

**А.А. Шумков, И.В. Самусев**

**A.A. Shumkov, I.V. Samusev**

Пермский национальный исследовательский политехнический университет  
Perm National Research Polytechnic University

## **ПОЛУЧЕНИЕ ИЗДЕЛИЙ ЛИТЬЕМ ХОЛОДНОТВЕРДЕЮЩИХ ДВУХКОМПОНЕНТНЫХ ПОЛИУРЕТАНОВ В СИЛИКОНОВЫЕ ФОРМЫ В ВАКУУМЕ**

### **GETTING A TWO-COMPONENT COLD-CAST PRODUCTS IN POLYURETHANE SILICONE MOLD IN A VACUUM**

Рассмотрен метод получения высококачественных изделий литьем холоднотвердеющих двухкомпонентных полиуретанов в силиконовые формы в вакууме. Установлена последовательность этапов получения силиконовой формы и вакуумирования полиуретана. Приведены результаты дегазации компонентов заливаемого материала. Представлена зависимость времени дегазации от вязкости холоднотвердеющего двухкомпонентного полиуретана.

**Ключевые слова:** силиконовые формы, время дегазации, холоднотвердеющие двухкомпонентные полиуретаны, величина вакуума, изготовление пластмассовых прототипов.

An approach to obtaining high-quality products of two-component polyurethane cold-cast in silicone molds in a vacuum. The sequence of stages produces silicone mold and degassing polyurethane. The results of degassing components of the filling material. The dependence of the viscosity of the degassing time polyurethane.

**Keywords:** silicone molds, degassing time, two-component cold-polyurethanes, vacuum value, production of plastic prototypes.

Широкое распространение в мировой практике получили технологии литья в эластичные формы. Особый интерес представляет получение отливок в вакууме из холоднотвердеющих пластмасс. Этот способ является одним из приоритетных направлений в изготовлении пластмассовых прототипов изделий сложной конфигурации с качеством поверхности, как при литье под давлением.

Литейную оснастку изготавливают из двухкомпонентных силиконов, которые в точности воспроизводят размеры и фактуру поверхности мастер-модели, а малая склонность к адгезии и упругость этого материала позволяют достаточно просто решить проблему наличия у детали поднутрений. Предварительная дегазация и литье в вакууме позволяют избежать пористости и поверхностных дефектов при получении литейных форм и отливок. Для литья

используются двухкомпонентные полиуретаны, которые обладают различными физико-химическими свойствами, соответствующими свойствам основных конструкционных пластиков, таких как полиамид, полиэтилен и т.д.

Была собрана установка для получения литейных форм и заливки холоднотвердеющих двухкомпонентных полиуретанов в силиконовые формы в вакууме. На рис. 1 представлена схема установки. Данная установка позволяет исследовать технологию получения отливок и выявить оптимальные условия дегазации и заливки материала в форму.

Установка состоит из вакуумной камеры 1, дозирующего устройства с электродвигателем 4, заливочного устройства с электродвигателем 5, перемешивающего устройства с электродвигателем 6, емкостей для компонентов полиуретана 2 и 3, вакуумного насоса 9, пульта управления 10.

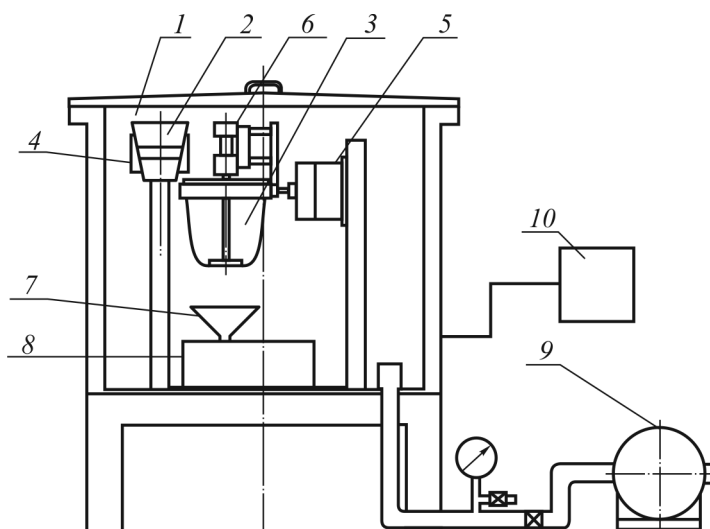


Рис. 1. Установка для заливки холоднотвердеющих полиуретанов в вакууме

Процесс заливки полиуретана в форму в вакуумной установке происходит следующим образом: емкости с компонентами полиуретана 2 и 3 устанавливаются в вакуумную камеру 1. Затем происходит предварительная дегазация компонентов с помощью создания вакуума насосом 9. После дегазации компонентов емкость 2 с компонентом Б переливается в емкость 3 с компонентом А. Компоненты перемешиваются с помощью перемешивающего устройства 6 и заливаются с помощью заливочного устройства 5 через воронку 7 в форму 8. Все операции внутри камеры управляются с помощью пульта 10.

Процесс получения формы состоит из нескольких этапов:

1. Все поверхности мастер-модели (прототипа) приводятся в соответствие с требуемыми технологическими размерами и состоянием поверхности. Создается поверхность разъема.

2. На прототипе формируются технологические элементы: литниковая система, которая может состоять из одного или нескольких литников и прибылей (в зависимости от формы и размеров мастер-модели).

3. Изготавливается технологическая емкость для размещения и закрепления прототипа с элементами литниковой системы.

4. Далее происходит подготовка силиконовой массы. Компоненты дозируются по весу (основа и отвердитель), перемешиваются и дегазируются в вакуумной камере 1 (см. рис. 1) в течение 15 мин для того, чтобы избежать возникновения воздушной пористости на формообразующих поверхностях формы.

5. Заливка силикона в подготовленную емкость происходит на воздухе. После заливки технологическая емкость помещается в вакуумную камеру на 30–40 мин для дополнительной дегазации, а затем отверждается на воздухе при комнатной температуре в течение 24 ч.

6. После затвердевания форма открывается и из нее извлекается мастер-модель и элементы литниковой системы. Форма готова к заливке.

Главной операцией технологии получения отливок из полиуретана, от которой зависит качество полученных изделий, является подготовка компонентов и заливка материала в форму. Для заливки использовались холоднотвердеющие двухкомпонентные полиуретаны с различными показателями вязкости 75 CPS и 1100 CPS. Компоненты дозируются, емкости с компонентами устанавливаются в заливочное и дозирующее устройство вакуумной камеры 1 (см. рис. 1) и проходят дегазацию. Дегазация компонентов полиуретана производится в несколько этапов: создание вакуума, выдержка вакуума, сброс вакуума.

Для эффективности процесса дегазации этапы повторялись три раза. Данная последовательность процесса дегазации позволила подготовить качественную смесь полиуретана для заливки в форму.

Результаты экспериментальных исследований по дегазации холоднотвердеющих двухкомпонентных полиуретанов с вязкостью 75 CPS и 1100 CPS приведены на рис. 2.

В начале процесса дегазации компонентов полиуретана при величине вакуума  $-1 \text{ кгс/см}^3$  наблюдается активное выделение воздуха из материала, затем интенсивность процесса снижается, и когда выделение пузырьков воздуха прекращается, компоненты готовы для перемешивания и последующей заливки в форму [1]. Приведенные результаты, характеризующие процесс предварительной дегазации компонентов полиуретана, позволяют подобрать режимы заливки, при которых исключается возникновение воздушных пузырей на поверхности и внутри отливки.

На установке (см. рис. 1) для заливки холоднотвердеющих двухкомпонентных полиуретанов в вакууме были изготовлены силиконовые формы и отливки корпуса и крышки (рис. 3).

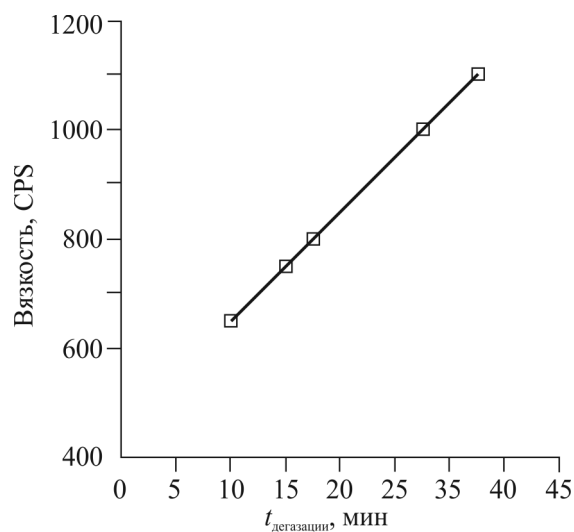


Рис. 2. Зависимость времени дегазации от вязкости холоднотвердеющих двухкомпонентных полиуретанов

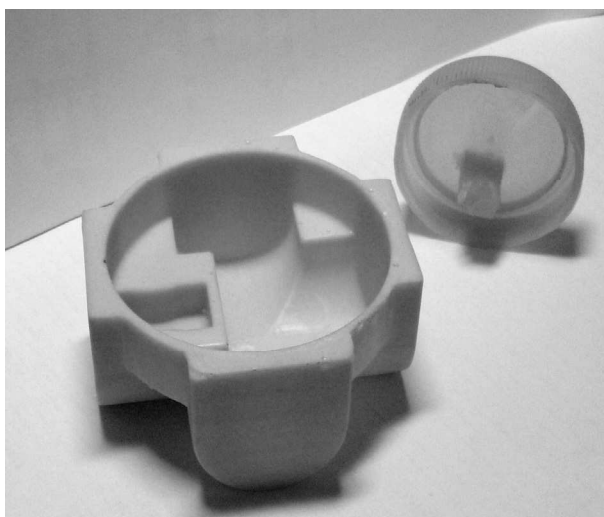


Рис. 3. Изделия, полученные из полиуретана методом заливки в силиконовые формы

Были получены изделия с высоким качеством поверхности и точными размерами, соответствующими размерам мастер-модели. Благодаря оптимизации параметров предварительной дегазации на поверхности отливок не было обнаружено воздушной пористости и других дефектов.

Литье холоднотвердеющих двухкомпонентных полиуретанов в силиконовые формы в вакууме позволяет получать сложные по конфигурации изделия, точно соответствующие по форме и размерам оригиналу [2]. Заливка ма-

териала в вакууме снижает вероятность возникновения дефектов и увеличивает выход годной продукции. Этот метод практически не имеет альтернативы при выпуске единичных экземпляров продукции. Качество конечного продукта не уступает качеству серийных изделий, произведенных по традиционным серийным технологиям.

### **Список литературы**

1. Micro-mould fabrication for a micro-gear via vacuum casting / Y. Tang, W.K. Tan, J.Y.H. Fuh, H.T. Loh, Y.S. Wong, S.C.H. Thian, L. Lu // *Journal of Materials Processing Technology*. – 2007. – Vol. 192–193. – P. 334–339.

2. Chil-Chyuan Kuo, Yi-Ruei Chen, Rapid optical inspection of bubbles in the silicone rubber // *Optik – International Journal for Light and Electron Optics*. – Vol. 124, Issue 13. – July 2013. – P. 1480–1485.

Получено 21.05.2013

**Шумков Алексей Александрович** – аспирант, Пермский национальный исследовательский политехнический университет (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, e-mail: shumkov\_89@mail.ru).

**Самусев Илья Валерьевич** – аспирант, Пермский национальный исследовательский политехнический университет (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, e-mail: samusev@yandex.ru).

**Shumkov Aleksey Aleksandrovich** – Postgraduate Student, Perm National Research Polytechnic University (614990, Perm, Komsomolsky av., 29, e-mail: shumkov\_89@mail.ru).

**Samusev Ilya Valerevich** – Postgraduate Student, Perm National Research Polytechnic University (614990, Perm, Komsomolsky av., 29, e-mail: samusev@yandex.ru).