

Проектирование технологии автоматизированного изготовления деталей типа «Рычаг» из поковок.

Сидорин С.Ф.

Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ (КНИТУ-КАИ)

Институт авиации, наземного транспорта и энергетики

Кафедра технологии машиностроительных производств

Ключевые слова: технологический процесс, автоматизация производства, роботизированный комплекс (РТК), управляющая программа (УП), ЧПУ, Sinumerik 840D, Siemens NX, поковка, размерные цепи.

В работе представлены результаты разработки и автоматизации технологического процесса изготовления ответственной детали авиационной конструкции – «Рычага» из легированной стали 30ХГСА. Целью исследования являлось создание эффективного и автоматизированного производства, включающего проектирование технологического процесса, выбор оборудования, оснастки, разработку управляющих программ для станков с ЧПУ и проектирование роботизированного технологического комплекса (РТК). В результате разработан комплексный технологический процесс, обеспечивающий высокую производительность и стабильность качества продукции в условиях мелкосерийного производства.

Объектом исследования выступила деталь типа «Рычаг», применяемая в механических системах самолетов. В рамках технологической части работы был проведен комплексный анализ исходных данных, включая оценку технологичности конструкции и свойств материала (сталь 30ХГСА). В результате сравнительного анализа в качестве оптимального вида заготовки выбрана поковка, полученная методом горячей объемной штамповки, что позволило достичь высокого коэффициента использования материала ($K_{ИМ}=0,72$) по сравнению с прокатом ($K_{ИМ}=0,19$).

На основе теории расчета размерных цепей вероятностным методом выполнен точный расчет операционных припусков, межпереходных размеров и окончательных параметров заготовки. Разработан маршрутный технологический процесс, включающий операции термической обработки (отжиг, закалка, отпуск) и механической обработки на фрезерных станках с ЧПУ. Произведен подбор современного режущего инструмента (Sandvik

Coromant), технологической оснастки и металлорежущего оборудования (станки 6P11 и 400V-E с ЧПУ Sinumerik 840D).

В профильной части работы основное внимание уделено автоматизации производства. Спроектирован роботизированный технологический комплекс (РТК) на базе промышленного робота KUKA KR 10 R1440-2 и электромеханического захвата ONROBOT RG6. Выбрана кольцевая компоновка РТК, обеспечивающая минимальные временные затраты. Выполнены расчеты и построение траектории перемещения манипулятора, определены допустимые скорости его движения, построена детальная циклограмма работы комплекса. Время рабочего цикла РТК составило 312,9 секунды, а часовая цикловая производительность – 35,8 шт/ч.

Важным практическим результатом является разработка управляющих программ для операций механической обработки на станках с ЧПУ. УП созданы двумя способами: прямым программированием в системе Sinumerik 840D и с использованием CAM-системы Siemens NX, с последующей симуляцией для верификации корректности обработки.

Проведенное исследование демонстрирует эффективность комплексного подхода к проектированию и автоматизации технологических процессов в машиностроении. Разработанный автоматизированный технологический процесс изготовления детали «Рычаг» позволяет существенно повысить производительность, снизить трудоемкость и себестоимость производства при обеспечении высокого и стабильного качества продукции. Предложенные технические и технологические решения могут быть успешно внедрены в реальных производственных условиях, в частности, при изготовлении ответственных деталей в авиационной и других отраслях промышленности.

Для цитирования: Сидорин С.Ф. Проектирование технологии автоматизированного изготовления деталей типа «Рычаг» из поковок. Препринт. 2025.