

УДК 347.78

**ПРИМЕНЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ СПОСОБОВ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ
ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ПРЕСС-ФОРМ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ
ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Мингалева Ж.А.

Д.э.н., профессор

Пермский национальный политехнический исследовательский университет,

Пермь, Россия

Кожевников С.И.

м.н.с., аспирант,

Пермский национальный политехнический исследовательский университет,

Пермь, Россия

Аннотация.

Обеспечение высокого качества продукции при одновременном соблюдении требования снижения затрат на производство усиливает внимание ко всем элементам производственного цикла, включая изготовление более производительной и недорогой технологической оснастки. Исследование посвящено анализу возможности и целесообразности применения нового способа повышения износостойкости пресс-форм на основе формирования рационального макрорельефа формообразующих поверхностей. В результате исследования установлено, что этот способ позволяет использовать уже существующее технологическое оборудование, а также не требует дополнительных затрат времени и ресурсов при изготовлении пресс-форм. В сочетании с повышением производительности это обеспечивает необходимое снижение стоимости изготовления как самой пресс-формы, так и получаемого с ее помощью готового изделия. Статья подготовлена в рамках выполнения Государственного задания Министерства науки и высшего образования РФ (N FSNM-2020-0026)

Ключевые слова. Износостойкость пресс-форм, композиционные материалы, макрорельеф формообразующих поверхностей, метод профильного фрезерования.

***APPLICATION OF INNOVATIVE METHODS OF TECHNOLOGICAL
SUPPORT OF INCREASING THE WEAR RESISTANCE OF MOLDS FOR
MANUFACTURING PARTS FROM COMPOSITE MATERIALS***

Mingaleva Zh.A.

Doctor of Economics, professor

Perm National Polytechnic Research University,

Perm, Russia

Kozhevnikov S.I.

researcher, postgraduate student,

Perm National Polytechnic Research University,

Perm, Russia

Annotation.

Ensuring high quality products while meeting the requirement to reduce production costs increases the attention to all elements of the production cycle, including the production of more productive and inexpensive tooling. The study is devoted to the analysis of the possibility and expediency of using a new method for increasing the wear resistance of molds based on the formation of a rational macrorelief of shaping surfaces. As a result of the study, it was found that this method allows the use of already existing technological equipment, and also does not require additional time and resources in the manufacture of molds. Combined with increased productivity, this provides the necessary reduction in the cost of manufacturing both the mold itself and the finished product obtained with it. The article was prepared as part of the implementation of the State Order of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (N FSNM-2020-0026)

Keywords. Wear resistance of molds, composite materials, macrorelief of shaping surfaces, profile milling method.

Инновационная деятельность на современных промышленных предприятиях распространяется на весь комплекс базовых и вспомогательных процессов создания и изготовления новой продукции и внедрение новых технологий, включая такую важную часть процесса производства изделий как изготовление специальной технологической оснастки, соответствующей требованиям современного производства. Особенно актуально это для машиностроительных предприятий высокотехнологичных отраслей производства, которые производят сложную продукцию с непрерывно возрастающими требованиями к ее качеству. К числу таких производств относятся предприятия авиастроения, где надежность, прочность, долговечность, экономичность продукции становятся ключевыми факторами успеха, а обеспечение этих свойств достигается за счет совершенствования всех элементов технологии ее изготовления.

Задача повышение качества сложной высокотехнологичной продукции при одновременном снижении себестоимости ее производства и строгом соблюдении графика выполнения заказа предъявляет особые требования ко всем элементам производственного цикла и бизнес-процессам. В научной литературе в настоящее время наиболее часто обсуждаются подходы к выбору/созданию новых видов сырья и материалов, прежде всего полимерных композиционных материалов, используемых как для готовой продукции, так и для создания технологической оснастки [8-9; 12], вопросы разработки и внедрения в производство инновационных производственных технологий или их отдельных элементов для работы с этими новыми материалами [6], а также предпринимаются попытки решить задачи совершенствования управления производством с помощью инструментов инновационного менеджмента [10]. Такая система управления инновациями предусматривает постоянный поиск

Вектор экономики | www.vectoreconomy.ru | СМЭ Эл № ФС 77-66790, ISSN 2500-3666

новых более совершенных и экономичных методов изготовления специальной технологической оснастки при одновременном решении задачи повышения ее надежности.

Одним из наиболее широко распространенных в машиностроительном производстве видом специальной технологической оснастки являются разнообразные пресс-формы, по отношению к которым со стороны современного производства также предъявляются более высокие требования по таким их характеристикам как качество, износостойкость и производительность. Для производства деталей в области авиастроения важным является и такое свойство формообразующей поверхности пресс-формы как шероховатость, которая передается от применяемой пресс-формы готовому изделию. Это связано с тем, что формообразующие детали имеют сложную конфигурацию, создаваемую специально под конкретное изделие [2]. В свою очередь это требует больших затрат времени и высокопрофессионального ручного труда для выполнения отделочных операций формообразующей поверхности. Кроме того, именно к формообразующей поверхности предъявляются особые требования по таким характеристикам как прочность, износостойкость, подверженность воздействию композиционных материалов, заливаемых в пресс-форму.

Долгое время для изготовления пресс-форм использовались такие традиционные методы как литье, механическая обработка, гальванопластика [13]. Однако, как уже отмечалось, традиционные способы изготовления пресс-форм требуют больших затрат – как временных, так и финансовых. Использование различных методов повышения износостойкости формообразующей поверхности пресс-форм в ряде случаев сопровождается использованием специального дополнительного оборудования и инструментов. Это соответственно приводит к росту затрат на изготовление таких пресс-форм, а значит – к росту себестоимости конечного изделия. Кроме того, длительный срок изготовления самой пресс-формы часто отодвигает начало производства основного изделия от несколько месяцев и года и более в зависимости от Вектор экономики | www.vectoreconomy.ru | СМИ Эл № ФС 77-66790, ISSN 2500-3666

сложности конструкции готового изделия, получаемого с помощью данной пресс-формы [1, 308].

Решение данной проблемы ряд исследователей видит в применении новых способов и технологий изготовления пресс-форм, сокращающих время, а также стоимость их изготовления. Речь идет о таких технологиях, как изготовление силиконовых форм, и об использовании RP-технологий для изготовления изделий из листового материала, изготовление пресс-форм с помощью печати на 3D принтерах и т.д. [1; 3; 11; 14].

Однако, как уже отмечалось, такое важное качество технологической оснастки как износостойкость и долговечность зависят от состояния поверхностного слоя, который определяет процесс взаимодействия формообразующей поверхности с полимерным композиционным материалом. Поэтому другим важным вопросом, постоянно решаемым как на практике, так и в науке является задача поиска новых способов повышения износостойкости пресс-форм на основе формирования рационального макрорельефа формообразующих поверхностей.

Изучение работ отечественных и зарубежных ученых по вопросам повышения качества формообразующих поверхностей показало, что основными предлагаемыми способами решения этой задачи являются различные методы упрочнения, нанесение покрытий и химико-термическая обработка формообразующих деталей различными методами. Однако они не в полной мере обеспечивают достижение требуемой износостойкости и производительности пресс-форм. Кроме того, анализ научных публикаций, посвященных изучению способов увеличения износостойкости деталей сложной геометрической формы показал, что практически отсутствуют теоретические и практические исследования по влиянию высоты и направления макрорельефа на формообразующих поверхностях на износостойкость пресс-форм.

В качестве нового эффективного метода повышения износостойкости пресс-форм на основе формирования рационального макрорельефа Вектор экономики | www.vectoreconomy.ru | СМИ Эл № ФС 77-66790, ISSN 2500-3666

формообразующих поверхностей может быть предложен метод профильного фрезерования концевыми сферическими фрезами [7]. На основе теоретического обоснования влияния макрорельефа формообразующих поверхностей пресс-форм на движение высоковязкой жидкости в закрытых полостях и с помощью разработанных математических моделей были установлены взаимосвязи между траекторией обработки формообразующих поверхностей при фрезеровании на станках с ЧПУ и износом деталей пресс-форм [4]. В частности, было экспериментально подтверждено, что наиболее рациональным для обеспечения минимального времени заполнения полостей и снижения износа пресс-форм является направление макрорельефа на формообразующих поверхностях коллинеарно главному вектору течения расплава [5, 5]. Это позволяет снизить потери энергии на трение и местные сопротивления в процессе течения вязкого композиционного материала по формообразующим поверхностям пресс-форм, повышает износостойкость формообразующих поверхностей и их долговечность. Выбор рациональной траектории фрезерования позволяет повысить износостойкость пресс-форм и производительность технологического цикла изготовления изделий.

Эффективность применения данного метода была проверена при изготовлении различных пресс-форм (всего 38 наименований) в производственном процессе предприятий «ПК Дэми» и «Пермский крепеж» (г. Пермь). С помощью данных пресс-форм было выпущено более 9 млн деталей, при этом износ пресс-форм снизился на 45 %, а производительность технологического цикла повысилась на 25 %. Что касается прямого экономического эффекта от применения данного метода, то себестоимость изготовления деталей из ПКМ снизилась на 20–30%, а общий годовой экономический эффект составил более 15 млн руб. [5, 5-6].

В заключении необходимо отметить, что широкое применение пресс-форм при изготовлении разнообразной продукции и отдельных деталей, а также переход к использованию в качестве сырья различных композиционных

Вектор экономики | www.vectoreconomy.ru | СМИ Эл № ФС 77-66790, ISSN 2500-3666

материалов повысило внимание к таким характеристикам технической и экономической эксплуатации пресс-форм как их износостойкость, повышение числа изготовленных с помощью данной пресс-формы деталей, повышение качества изготовленных деталей и снижение затрат на их дальнейшую обработку и т.д. Современной наукой и практикой разработаны различные способы решения данных задач, одним из которых является метод профильного фрезерования концевыми сферическими фрезами рационального макрорельефа формообразующих поверхностей пресс-форм, позволяющий повысить их износостойкость и долговечность, а также улучшить качество поверхности изготовленных с их помощью деталей.

Библиографический список

1. Валетов В.А. Изготовление пресс-форм с помощью RP-технологий / В.А. Валетов, С.В. Бобцова // Научно-технический вестник Санкт-Петербургского государственного университета информационных технологий, механики и оптики. – 2004. – № 15. – С. 306-308.
2. Вавилин В.А. Проектирование и изготовление специального осевого инструмента для изготовления пресс-форм сложной конфигурации / В.А. Вавилин, А.Ю. Пушкарев, Н.А. Амельченко, Н.А. Сороковиков // В сборнике: Актуальные проблемы авиации и космонавтики. Сборник материалов V Международной научно-практической конференции, посвященной Дню космонавтики. В 3-х томах. Под общей редакцией Ю. Ю. Логинова. – 2019. – С. 256-258.
3. Горшкова Т.А. Возможности современной печати на 3D принтерах / Т.А. Горшкова, Т.А. Куландин // Социальные и технические сервисы: проблемы и пути развития. Сборник статей по материалам Всероссийской научно-практической конференции. – 2015. – С. 148-150.

4. Кожевников С.И. Анализ методов влияния на движение полимерных композиционных материалов при заполнении пресс-форм /С.И. Кожевников // В сборнике: Вопросы технических и физико-математических наук в свете современных исследований. Сборник статей по материалам XLIII международной научно-практической конференции. Новосибирск, – 2021. – С. 4-9.
5. Кожевников С.И. Технологическое обеспечение повышения износостойкости пресс-форм на основе формирования рационального микрорельефа формообразующих поверхностей при фрезеровании на станках с ЧПУ / С.И. Кожевников //Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Пермь. – 2022 – 20 с.
6. Кожевников С.И. Выбор оптимальной технологии получения изделий из полимерных композиционных материалов / С.И. Кожевников, В.Ф. Макаров // Аэрокосмическая техника, высокие технологии и инновации. – 2018. – Т. 1. – С. 154-157.
7. Кожевников С.И. Практические исследования влияния траектории фрезерования формообразующих поверхностей на износостойкость оснастки /С.И. Кожевников, В.Ф. Макаров // Автоматизированное проектирование в машиностроении. – 2018. – № 6. – С. 110-113.
8. Красиков М.С. Изготовление формообразующих деталей пресс-форм из композиционных материалов / М.С. Красиков // В сборнике: Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова. – Белгород, – 2019. – С. 2507-2513.
9. Мингалева Ж.А. Инновационные направления производства изделий из композиционных материалов / Ж.А.Мингалева // сборнике: Теория и практика экономики и предпринимательства. Труды XVIII Всероссийской с международным участием научно-практической конференции. – Симферополь, – 2021. – С. 70-71.

10. Мингалева Ж.А. О реформировании системы управления инновационной деятельностью предприятия / Ж.А. Мингалева // Экономика и предпринимательство. – 2013. – № 4 (33). – С. 353-356.
11. Никитин К.В. Изготовление пресс-форм для выплавляемых моделей средствами аддитивного производства по SLA-технологии / К.В. Никитин., А.Ю. Баринов, С.В. Харченко, Д.М. Юдин, В.И. Никитин // Литейное производство. – 2022. – № 9. – С. 28-31.
12. Першин Н.С. Изготовление формообразующих деталей пресс-форм из композиционных материалов / Н.С. Першин, М.С. Чепчуров // Вестник Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. – 2015. – № 6 (46). – С. 76-81.
13. Потемкин В.Ю. Изготовление матриц пресс-форм методом гальванопластики / В.Ю. Потемкин, Л.А. Санова, З.В. Тягунова // Электронный журнал: наука, техника и образование. – 2016. – № 4 (9). – С. 15-21.
14. Чекрыгин С.А. Изготовление пресс-форм с использованием комбинированных аддитивно-субтрактивных технологий для литья малых серий изделий / С.А. Чекрыгин // В сборнике: Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова. Белгород, – 2019. – С. 1579-1586.

Оригинальность 92%