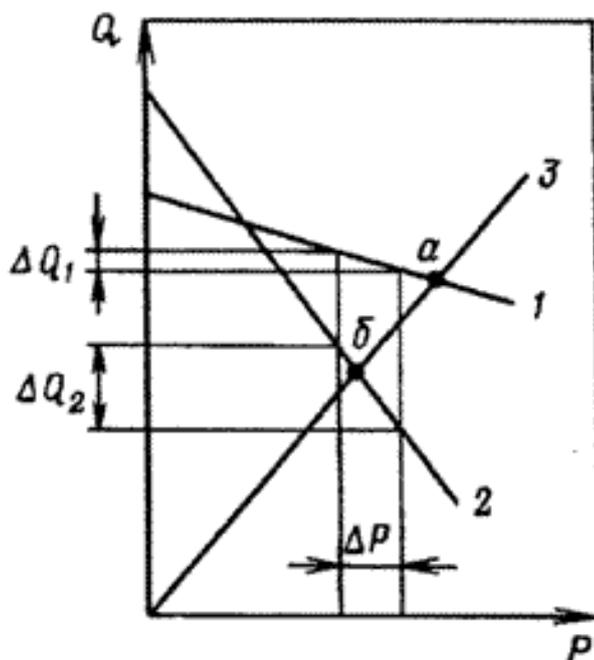


Рисунок 2. Зависимость производительности  $Q$  от давления  $P$  расплава на выходе из экструдера: 1, 2- характеристики шнека; 3 - характеристика головки; а и б - рабочие точки

$$Q = a \cdot N - (b + g) \cdot \frac{P}{h},$$

где  $N$  — частота вращения шнека;

$P$  — давление на выходе из шнека (в конце зоны III);

$h$  — средняя вязкость расплава;

$a, b, g$  — постоянные коэффициенты, зависящие от геометрических параметров шнека.

Из уравнения легко показать, что при прочих равных, условиях у экструдеров с большим  $L/D$  колебания  $\Delta Q$ , то есть пульсация, меньше, чем у экструдеров с меньшим  $L/D$ .

При равенстве  $D$  первый тип экструдера называется длинношнековым, второй - короткошнековым. Кроме того, увеличение  $L$  способствует получению однородного расплава, так как время воздействия на него шнека больше, чем в короткошнековых экструдерах. Изделия, получаемые из однородного расплава, обладают лучшими свойствами. Короткошнековые экструдеры имеют  $L/D = 12-18$ , длинношнековые  $L/D > 30$ . Наиболее распространены экструдеры с  $L/D = 20-25$ .

Расплав вращающимся шнеком продавливается через решетку, к которой прижаты металлические сетки. Сетки фильтруют, гомогенизируют и создают сопротивление движению расплава, на них теряется часть давления. Проходя через систему фильтрующих сеток, порции полимерного расплава с большей вязкостью задерживаются на сетках. Этого времени должно хватить для того, чтобы порция расплава достигла нужной температуры. Сверхвысокомолекулярные фракции полимера и различные примеси задерживаются сетками и через некоторое время они вместе с сеткой удаляются из цилиндра экструдера[2].

Полученные результаты позволили определить, что наилучшим сырьем экструдера для повышения его эффективности может стать полимер в виде гранул, так как гранулы меньше склонны к «зависанию», образованию пробок в бункере, чем порошок. В отличие от порошка гранулы имеют постоянную насыпную массу, что не позволит им слеживаться во время транспортировки.

Также был произведен расчет шнека, по методике, приведенной в [1]: нахождение геометрии шнека, а также частоты его вращения, расчет производительности одношнековых экструдеров.

При производительности  $Q = 1216 \text{ мм}^3/\text{с}$  шнек имеет диаметр  $D = 20 \text{ мм}$  и длиной  $L = 250 \text{ мм}$ . Он систематически разделяют на три зоны: зона питания  $L_1 = 50 \text{ мм}$ , зона пластикации  $L_2 = 70 \text{ мм}$ , зона дозирования  $L_3 = 80 \text{ мм}$ . Резьба с шагом  $t = 18 \text{ мм}$ , и глубиной  $h = 3 \text{ мм}$ , ширина гребня винта  $e = 2 \text{ мм}$ , угол наклона резьбы  $\mu = 18^\circ$ . Также был получен зазор между шнеком и корпусом экструдера  $\delta = 0,4 \text{ мм}$ .

## ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Литвинец Ю.И. Технологические и энергетические расчеты при переработке полимеров экструзией. – Екатеринбург 2010г.
2. Луцейкин Г.А. Полимерные электреты / Г.А. Луцейкин – М.: Химия, 1984. – 184 с.

Бывалец Александр Андреевич.

Донецкий национальный технический университет.

Разработка технических решений для получения вторичных пластиков из полимерных отходов бытового назначения.

Научный руководитель: к.х.н доцент Владимир Владимирович Ошовский.