



Гришин Сергей Николаевич

магистрант, кафедры «Технология машиностроения», Арзамасский Политехнический Институт (филиал Нижегородского государственного технического университета им. Р. Е. Алексеева), г. Арзамас
grishinser-95@mail.ru

Платонов Александр Васильевич

кандидат технических наук, доцент, кафедры «Технология машиностроения», Арзамасский Политехнический Институт (филиал Нижегородского государственного технического университета им. Р. Е. Алексеева), г. Арзамас
platonov-alex-v@mail.ru

УДК 621.74.01:661.7

**АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ
НА КАЧЕСТВО ОТЛИВАЕМЫХ ЗАГОТОВОК ИЗ ПЛАСТМАСС
В СТАЦИОНАРНЫХ ПРЕСС-ФОРМАХ**

В статье исследуются факторы, влияющие на процесс получения качественных изделий из полимеров. В работе рассматриваются такие дефекты как коробление, линии смя, поверхностный глянец и длительное время литейного цикла.

В результате проведенного анализа предложены рекомендации по снижению величины дефектов.

Ключевые слова: стационарные пресс-формы, литье пластмасс, качество литья полимеров под давлением, дефекты литья.

Литье под давлением является эффективным способом получения готовых изделий в крупносерийном производстве. Но на получение качественных отливок влияет множество различных факторов.

Один из основных таких факторов – это обеспечение эффективного термостатирования. Характеристики термостатирования литейного процесса напрямую влияют на качество отливок и длительность охлаждения, то есть являются важным фактором, определяющим время цикла и экономичность процесса литья.



Для минимизации времени охлаждения важен фактор «температурной управляемости» пресс-формы [1]: необходимо точное выдерживание температуры, равномерное распределение в зонах и, насколько это возможно, короткое время цикла литья при сохранении всех размерных и оптических характеристик изделия.

Весь цикл литья состоит из последовательно повторяющихся стадий. На первом этапе происходит впрыск пластика в литейную полость. Затем в течение определенного времени осуществляется выдержка под давлением, или стадия уплотнения полимера. На завершающей стадии отливка охлаждается, после чего происходит раскрытие формы и цикл повторяется заново [3].

В литейном цикле зависимость температуры области формы от времени имеет следующий вид (рисунок 1).

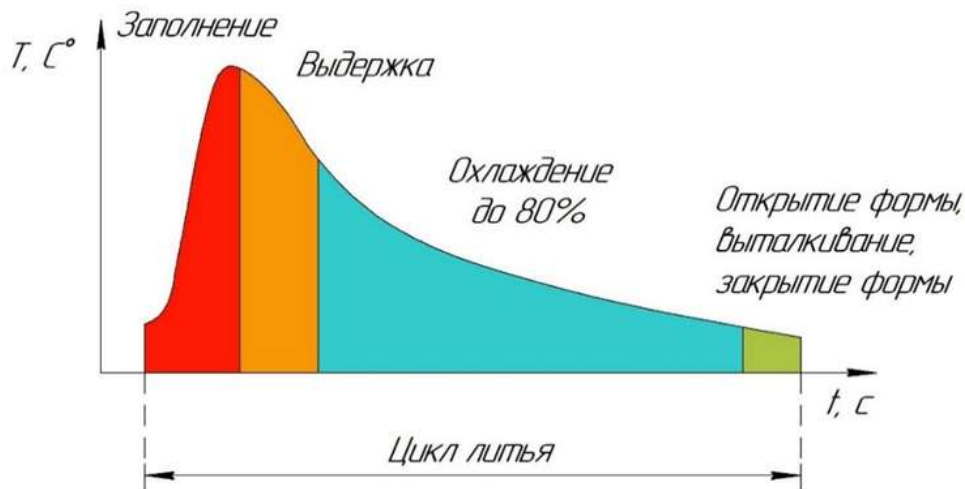


Рис. 1. Параметры, определяющие длительность цикла литья

Наиболее продолжительная стадия в литейном цикле приходится на охлаждение отливки [1]. Охлаждение может занимать до 80% всего времени.

Система термостатирования должна обеспечивать минимальное время охлаждения изделия. При заданных толщине стенки и материале, время охлаждения изделия определяется температурой формообразующих поверхностей.

Для каждого термопластичного материала существует рекомендуемый диапазон температуры формы, обеспечивающий получение качественного изделия (таблица 1).



ISSN: 2500-4212. Свидетельство о регистрации СМИ: ЭЛ № ФС 77 - 67083 от 15.09.2016

Научное обозрение. Раздел II. Наука и практика. 2019. № 3. ID 183

Таблица 1. Рекомендуемая температура пресс-форм для материалов

| Тип материала | PP | GPPS | ABS | PA 6 | PA 610 | PC |
|-------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------|
| Рекомендуемая температура формы, °С | 60...80 | 40...50 | 60...80 | 50...90 | 50...90 | 100...120 |

В общем случае увеличение температуры формы снижает вязкость материала (улучшает текучесть), повышает блеск, улучшает качество спаев. При слишком высокой температуре формы изделие может деформироваться при извлечении из формы, на нем остаются следы от выталкивателей.

Слишком низкая температура формы является причиной остаточных напряжений. Отмечены случаи, когда, несмотря на это, температуру форму специально понижают, например, когда стараются повысить прозрачность деталей из PA, PET. Однако, в такой ситуации снижение температуры формы затрудняет кристаллизацию.

Для понимания важности функций термостатирования и необходимости его участия в производственном процессе, следует разбираться в современных технологиях производства полимерных и пластиковых изделий. При литье полимеров одним из этапов процесса является впрыскивание жидкого пластика в разогретую до определенной температуры пресс-форму. Разогрев формы до начала процесса литья – один из важных факторов цикла, который обеспечивает прочность изделия, улучшает качество его поверхности и предотвращает появление таких литьевых дефектов, как дымка, спайные швы и коробление, неизбежно появляющихся при заливании полимера в холодную пресс-форму.

Значительный перепад температур между пуансоном и матрицей – это один из факторов, который влияет на коробление изделия [2]. На практике очень редко удается достичь равномерного распределения температуры для деталей сложной геометрии. Причина заключается в пока еще распространенном традиционном методе конструирования и изготовления оснастки, при котором ее термодинамические свойства играют лишь второстепенную роль. Именно поэтому термический анализ пресс-формы должен являться основным параметром для конструирования термостатирующей системы, и только оптимальное термостатирование оснастки может обеспечить экономичное и стабильное производство высококачественных изделий.

С применением более эффективного термостатирования пуансона по технологии конформного охлаждения коробление исключается (рис. 2).



ISSN: 2500-4212. Свидетельство о регистрации СМИ: ЭЛ № ФС 77 - 67083 от 15.09.2016
Научное обозрение. Раздел II. Наука и практика. 2019. № 3. ID 183

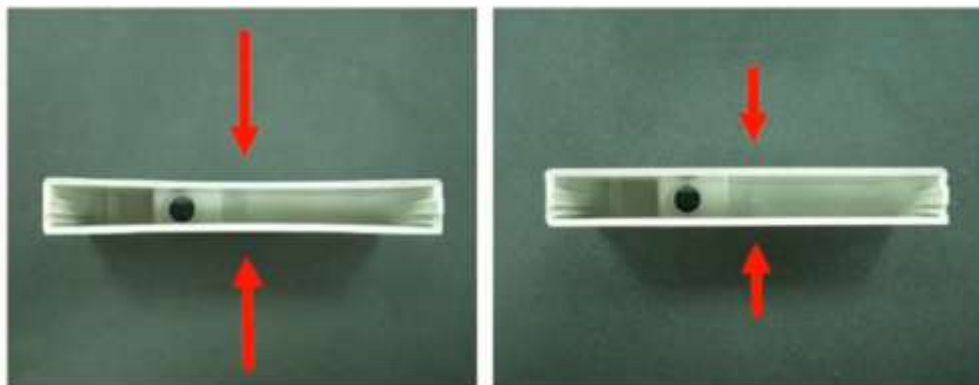


Рис. 2. Влияние охлаждения на коробление отливки
а) без охлаждения пуансона; б) с охлаждением пуансона

Применение эффективной системы термостатирования способствует поддержанию расплава в более текучем состоянии на всем его пути следования в пресс-форме. В результате, уменьшаются собственные напряжения изделия и потребность в повышенном давлении впрыска.

Одним из самых негативных эффектов является недолив. Зоны, обозначенные красным цветом, показывают, что в них отсутствует пластик (рисунок 3).

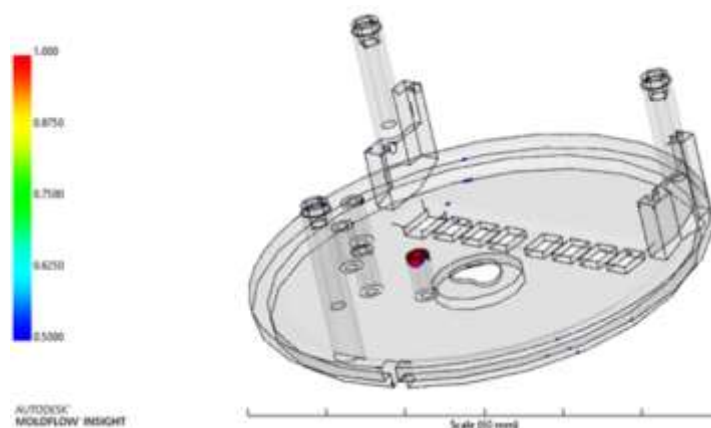


Рис. 3. Недолив пластика

Недолив может быть устранен различными способами. Например, изменением конструкции литниковой системы (добавление второй зоны впрыска расплава) – но в таком случае образуется значительная выраженность спайных швов [5].

Линии спая образуются в результате встречи двух потоков расплавленного пластика при заполнении полости формы (рис. 4).



ISSN: 2500-4212. Свидетельство о регистрации СМИ: Эл № ФС 77 - 67083 от 15.09.2016
Научное обозрение. Раздел II. Наука и практика. 2019. № 3. ID 183

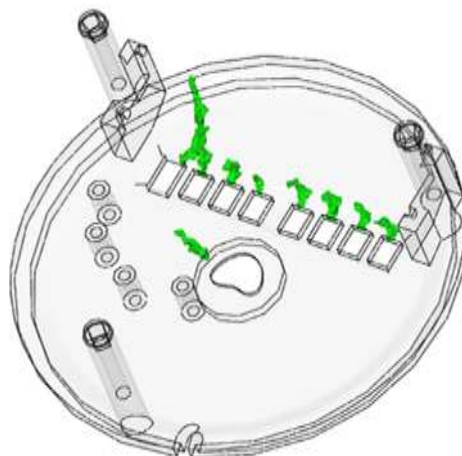


Рис. 4. Линии спая

В данном случае линии спая выражены не явно и не влияют на эксплуатационные свойства изделия. Но и степень данного дефекта также может быть снижена за счет поддержания равномерной температуры термостатом.

Важнейшим условием стабильной работы пресс-формы является герметичность системы охлаждения [3]. Попадание хладагента на оформляющие поверхности приводит к браку изделия.

При работе пресс-формы с водой в качестве хладагента на стенках каналов образуются отложения в виде солей, снижающие теплообмен между хладагентом и поверхностью канала. Теплопроводность осаждаемых солей может составлять всего 2% от теплопроводности инструментальной стали. т.е. 1 мм накипи дает такое же тепловое сопротивление, как и 50 мм стали. По изученным данным [6] слой накипи 0.15 мм снижает эффективность теплопереноса на 30%.

Установка moldclean от компании GWK (Германия) предназначена для очистки каналов специальными чистящими реагентами (рисунок 5).



ISSN: 2500-4212. Свидетельство о регистрации СМИ: ЭЛ № ФС 77 - 67083 от 15.09.2016
Научное обозрение. Раздел II. Наука и практика. 2019. № 3. ID 183



Рис. 5. Установка «Moldclean» для очистки каналов пресс-форм

При соединении нескольких компонентов получаются сплавы, обладающие уникальными эксплуатационными качествами. Примером можно назвать бериллий и бронзу, при соединении которых получается бериллиевая бронза [4]. Она обладает особыми эксплуатационными качествами, которые определяют активное применение материала для получения оформляющих деталей пресс-форм.

Исключительные антикоррозионные свойства бериллиевых бронз, их прочность и антифрикционные характеристики делают их оптимальным материалом для производства элементов пресс-форм (рисунок. 6).

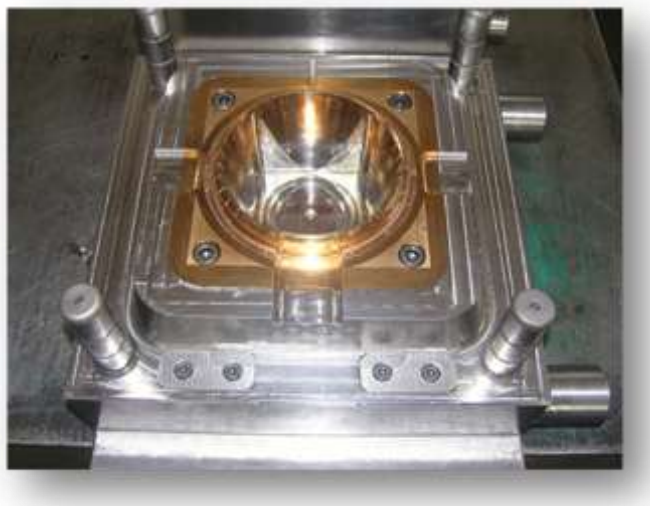


Рис. 6. Вставка в неподвижной обойме пресс-формы, выполненная с применением бериллиевой бронзы марки (БрБ2)



ISSN: 2500-4212. Свидетельство о регистрации СМИ: ЭЛ № ФС 77 - 67083 от 15.09.2016
Научное обозрение. Раздел II. Наука и практика. 2019. № 3. ID 183

Согласно исследованиям, изготовление цельных пуансонов из медных сплавов, теплопроводность которых в 5 и более раз выше, чем у сталей, позволяет снизить время цикла и уменьшить коробление изделий.

Теплопроводные стали отвечают современным требованиям высокопроизводительного и высококачественного литья за счет высокой скорости охлаждения отливок. А технологические характеристики позволяют изготавливать из применяемых сплавов сложные оформляющие элементы высокого качества.

В результате исследования технологического процесса изготовления деталей методом литья в пресс-формы спрогнозировано влияние различных факторов на качество получаемых изделий. Выявлены недостатки: недолив, коробление вследствие неравномерного распределения температур, спаи.

Проанализировав все найденные недочеты, предлагаем решения по устранению и снижению их выраженности в отливках:

- за счет изменения технологических параметров (повышение давления впрыска) устраняется такой вид брака как недолив;
- за счет оптимально назначенной конструкции системы охлаждения (эквидистантно расположенных каналов по отношению к поверхности отливки) уменьшается коробление в отливках (рисунок 7);
- за счет применения теплопроводных сталей снижается длительность литьевого цикла.

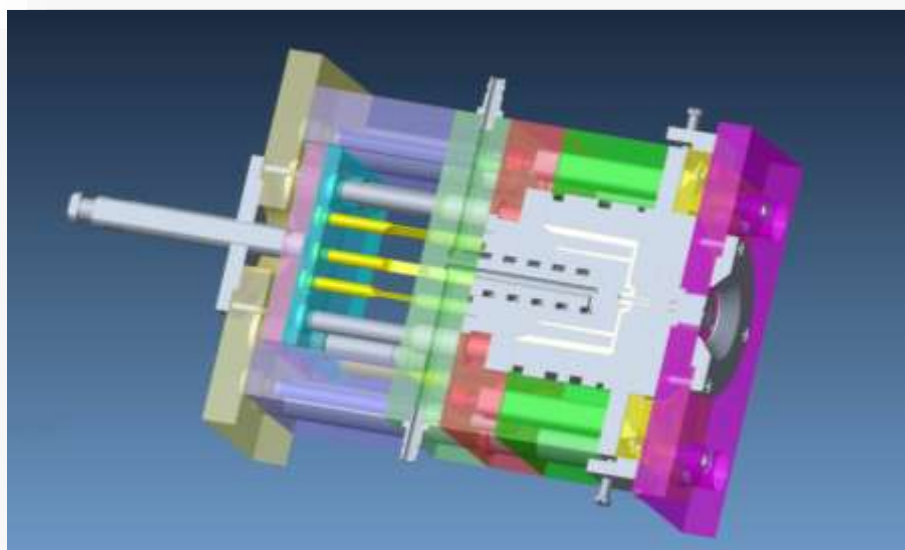


Рис. 7. Конструкция пресс-формы с термостатирующей системой вокруг матрицы и внутри пуансона



Благодаря проведению анализа факторов, влияющих на качество отливок и принятию своевременных решений, удастся спрогнозировать процесс литья и устранить все выявленные недостатки технологического процесса еще до изготовления пресс-формы в металле.

Список использованных источников

1. Гордон М. Дж. Управление качеством литья под давлением. СПб. : Научные основы и технологии, 2012. 824 с.
2. Шварц О., Эбелинг Ф. В., Фурт Б. Переработка пластмасс / Под. общ. ред. А. Д. Паниматченко. СПб. : Профессия, 2005. 320 с.
3. Фишер Дж. М. Усадка и коробление отливок из термопластов : справочник / Пер. с англ. яз. СПб. : Профессия, 2009. 424 с.
4. Казмер Д. О. Разработка и конструирование литьевых форм / Пер. с англ. под. ред. В. Г. Дувидзона. СПб. : ЦОП «Профессия», 2011. 464 с.
5. Материаловедение : учебник для вузов / Б. Н. Арзамасов, В. И. Макарова, Г. Г. Мухин и др. ; под общ. ред. Б. Н. Арзамасова, Г. Г. Мухина. 8-е изд., стереотип. М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2008. 648 с.
6. Термостаты и охладители в технологических процессах. Конструкция, выбор, применение / Под ред. П. Горбач. СПб. : ЦОП «Профессия», 2012. 352 с.



ISSN: 2500-4212. Свидетельство о регистрации СМИ: ЭЛ № ФС 77 - 67083 от 15.09.2016
Научное обозрение. Раздел II. Наука и практика. 2019. № 3. ID 183

Grishin Sergey

graduate student, Arzamas Polytechnic Institute (branch of R. E. Alekseev Nizhny Novgorod State Technical University), Arzamas

Platonov Alexander

Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Department Engineering Technology, Arzamas Polytechnic Institute (branch of R. E. Alekseev Nizhny Novgorod State Technical University), Arzamas

ANALYSIS OF TECHNOLOGICAL FACTORS INFLUENCING THE QUALITY OF CAST BILLETS OF PLASTICS IN STATIONARY MOLDS

The article studies the factors influencing the process of obtaining high-quality products from polymers. This article addresses the defects such as warpage, weld lines, surface gloss and a long time of the casting cycle.

As a result of the analysis, the key factors affecting the quality of casting are identified and recommendations for reducing the size of defects are proposed.

Key words: stationary mold, plastic molding, quality of polymers pressure molding, casting defects.

© АНО СНОЛД «Партнёр», 2019

© Гришин С. Н., 2019

© Платонов А. В., 2019

Учредитель и издатель журнала:

Автономная некоммерческая организация содействие научно-образовательной и литературной деятельности «Партнёр»
ОГРН 1161300050130 ИНН/КПП 1328012707/132801001

Адрес редакции:

430027, Республика Мордовия, г. Саранск, ул. Ульянова, д.22 Д, пом. 1
тел./факс: (8342) 32-47-56; тел. общ.: +79271931888;
E-mail: redactor@anopartner.ru



www.anopartner.ru
"ПАРТНЕР"
ИЗДАТЕЛЬСТВО

О журнале

✓ Журнал имеет государственную регистрацию СМИ и ему присвоен международный



ISSN: 2500-4212. Свидетельство о регистрации СМИ: ЭЛ № ФС 77 - 67083 от 15.09.2016

Научное обозрение. Раздел II. Наука и практика. 2019. № 3. ID 183

стандартный серийный номер ISSN.

✓ Материалы журнала включаются в библиографическую базу данных научных публикаций российских учёных Российский индекс научного цитирования (РИНЦ).

✓ Журнал является официальным изданием. Ссылки на него учитываются так же, как и на печатный труд.

✓ Редакция осуществляет рецензирование всех поступающих материалов, соответствующих тематике издания, с целью их экспертной оценки.

✓ Журнал выходит на компакт-дисках. Обязательный экземпляр каждого выпуска проходит регистрацию в Научно-техническом центре «Информрегистр».

✓ Журнал находится в свободном доступе в сети Интернет по адресу: **www.srjournal.ru**. Пользователи могут бесплатно читать, загружать, копировать, распространять, использовать в образовательном процессе все статьи.

Прием заявок на публикацию статей и текстов статей, оплата статей осуществляется через функционал Личного кабинета сайта издательства "Партнёр" (www.anopartner.ru) и не требует посещения офиса.