

УДК 621.9.026

Р. М. МУБАРАКШИН, канд. техн. наук

ООО "Урал Инжиниринг Консалтинг" Центр Прогрессивных Технологий, г. Пермь

E-mail: zpt@uralinco-centr.ru

Оптимизация обработки фасонных деталей сложной формы из высокопрочных, жаростойких сплавов на многоцелевых обрабатывающих центрах

В данной статье рассмотрены вопросы оптимизации обработки фасонных деталей сложной формы из высокопрочных, жаростойких сплавов на многоцелевых обрабатывающих центрах (МОЦ).

Приведены примеры применения МОЦ при изготовлении различных ответственных деталей авиационного двигателя из жаропрочных никелевых сплавов.

Проведен анализ факторов, определяющих эффективность применения МОЦ.

Рассмотрены новые технологические возможности МОЦ, существенно повышающие эффективность их применения и снижающие трудоемкость изготовления сложных деталей и сборочных единиц.

In this article machining optimization problems of the profiled parts with complex shape from high strength, heat-resistant alloys on the multipurpose machining centers (MMC) are considered. Examples of the MMC application in the manufacture of various critical parts for an aircraft engine from heat-resistant nickel alloys are adduced. The analysis of the factors that determine the effectiveness of the MMC application is carried out. New technological possibilities of the MMC, significantly increasing the efficiency of their application and reduce the complexity of the manufacturing complex parts and assembly units are considered.

Ключевые слова: многооперационная обработка, валы и диски турбин, гибридные технологии, Additive technology

Key words: multioperational machining, turbine shafts and wheels, hybrid technology, additive technology

Проектирование и производство современных, сложно-технологических машин, к числу которых относятся газотурбинные двигатели (ГТД) и установки, характеризуется все более возрастающими требованиями к эксплуатационным характеристикам и показателям надежности изделий. Это в свою очередь усложняет конструкцию ответственных деталей ГТД, ужесточает требования к точности и качеству их изготовления и обуславливает применение все более труднообрабатываемых сталей и сплавов с целью обеспечения рабочих параметров машин. Вышеназванные факторы существенно повышают трудоемкость изготовления большинства деталей.

Высокие критерии работоспособности ответственных деталей и сборочных единиц (ДСЕ) современного авиационного двигателя предъявляют особые требования к методам их

изготовлению. К таким деталям относятся диски и валы авиационных двигателей. Проблемы постоянного повышения качества и поддержание высокой конкурентоспособности производства ГТД, привели к новым решениям и применению технологий комплексной многооперационной обработки наиболее ответственных ДСЕ.

Основными предпосылками для применения технологий комплексной многооперационной обработки являются:

— сложная геометрия деталей (поверхности свободной формы, сложные внутренние контуры, неустойчивые для базирования заготовки, детали);

— маленькие партии обрабатываемых деталей (замена оснастки по ходу машинного времени, обработка в режиме Just-In-Time);

Таблица 3

	Предварительная обработка—точение	Предварительная обработка — фрезерование
До обработки, Ra μm	3,060	1,185
После обработки, Ra μm	0,137	0,186

Например, при изготовлении ДСЕ типа камер сгорания, жаровых труб, корпусов со сложными конструктивными элементами типа боышек (рис. 6), которые традиционно обрабатываются методами многокоординатного фрезерования со снятием больших припусков, трудоемкость может быть снижена в 2—3 раза и более.

Применение специального центра для наплавки [3] целесообразно в случае больших объемов наплавки, однако, дополнительные переустановки особенно габаритных деталей приводят к увеличению трудоемкости.

Другим примером расширения технологических возможностей МОЦ является применение специальной оснастки и инструмента, которые позволяют использовать технологии упруго пластического упрочнения поверхности ответственных ДСЕ после фрезерования, токарной обработки. В результате ударного упрочнения обеспечивается улучшение качества поверхности, формирование остаточных напряжений сжатия и повышение прочностных и эксплуатационных свойств поверхности.

Результаты исследований поверхности после ударного упрочнения в сравнении с параметрами шероховатости профиля Ra μm поверхности после лезвийной обработки приведены в табл. 3.

Как видно из табл. 3 величина среднеарифметического отклонения шероховатости поверхности после ударного упрочнения снижается практически на порядок в сравнение со значением шероховатости поверхности после лезвийной обработки. При этом осуществляется не только упрочнение поверхности и сни-

жение шероховатости, но в целом улучшаются ее эксплуатационные показатели. В зонах упрочнения происходит формирование остаточных напряжений сжатия, что имеет особенно важное значение, особенно в тех случаях, когда при действии рабочих нагрузок возникают растягивающие напряжения. В таких условиях напряженно-деформированного состояния поверхности можно значительно уменьшить вероятность и даже полностью предотвратить образование трещин.

Выводы по работе

1) Эффективность эксплуатации многоцелевых обрабатывающих центров в условиях мелкосерийного и единичного производства в значительной степени зависит от степени адаптивности системы ЧПУ и способности всей системы к быстрой переналадке.

2) Новые технологические возможности МОЦ существенно повышают эффективность их применения и:

- снижают трудоемкость изготовления сложных ДСЕ в 2—3 раза;
- практически на порядок повышают качество и точность изготовления ДСЕ;
- сокращают цикл изготовления изделий сложной формы до 75 %.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. // MAV Лучшие технологии. 2008. № 5. С. 34—36.
2. Колл Р. "Современная обработка елочных профилей дисков турбин" / Специализированная конференция. "Комплексная обработка валов и дисков турбин" Пермь, октябрь 2003. 124 с.
3. Ермолаев А. С., Мубаракшин Р. М. Применение лазерных технологий для изготовления и ремонта деталей и узлов газотурбинных двигателей // Авиационные материалы и технологии. Москва. 2016. № 1. С. 37—44.



Рис. 6. Деталь со сложными конструктивными элементами, формообразование которых оптимально осуществлять методом лазерной наплавки