

УДК 621.74

А.А. Шумков

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

**ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ТИРАЖИРОВАНИЯ
ПЛАСТИКОВЫХ ИЗДЕЛИЙ МЕТОДОМ ЛИТЬЯ
ДВУХКОМПОНЕНТНЫХ ХОЛОДНОТВЕРДЕЮЩИХ
ПОЛИУРЕТАНОВ В СИЛИКОНОВЫЕ ФОРМЫ В ВАКУУМЕ**

Рассмотрены особенности технологии тиражирования пластиковых изделий методом литья двухкомпонентных холоднотвердеющих полиуретанов в силиконовые формы в вакууме. Показана взаимосвязь параметров применяемых материалов и конструктивных особенностей заливаемых изделий. Предложена корректировка технологических параметров литья по показателю текучести полимера.

Ключевые слова: тиражирование, силиконовая форма, литье в вакууме, пластик, холоднотвердеющие двухкомпонентные полиуретаны, литниковая система.

A.A. Shumkov

Perm National Research Polytechnic University

**REPLICATION TECHNOLOGY FEATURES OF PLASTIC
PRODUCTS BY INJECTION OF TWO-COMPONENT
COLD-POLYURETHANES SILICONE MOLD IN A VACUUM**

The features of the replication technology of plastic products by the method of two-component cold-cast polyurethanes silicone mold in a vacuum. The interrelation of the parameters of materials and constructive singularities flooded products. Proposed adjustment of process parameters in terms of casting polymer flow.

Keywords: replication, silicone mold, vacuum casting, plastic, two-cold-polyurethanes, gating system.

В последнее время технология тиражирования изделий методом вакуумного литья пластмасс в силиконовые формы приобретает все большую популярность. При необходимости получения малой серии отливок из пластмасс часто нерентабельно изготавливать металлическую пресс-форму. Поэтому опытные образцы изделий, которые в се-

рийном производстве изготавливаются из термопластов, часто получают путем литья полиуретановых смол в силиконовые формы в вакууме. Силиконовые формы позволяют изготовить детали и модели любой сложности и габаритов без создания стандартной дорогостоящей оснастки. Благодаря использованию широкой гаммы материалов отливаемые копии могут быть эластичными, жесткими, стеклоподобными, термостойкими, прозрачными, различных цветов. Мастер-модель для изготовления формы создается по технологии быстрого прототипирования. Благодаря гладким поверхностям и точности изготовления мастер-моделей конечные отливки обладают высоким качеством. Производительность и качество изделий, полученных вакуумным литьем в силиконовые формы, зависит от выбора исходных материалов, конфигурации отливки, конструктивных особенностей литниково-питающей системы и технологических параметров литья.

Полимер подбирают по эксплуатационным свойствам, которые предъявляют к изделию. В соответствии со свойствами выбранного полимера и конструктивными особенностями изделия разрабатывают технологические параметры литья. Основные технологические свойства двухкомпонентных холоднотвердеющих полиуретанов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Основные технологические свойства двухкомпонентных
холоднотвердеющих полиуретанов [1, 2]

Тип полиуретана	Вязкость, мПа·с	Плотность, г/см ³	Рабочее время, мин	Время полимеризации в форме, мин	Твердость по Шору
Жесткие	50–500	1,05–1,20	2,5–20	45–120	80–85 D
Полужесткие	200–1100	1,06–1,15	5–15	45–240	74–80 D
Эластичные	550-2000	1,02–1,10	2,5–27	45–360	40–60 D

Полиуретаны, предназначенные для получения изделий разных характерных групп, различаются по вязкости. В технологической практике применяют показатель текучести полимера, который обратно пропорционален вязкости (рис. 1).

С уменьшением показателя текучести полимера сопротивление течению материала в форме увеличивается. Поэтому время выдержки

в вакууме необходимое для заполнения формы, также увеличивается (рис. 1). В связи с этим при постоянном вакууме с увеличением вязкости литьевых марок длина затекания материала в форму уменьшается (рис. 2). Следовательно, для получения вакуумным литьем в силиконовые формы тонкостенных изделий очень сложной конфигурации нужна очень – низковязкая марка полимера, для тонкостенных – низковязкая, для изделия средней толщины – средневязкая, для толстостенных изделий – высоковязкая марка.

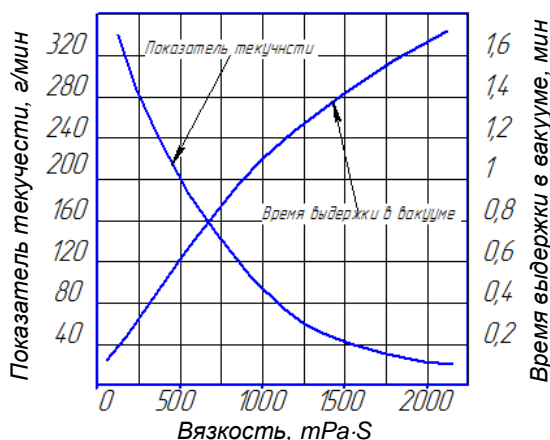


Рис. 1. Зависимость показателя текучести и времени выдержки в вакууме от вязкости [2]

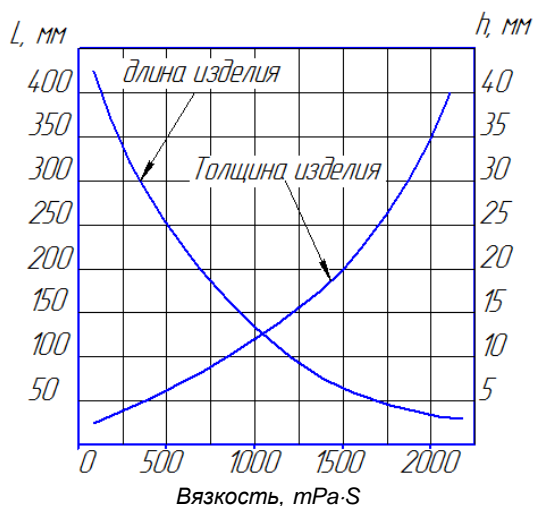


Рис. 2. Зависимость длины изделия и толщины от вязкости [2]

После выбора требуемого материала для заливки корректируются технологические параметры литья по показателю текучести полимера (табл. 2).

Таблица 2

Корректировка технологических параметров литья по показателю текучести полимера

Показатель текучести	Вязкость	Формуемость	Рекомендации по технологическим режимам
Низкий	Высокая	Текучесть понижена	<ol style="list-style-type: none"> 1. Увеличивают время выдержки формы в вакууме. 2. Уменьшают время перемешивания компонентов полимера. 3. Изменяют конструкцию литниково-питающей системы (питание отливки, количество вентиляционных каналов)
Высокий	Низкая	Текучесть повышена	<ol style="list-style-type: none"> 1. Сокращают время выдержки формы в вакууме. 2. Увеличивают время перемешивания компонентов полимера. 3. Сокращают количество вентиляционных каналов

После выбора материала с требуемыми технологическими и эксплуатационными параметрами выбирается тип литниково-питающей системы (подвод полимера к отливке, количество питателей, количество и расположение вентиляционных каналов) в зависимости от конструктивных особенностей отливки и выбранного материала для заливки форм [3]. Часто применяемые типы литниково-питающих систем для литья в силиконовые формы в вакууме рассмотрены на рис. 3.

Особенностью выбора литниково-питающей системы является то, что при выборе высоковязкого материала для заливки формы питание отливки должно быть более интенсивным, так как материал может затвердеть, не оформив всего заливаемого объема формы. Для интенсивного заполнения формы в конструкции литниковой системы предусматривается подвод полимера к отливке через несколько питателей и большее количество вентиляционных каналов, которые в свою очередь способствуют получению высококачественных отливок без усадочных дефектов на поверхности.

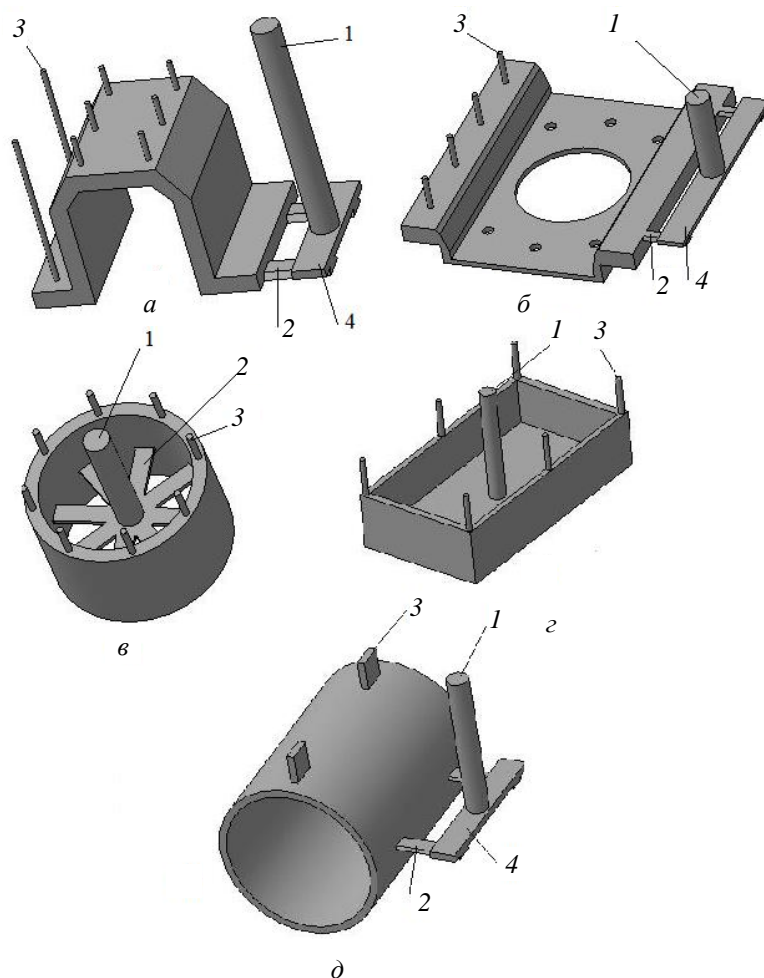


Рис. 3. Литниковые системы для литья полиуретана в силиконовые формы: *а* – нижний подвод полимера к отливке; *б* – верхний подвод полимера к отливке; *в*, *г* – подвод полимера в центральную часть; *д* – боковой подвод полимера к отливке; 1 – стояк; 2 – питатель; 3 – вентиляционный канал; 4 – коллектор

После выбора литниково-питающей системы выбирается плоскость разреза формы и прототип со всеми элементами, оформляющими полость формы, устанавливаются в опалубку для заливки силиконового полимера (рис. 4).

После выбора требуемого типа силиконового полимера, который, также как и заливочный двухкомпонентный холоднотвердеющий полиуретан, различается по технологическим свойствам, полимер смешивается и проходит предварительную дегазацию в вакуумной камере

для удаления включений воздуха, попавших в смесь. В зависимости от вязкости силиконового полимера время предварительной дегазации смеси может составлять 7–15 мин.

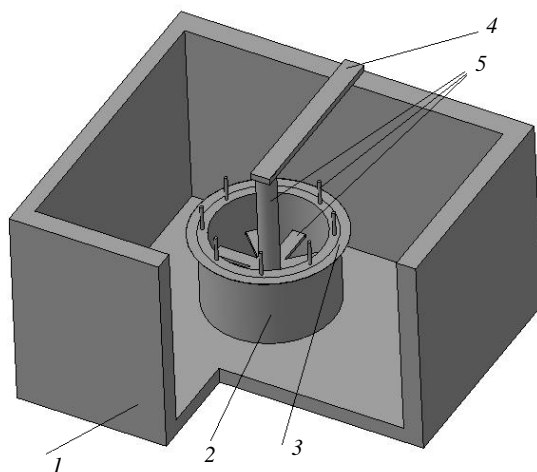


Рис. 4. Форма в сборе для заливки силиконового полимера:
1 – опалубка; 2 – прототип; 3 – плоскость, оформляющая разъем формы;
4 – фиксатор прототипа и литниково-питающей системы в форме;
5 – элементы литниково-питающей системы (центральный стояк, питатели, вентиляционные каналы)

После завершения процесса предварительной дегазации получившаяся смесь заливается в опалубку 1, где установлен прототип 2 с элементами литниковой системы 5. Затем заполненная силиконовым полимером опалубка помещается в вакуумную камеру для проведения последующей дегазации, для удаления включений воздуха, оставшихся на поверхности прототипа при заполнении. Процесс последующей дегазации силиконового полимера в залитой опалубке происходит в течение 5–10 мин, в зависимости от сложности конфигурации прототипа и интенсивности процесса выделения воздуха из силиконового полимера. Затвердевание силиконовой формы происходит в течение 24 ч при температуре 22–25 °С, если не используются различные наполнители для увеличения скорости полимеризации. Готовую затвердевшую форму извлекают из опалубки, разрезают по плоскости разъема и вынимают прототип с литниково-питающей системой. После этого внутреннюю полость формы обрабатывают разделительным покрытием, чаще всего применяется силиконовый разделитель, и собирают. Форма готова к заливке полиуретаном.

Таким образом, рассмотрены особенности тиражирования пластиковых изделий методом вакуумного литья холоднотвердеющих двухкомпонентных полиуретанов в силиконовые формы. Определена взаимосвязь технологических параметров процесса литья. Даны рекомендации по корректировке технологических параметров литья по показателю текучести полимера, выбору заливаемого материала и конструкции литниково-питающей системы.

Список литературы

1. Автоматизированная система расчета технологических параметров при литье под регулируемым давлением: монография / Ю.И. Категоренко, Б.С. Чуркин, А.Б. Чуркин, М.В. Ведерников; под ред. Ю.И. Категоренко. – Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2013. – 104 с.
2. Калинин Э.Л. Справочное пособие для эффективного литья пластмасс под давлением: технология, материалы, оснастка. – М.: Машиностроение, 1985. – 253 с.
3. Галдин Н.М. Литниковые системы для отливок из легких сплавов. – М.: Машиностроение, 1978. – 198 с.

Получено 25.04.2014

Шумков Алексей Александрович (Пермь, Россия) – аспирант Пермского национального исследовательского политехнического университета; e-mail: shumkov_89@mail.ru

Shumkov Alexey Aleksandrovich (Perm, Russian Federation) – Postgraduate Student, Perm National Research Polytechnic University; e-mail: shumkov_89@mail.ru