

УДК 621.921.8; 662.2.036.5

ГОРЯЧАЯ ШТАМПОВКА (ЛИТЬЕ) ПЛАСТМАССЫ

Андрей Борисович Рожнов

старший преподаватель

smart-68@yandex.ru

Максим Геннадьевич Тимофеев

студент

Мичуринский государственный аграрный университет

г. Мичуринск, Россия

Аннотация. В статье описываются основные способы горячей штамповки (литья) пластмассы, а также машины и материалы, используемые при производстве изделий.

Ключевые слова: методы литья пластмасс, машины для литья пластмасс, компоненты для литья пластика.

Литье пластмасс началось в конце XIX века для производства бильярдных шаров, которые до этого изготавливали из слоновой кости.

В 1868 году Джон Уэсли Хаятт изобрёл изготовление бильярдных шаров способом впрыска целлулоида в инструмент характерной формы, а четыре года спустя, с братом, изобрели и запатентовали автоматизирующее оборудование процесс формовки как первую в мире машину для литья пластика под воздействием высокого давления.

Основные принципы формования изделий достаточно просты. В подавляющем большинстве случаев это подача расплава в форму, где расплав затвердевает в результате либо охлаждения (термопласты), либо химического сшивания (реактопласты). Подача расплава в форму может быть периодической (литье, прессование и т.п.) либо непрерывной (экструзия, каландрование, штранг-прессование и т.п.). [1]

На самом деле прессование и литье могут быть предназначены для переработки как термо-, так и реактопластов, а литье без давления – только для реактопластов.

За годы промышленного развития в области использования пластмасс самыми распространёнными методами литья пластмасс являются – ротационное формование, литье под давлением, выдувное формование, компрессионное формование, экструзионное формование и термоформование.

Ротационное формование – это производственный процесс для изготовления больших полых деталей и изделий за счёт помещения порошка или жидкой смолы в металлическую форму и вращения печи (пресс-формы) до тех пор, пока за счёт центробежной силы смола не покроет её внутреннюю часть равными стенками и как только форма остынет, затвердевший пластик удаляется в виде готовой продукции.

При ротационной формовке затрачивается очень мало материала, полимерные отходы используются повторно и поэтому эта методика является экономичной и экологически чистой, а затраты на оснастку для вращения форм ниже, чем для литья под давлением или выдувных форм.

Литье под давлением – применяется для изготовления нестандартных пластиковых деталей однокомпонентного или многокомпонентного литья пластмасс и выполняется разными способами: [3, 4]

Инжекционный самый распространённый способ. Необходимая порция расплавленной пластмассы накапливается в цилиндре и под напором, за секунды, инжектируется в форму под давлением на уровне 200 МПа. Данный способ позволяет получать изделия любой сложной формы. В качестве сырья могут использоваться термопласты и термореактивные пластикаты, продукция, получаемая этим способом широко используется в сельскохозяйственной отрасли [5-7].

Инструзионный способ разработан для оливо толстостенных пластмассовых изделий. При этом методе литья пластмасс расплавленный материал подаётся в пресс-форму благодаря вращению червячного механизма. В процессе естественной усадки червяк уже осевым движением подаёт недостающий расплав. Количество массы может превышать объем, требующийся для изготовления изделия. Из-за незначительного давления литья, этот метод применяется для получения изделий простой формы с ограниченной гнёздостью.

Инжекторно-прессовый метод литья пластмасс позволяет производить изделия, характеризующиеся большой прессовочной площадью. При падении давления в процессе наполнения объёма обуславливает разные прочностные характеристики в крайних зонах и в центре деталей. Особенности технологии в формировании давления массы не только за счёт инъекции, но и благодаря применению прессового механизма перемещающего узла. Применяются формы, конструктивно предусматривающие перемещение частей после и соединения.

Инжекционно-газовый (ИГЛ), это новый метод, использующийся для переработки полимеров. В этом процессе расплавленное сырьё подаётся через инжекторные узлы с целью заполнения формы на 80-95%, а затем через специальный ниппель с помощью компрессора под давлением 80 МПа закачивается CO₂ (углекислый газ). Газовая смесь раздувает расплав, заполняя

все углубления и увеличивающая толщину пластика, после формирования газ испаряется и в форму подаётся необходимое количество расплавленной массы для полного изготовления изделия [4].

При инжекционно-газовом литье экономится почти половина дорогостоящего сырья, снижается вероятность получения брака, сокращается время производственного цикла и оптимизируется стоимость оснастки, но требуется точное управление литейной машиной (ЛМ), сложной конструкцией сопел и повышенными требованиями к литейной системе.

Многослойный способ, это процесс с применением двух или трёх инжекторных узлов с целью пластикации полимера, отличающегося определенными свойствами. В процессе производства получают многоцветные детали со структурой полимерных материалов разного вида. Метод используется для производства гибридных конструкций, у которых неотчетственные части изготавливаются из вторичного сырья.

Сэндвич-литьё способ, в котором предусматривается переменная подача в форму расплавленного полимера из разных пластикаторов. В процессе используется два инжекторных модуля, которые за счёт переключающего модуля, где используется игольчатый клапан, из первого инжектируется масса для формирования наружного покрытия детали, а внутренние полости заполняются полимером, поступающим из второго узла. На последнем этапе снова коммутируется первый узел для добавления расплава.

Соинжекционный способ, в котором используются сопла, изготовленные по специальной конструкции в виде разделительной головки, с целью получения деталей, имеющих более двух слоев, полностью или частично отличающихся цветом.

Литье в многокомпонентные формы (МСИМ) – это метод предоставляющий возможность организовать производство разноцветных изделий с разноплановой конструкцией. В таких деталях центральные и периферийные части изготавливаются из разного полимерного материала. В процессе реализации такого процесса инжекторные узлы работают в

стандартном режиме, а конфигурация детали формируется с помощью особенной структуры пресс-формы. Конструктивно состоит из двух систем, замыкающихся с первым и вторым узлом, включает подвижные вставки,двигающихся с помощью пневмоприводов, где каждая вставка формирует конструктивные элементы детали. Узлы работают в инжекционном или инструзионном режимах независимо друг от друга. Такой метод позволяет формировать изделия больших размеров.

Ротационный способ представляет собой разновидность литья пластмасс в сложные формы с применением вставки съёмного типа. После того, как сформируется центральная часть детали (работает первый узел), вставка удаляется. В освободившийся объем поступает расплавленная масса из второго модуля. Производственный цикл отличается дополнительной операцией, предусматривающей разъединение литьевой формы с целью удаления или установки вставки. Данный метод отличается более низкой производительностью.

Выдувное формование – это метод для изготовления полых, тонкостенных, нестандартных деталей, основанный на том же принципе, что и выдувание стекла. Машина нагревает пластик и впрыскивает воздух, раздувая горячий пластик, как шар расширяясь прижимается к стенкам формы, принимая заданную её внутренними стенками конструкцию, охлаждается, затвердевает, а деталь выталкивается. Процесс занимает не менее двух минут, что позволяет за 12 часов получить 1440 штук изделий.

Компрессионная формовка – это процесс, при котором нагретый пластиковый материал помещают на прогретый рабочий стол и затем прессуют в определённую форму. Как только пластик до нужной формы, подключается нагрев, который гарантирует сохранение максимальной прочности, а далее охлаждение, обрезка и удаление пластиковой детали из формы.

Экструзионное формование является аналогом литьевого формования за исключением того, что при выходе получается длинное непрерывное изделие и используется «штамп», а не «пресс-форма».

Термоформование — это процесс производства, при котором пластиковый лист, называемый термопластом, нагревают до температуры, когда заготовка становится эластичной и податливой к формовке. Затем материал приобретает определенную форму в формовочном инструменте. После этого обрезают лишний материал и изделие считается полностью пригодным для использования. Термопластичные полимеры доступны в широком ассортименте цветов, отделок и плотности, поэтому изделия, изготовленные из них, могут обладать разнообразием характеристик. [3]

Для изготовления пластмассовых изделий применяются всевозможные станки и оборудование для литья под давлением:

Экструдеры – для производства способом выдавливания.

Термопластавтоматы – это литьевые машины для изготовления серийных пластмассовых деталей в прес-формах методом впрыска под давлением.

Выдувные машины – которые с помощью выдувных станков производят тонкостенные изделия и детали.

Экструзионно-выдувные станки – используют для изготовления объемных полых изделий путём выдувного формования.

Термоформовочные станки – для термической формовки изделий из полиэтиленовой плёнки различной толщины (например, одноразовая посуда).

Для литья пластика используются разные компоненты с различными физическими параметрами [2]:

Полиэтилен низкой плотности (ПЭНП) характеризуется быстрым расплавлением.

Полиэтилен высокой плотности (ПЭВП) по сравнению с полиэтиленом НП отличается лучшей кристаллизацией и меньшей степенью текучести в расплавленном виде.

Полипропилен (ПП) отличается кристалличностью, не превышающей 60%.

Полистирол (ПС) представляет собой материал, который в результате применения технологии литья с давлением отличается легкой текучестью в расплавленном виде.

Полистирол ударопрочный (УПС) – полимер, отличающийся несколько большей вязкостью, чем обычный полистирол и дает при охлаждении большую усадку.

Акрилонитрил-бутадион-стирольный пластик (АБС) - пластик характеризуется большой вязкостью в расплавленном состоянии, отличается трудной переработкой и требует повышенного давления.

Полиметилметакрилат (ПММА) позволяет получать изделия разной формы и конфигурации. Отличается низкой термической стабильностью и чувствительностью к перегреву с потерей физических параметров.

Поливинилхлорид (ПВХ), характеризуется лёгкостью обработки.

Полиамид (ПА) представляет собой кристаллический термопласт, отличающийся гигроскопичностью и хорошей текучестью массы.

Поликарбонат (ПК) является теплостойким полимером.

Полиэтилентерефталат, полибутилентерефталат и полиоксиметилен (ПЭТФ, ПБТФ и ПОМ) классифицируются как полимеры, отличающиеся высокой термической стабильностью.

Каждый из полимеров имеет различную пластичность и температуру плавления, поэтому подбор сырья — один из важнейших этапов производства.

Оборудование для литья пластмасс необходимо перенастраивать при каждой смене сырья.

Список литературы:

1. The technique of automated applying of polymer coatings used for repair of tractor parts / D. Psarev, V. Khatuntsev, M. Mishin, S. Astapov, A. Rozhnov // В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 12th International Scientific Conference on Agricultural Machinery Industry, INTERAGROMASH 2019. 2019. С. 012011.

2. Технология литья пластмасс – [электронный ресурс] - <https://www.jonwai.ru/articles/tehnologiya-litiya-pod-davleniem/> - (дата обращения 11.03.2021).

3. Найденов А.А., Хатунцев В.В., Кузнецов П.Н. Перспективы использования композиционных материалов в сельском хозяйстве // Наука и Образование. 2020. Т. 3. № 4. С. 105.

4. Виды и способы формирования пластиковых изделий – [электронный ресурс] - <https://ten24.com.ua/blog/vidy-i-sposoby-formovaniya-plastikovyx-izdeliy/> - (дата обращения 11.03.2021).

5. Оборудование для литья пластмасс – [электронный ресурс] - <https://imstech.ru/articles/oborudovanie-dlya-litya-plastmass/> - (дата обращения 11.03.2021).

6. Суровикин Н.С., Хатунцев В.В., Кузнецов П.Н. Перспективы применения технологий упрочнения материалов рабочих органов сельскохозяйственных машин // Наука и Образование. 2020. Т. 3. № 4. С. 106.

7. Морозов А.Е., Хатунцев В.В., Кузнецов П.Н. Использование наноматериалов в сельском хозяйстве // Наука и Образование. 2020. Т. 3. № 4. С. 102.

UDC 621.921.8; 662.2.036.5

HOT STAMPING (CASTING) PLASTICS

Andrey B. Rozhnov

Senior Lecturer

smart-68@yandex.ru

Maxim G. Timofeev

student

Michurinsk State Agrarian University

Michurinsk, Russia

Annotation. The article describes the main methods of hot stamping (casting) of plastic, as well as machines and materials used in the production of products.

Key words: plastic casting methods, plastic casting machines, plastic casting components.