УДК681.587.72

DOI: 10.35211/1990-5297-2020-8-243-67-70

Г. Ю. Прокудин², Н. Г. Шаронов¹

**РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ВАКУУМНОЙ КАМЕРЫ
ДЛЯ МЕЛКОСЕРИЙНОГО ЛИТЬЯ ПЛАСТМАССОВЫХ ДЕТАЛЕЙ**

¹ Волгоградский государственный технический университет

² Центр технологий компонентов робототехники и мехатроники

E-mail: jura.prokudin@yandex.ru

Приводятся результаты разработки оборудования автоматизированного изготовления пластмассовых деталей для мелкосерийного производства. Выявлены методы повышения качества при литье реактопластов. Спроектирована и изготовлена автоматизированная установка, поддерживающая разработанную технологию литья реактопластов в гибкие литьевые формы.

Ключевые слова: литье реактопластов, автоматизированная вакуумная камера, пластмассовые детали.

© Прокудин Г. Ю., Шаронов Н. Г., 2020.

G. Yu. Prokudin², N. G. Sharonov¹

DEVELOPMENT OF AN AUTOMATED VACUUM CHAMBER FOR SMALL-SCALE CASTING OF PLASTIC PARTS

¹ **Volgograd State Technical University**

² **Center for Technology Components of Robotics and Mechatronics**

The results of developing the optimal technology for manufacturing plastic parts for small-scale production are presented. Methods for improving the quality of reactive plastics casting have been identified. Designed and manufactured automated equipment that support developed by the technology of casting thermosetting plastics in flexible molds.

Keywords: injection molding of thermosets, automated vacuum chamber, plastic parts.

На сегодняшний день существует несколько технологий для изготовления пластмассовых изделий. Наиболее часто используемая это литье пластика под давлением (массовое производство), однако на базе этой технологии невозможно добиться рентабельности при мелкосерийном производстве (10–1000 шт. одного вида детали), столь необходимым для создания корпусов небольших партий медицинского оборудования, измерительных приборов и т. д. Основная причина – в высокой стоимости формы для литья, которые являются достаточно крупными заготовками из нержавеющей стали, в последующем фрезеруемые на станках. Также существует способ штучного изготовления пластиковых деталей с использованием аддитивных технологий послойного направления, который рентабельно использовать при прототипировании небольшого числа изделий (1–10 шт). 3D печать является относительно дорогой, низкопроизводительной и низкосортной альтернативой из-за ребристости поверхности и анизотропии структуры.

В данный момент недостаточно развита оптимальная технология быстрого, дешевого и качественного изготовления корпусов в приборостроении при мелкосерийном производстве, а также отсутствует конкурентный рынок специального оборудования для ее широкого применения. В связи с этим предприятиям в области производства электроприборов (датчики пожарной и газовой безопасности, измерительные приборы, электромагнитные пускатели и т. д.); медицинского оборудования (слуховые аппараты, приборы измерения сахара в крови и т. д.) приходится заказывать небольшие партии корпусов своих приборов за границей или же идти на неоправданные затраты, изготавливая их на термопластавтоматах [1].

Постановка задачи

Планируемый результат – разработать полный технологический цикл полимерного литья (технология), разработать и изготовить автома-

тизированную установку полимерного литья (прототип) оригинальной конструкции (оборудование). Задачи исследования: выявить недостатки аналогов или схожих технологий литья реактопластовых полимеров; найти технологическое решение выявленным недостаткам; разработать последовательность технологических операций для литья пластмассовых корпусов из реактопластов; спроектировать автоматизированную установку для литья; произвести анализ произведенной продукции по данной технологии и сравнение с другими способами изготовления по критериям себестоимость, качество, время изготовления.

Технология литья реактопластов в гибкие отливочные формы

Основой технологии литья реактопластов в гибкие отливочные формы является уникальное свойство двухкомпонентных полимеров, при смешивании их в определенном отношении, образовывать прочные межмолекулярные связи за короткое (несколько минут) время. Свойства получившегося пластика в ходе химической реакции отличается от термопластов [2].

Реактопласты, обладая всеми достоинствами термопластов (прочность, малый удельный вес), не обладают их недостатками, а именно не плавятся и не теряют форму при высоких температурах и трудно разжигаемы, не растворяются в органических растворителях (ацетон, бензин, и т. д.). Такие уникальные свойства данных полимеров делают их наиболее подходящим материалом для создания корпусов электроприборов и других объектов электротехнического назначения, где возможно возгорание при аварии или поломке [3; 4].

Существенным недостатком применения подобного материала является то, что на этапе смешивания и заливки жидкий пластик насыщается пузырьками воздуха, которые невозможно в последующем устранить, что ухудшает внешний вид изделия и его прочностные свойства [5; 6].

Для устранения данной проблемы необходимо производить смешивание и литье в среде без воздуха (вакууме) для чего необходимо разработать установку, обладающую элементами автоматизации.

Цикл автоматизированного литья реактопласта в вакууме [5; 7] включает:

- разработку отливаемого изделия и его проектирование;
- изготовление мастер-модели (образца изделия) различным способом (3D-печать, фрезеровка или копирование готовой детали);
- изготовление литьевых форм из гибкого полиуретана или силикона;
- размещение литьевой формы и заливка компонентов жидкого пластика в автоматизированную литьевую установку;
- изготовление деталей в форме;
- очистку камеры и подготовку к следующему циклу.

Для реализации цикла по данной технологии спроектирована и изготовлена автоматизированная установка АВЛК-60.

Разработка автоматизированной установки для литья

Автоматизированная установка для литья АВЛК-60 (рис. 1) позволяет в автоматическом режиме создавать вакуум и сбрасывать его, а также смешивать компоненты полимера и выливать их в форму.

Результаты

Автоматизированная вакуумная камера для мелкосерийного литья пластмассовых деталей АВЛК-60 (рис. 2) является физической реализацией спроектированной установки. Установка состоит из герметичной вакуумной камеры, вакуумного насоса, электрического клапана, вакуумметра, механизмов смешивания и переели-

вания пластика, системы управления автоматизированным циклом [7].

Рис. 1. Модель автоматизированной литьевой установки АВЛК-60 на этапе проектирования

Рис. 2. Прототип АВЛК-60

Анализ характеристик аналогов и АВЛК-60 представлен в таблице.

Сравнительный анализ характеристик установок

Модель	Габариты, мм	Объем заливки, л	Управление	Стоимость в ценах 2020 года
АВЛК-60	350×350×500	0,5	автоматическое	120000 руб.
СТ Mini-M	460×460×390	1,0	ручное	498000 руб.
HVC-M	300×260×450	0,55	ручное	6000USD
FVC-2A	800×650×1490	3,0	автоматическое	73200 USD

По сравнению с аналогичными вакуумными камерами зарубежного производства АВЛК-60

имеет преимущество перед камерами малого объема, так как имеет автоматическую систему

управления, как и камеры для промышленного производства, обладающие большим объемом. Для предприятий, занимающихся прототипированием и изготовлением пластиковых корпусов, более рационально использовать камеры с малым заливаемым объемом, т. к. основная масса корпусов электроприборов не являются крупногабаритными деталями. В то же время, АВЛК-60 обладает потенциально конкурентно ценной, особенно в сравнении с зарубежными аналогами. АВЛК-60 обладает рядом оптимальных характеристик, не встречающихся в полном объеме у существующих вакуумных литьевых камер.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Филатов, В. И.* Технологическая подготовка процессов формования изделий из пластмасс / В. И. Филатов, В. Д. Корсаков. – Л., Политехника., 1991.
2. *Коршак, В. В.* Термостойкие полимеры / В. В. Коршак. – М., Наука, 1969.
3. *Басов, Н. И.* Литьевое формование полимеров / Н. И. Басов, Ю. В. Казанков. – М., Химия, 1984.
4. *Назаров, Г. И.* Теплостойкие пластмассы : справочник / Г. И. Назаров, В. В. Сушкин. – М., Машиностроение, 1980.
5. *Альшиц, И. Я.* Проектирование деталей из пластмасс / И. Я. Альшиц, Б. Н. Благов. – М., Машиностроение, 1977.
6. *Брагинский, В. А.* Точное литье изделий из пластмасс / В. А. Брагинский. – Л., Химия, 1977.
7. *Калинчев, Э. Л.* Автоматизированные литьевые машины и системы управления ими / Э. Л. Калинчев, А. И. Кригев. – М., НИИМаш, 1980.