

УДК 621.45:74

Анализ возможностей совершенствования метода литья по выплавляемым моделям при изготовлении деталей ракетно-космической техники

Пирумов Александр Юрьевич^{1, 2(*)} pirumov_a@alfaall.ru

Круглов Павел Владимирович¹ kpv17@bmstu.ru

¹ МГТУ им Н.Э. Баумана, Москва, Россия

² ООО «Альфа Альянс», Королев, Московская обл., Россия

Аннотация. Рассмотрены методы повышения производительности производств, применяющих технологию литья по выплавляемым моделям. Представлен обзор современного технологического оборудования, применяемого на предприятиях. Подробно рассмотрена технология выщелачивания высокопрочных керамических стержней, разобраны преимущества и недостатки двух основных способов. Представлены формулы химической реакции разупрочнения стержней. Описаны проблемы действующих производственных линий, сдерживающие увеличение выпуска продукции. Представлено направление дальнейшего совершенствования автоклавных систем.

Ключевые слова: литье по выплавляемым моделям, анализ предприятий, современное технологическое оборудование, масштабирование литья по выплавляемым моделям, выщелачивание керамических стержней

Введение. Одним из методов заготовительного производства для получения деталей двигателей ракет и самолетов является литье по выплавляемым моделям (ЛВМ). Наращивание объемов выпускаемой продукции на предприятиях ракетно-космической отрасли осуществляется экстенсивным увеличением производственных мощностей.

Материалы и методы; результаты. Подготовка производственного помещения по современным стандартам позволяет использовать новые модельные составы. Внедрение газотворных и кислородосодержащих добавок уменьшает энергозатраты и время прокаливания формы [1]. Вредную для здоровья человека операцию изготовления керамических оболочек автоматизируют применением универсальных промышленных роботов типа Unimate или Versatran. Подробно рассмотрена замена гидролизованного этилсиликата на обладающие более высокой стабильностью водно-коллоидные связующие (ВКС) на основе SiO₂ в работе [2]. Обзор некоторых передовых разработок рассмотрен в работе [3]. Включение кислородосодержащих добавок в огнеупорную обсыпку материала для изготовления оболочковых форм и другие способы позволяют существенно сократить цикл сушки и прокаливания готовых форм. Однако наиболее трудоемким на данный момент является процесс удаления керамического стержня из полостей тонкостенной отливки [4].

Масштабирование данного технологического перехода на данный момент сильно затруднено в связи с отсутствием производителей необходимых автоклавных установок. ООО «Альфа Альянс» поставило в адрес ОАК в 2021 году несколько ротационных автоклавов объемом 5 л. Поскольку процесс выщелачивания в зависимости от сложности стержня длится от 7 до 14 часов, очевидно, что для увеличения производительности необходимо иметь возможность ввести в строй автоклавные установки гораздо большего объема — до 100 л. В таких установках должен быть предусмотрен процесс регенерации и утилизации рабочей среды, а процесс подготовки щелочного раствора нуждаются в автоматизации. В настоящее время подобные автоклавные системы в РФ не изготавливаются.

Заключение. Таким образом, выявлено, что разработка, проектирование и производство автоклавных систем высокого давления для работы с агрессивными средами объемом рабочей зоны до 100 л и более, является одной из важнейших задач увеличения производительности участков литья по выплавляемым моделям для изготовления деталей ракетно-космической и авиационной отраслей.

Список источников

- [1] Леушина Л.И., Ульянов В.А. *Разработка технологий стального литья по выплавляемым моделям с применением низкотемпературного прокаливания оболочковых форм и использованием техногенных отходов*. Дис. ... канд. техн. наук. Нижний Новгород, 2014, 219 с.
- [2] Ордин Д.А. *Физико-химические основы и технология литейных керамических форм на основе водно-коллоидного кремнезоля*. Дис. ... канд. техн. наук. Пермь, 2020, с. 100–111.
- [3] Пирумов А.Ю., Круглов П.В. Совершенствование технологий изготовления оболочковых форм для литья по выплавляемым моделям деталей ракетно-космической техники. *XLVIII Академические чтения по космонавтике, посвященные памяти академика С.П. Королёва и других выдающихся отечественных ученых — пионеров освоения космического пространства: сб. тез.* Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2024, т. 3, с. 44–47.
- [4] Максютин Л.Г., Шилов А.В., Звездин В.Л., Коряковцев А.С. *Литье по выплавляемым моделям отливок авиационно-космического назначения*. Пермь, Перм. гос. техн. ун-т., 2005, с. 51–55.