

УДК 67.05

DOI: 10.35211/1990-5297-2021-8-255-14-16

*Ц. А. Батуев, М. С. Шатов, К. Д. Лисов, Е. Д. Семенов***РАЗРАБОТКА УСТАНОВКИ ДЛЯ ГОРЯЧЕГО ФОРМОВАНИЯ
АВИАЦИОННОГО ОСТЕКЛЕНИЯ ИЗ ОРГАНИЧЕСКОГО СТЕКЛА
С ПРИМЕНЕНИЕМ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ****Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления**

E-mail: batuevc@mail.ru

В настоящей статье рассматриваются вопросы усовершенствования технологии горячей формовки деталей авиационного остекления из органического стекла с помощью современных методов аддитивных технологий, актуальность разработки и внедрения данной технологии на производстве.

Ключевые слова: горячее формование, авиационное остекление, органическое стекло, аддитивные технологии.

*Ts. A. Batuev, M. S. Shatov, K. D. Lisov, E. D. Semenov***DEVELOPMENT OF MACHINE FOR HOT FORMING OF AVIATION
GLAZING FROM ORGANIC GLASS USING ADDITIVE TECHNOLOGIES****East Siberia State University of Technology and Management**

This article discusses the issues of improving hot forming technology of aviation glazing parts from organic glass using modern methods of additive technologies, relevance of development and implementation of this technology in production.

Keywords: hot forming, aviation glazing, organic glass, additive technologies.

Существующие технологии изготовления авиационного остекления из органического стекла в большинстве своем не отвечают требованиям и потребностям современного машиностроения. Они отличаются дороговизной в изготовлении оснастки и конечной продукции, разнообразием подходов к методу изготовления деталей, жесткими ограничениями по форме и размерам получаемых деталей для каждой отдельной технологии, нестабильностью качества деталей по оптическим свойствам. Одним из самых дорогостоящих элементов в существующих технологиях является технологическая оснастка. В большинстве случаев она изготавливается из алюминиевых сплавов Д16, Д16Т, АК4. Для изготовления оснастки из алюминиевых сплавов необходимо использовать крупногабаритные заготовки, подвергать их длительной механической обработке и достигать шероховатости рабочей поверхности Ra 0,3–0,8 микрон. Высокая стоимость изготовления технологической оснастки для формования органических стекол и ее высокая трудоемкость влияет на конечную стоимость продукции. Так же, высокие технологические требования к оснастке предполагают наличие большого количества доводочных работ. Необходимо максимально отходить от слесарных

и доводочных операций, сокращать время изготовления одной детали или партии [1].

На сегодняшний момент технология производства вакуумным формованием по матрице деталей из органического стекла применяется, если детали нужно придать сложную форму, которую получить системой пуансон-матрица практически невозможно или требует больших затрат на изготовление. Вакуумное формование позволяет получать детали сложной формы с приемлемой точностью и без потери оптических свойств стекла. Наличие системы создания вакуума, необходимость выкладки поверхности матрицы дорогими материалами (замша, кожа) для предотвращения появления отпечатков на поверхности детали, и высокая стоимость обслуживания сводит на нет все преимущества. Так же данный способ требует особого расположения каналов для выхода воздуха. Изготовление подобной оснастки из металлических материалов, даже с использованием современных методов металлообработки, понижает общую технологичность. Особенности традиционного технического оснащения так же проявляются в момент охлаждения. Из-за разницы коэффициентов линейного расширения, усадки органического стекла и разницы теплоемкости, детали в местах закрепления

и местах наибольших изгибов подвергаются эффекту гофрообразования (появления складчатой поверхности), что мгновенно приводит к забраковке детали [2].

Так же необходимо учесть, что большая часть используемого оборудования для формования остекления, начинает морально и технически устаревать, зачастую такое оборудование после выхода из строя становится неремонтопригодно.

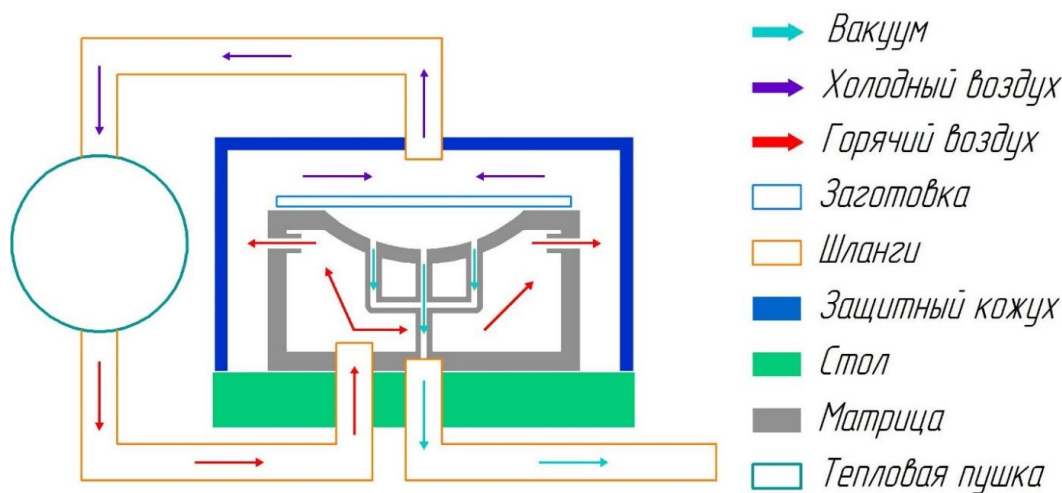
Целью нашей работы является усовершенствование существующих технологий производства авиационного остекления из органического стекла, внедрение современных аддитивных технологий в создание формовочной оснастки, разработка автоматизированного оборудования и оснастки, на котором можно изготавливать изделия из органического стекла с высокой точностью и производительностью. Применение неметаллической оснастки, получаемой с помощью современных аддитивных технологий и FDM-печати позволит значительно сократить расход материала, существенно снизить конечный вес оснастки, уменьшить время ее изготовления, позволит изготавливать геометрически сложные формы, недоступные для традиционных методов механической обработки. Печать пластика при изготовлении оснастки позволяет получить прочные износостойкие изделия с сравнительно низкой стоимостью материалов и широкими возможностями пост-

обработки. Получаемая оснастка будет обладать достаточными свойствами, необходимыми для традиционного метода вакуумного формования, такими как прочность, износостойкость, теплостойкость.

Исходя из вышеуказанных целей перед нами были поставлены следующие задачи:

- разработка технологии вакуумного формования на штамповой оснастке, изготовленной из 3D пластика;
- создание экспериментальной установки;
- проведение научных экспериментов, установление влияния конструкторско-технологических факторов на процесс формообразования;
- обеспечение стабильности получения требуемых размеров и формы детали;
- обеспечение требуемых оптических свойств детали.

Широко используемое в настоящее время в авиационной промышленности органическое стекло марок АО и СО применяется в изготовлении деталей с помощью традиционных методов производства, включающих большое применение ручного труда. Такой метод увеличивает влияние человеческого фактора на конечное качество продукции и повышает вероятность появления брака. Автоматизация процесса в проектируемой установке сокращает участие человека и влияние человеческого фактора в технологическом процессе, тем самым повышая качество продукции [3].



Установка для горячего формования авиационного остекления из органического стекла

Проектируемая установка, представленная на рисунке, будет состоять из формовочной камеры, системы нагрева и циркуляции воздуха, вакуумного насоса и системы управления с подключением к ПК.

В предлагаемой установке, мы планируем проводить нагрев заготовки с помощью горячего воздуха, который будет проходить через пустотелую матрицу. Для некоторых высокопрочных марок органического стекла необхо-

димо достаточно быстро получать необходимую температуру в камере (120–180 °С) для размягчения стекла. В данном случае можно дополнительно оснастить установку лампами инфракрасного нагрева [4].

Оснастка, полученная печатью 3D пластиком, должна выдерживать температуру свыше 120 °С. На текущий момент ведутся исследования по подбору различных 3D пластиков под конкретные марки органического стекла, по выработке рекомендаций по их применению.

На основании вышеизложенного можно сделать вывод о том, что разработанная нами оригинальная конструкция установки для горячего формования авиационного остекления из

органического стекла, позволит формировать детали, сохранив все необходимые предъявляемые требования к нему, сократив стоимость и время изготовления.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Бортников, В. Г.* Теоретические основы и технология переработки пластических масс : учеб. – 3 изд. / В. Г. Бортников. – М. : НИЦ ИНФРА-М, 2015.
2. *Гудимов, М. М.* Органическое стекло / М. М. Гудимов, Б. В. Петров. – М. : Химия, 1981.
3. *Стрельцов, К. Н.* Технология изготовления изделий из органического стекла / К. Н. Стрельцов, Б. И. Лосев, Н. А. Сидоров. – Л. : Машиностроение, 1984.
4. *Горелов, Ю. П.* Новые органические стекла для авиастроения / Ю. П. Горелов, Т. Г. Чмыхова, И. А. Шалагинова // Пластические массы. – 2009. – № 12.