

Решение прямой задачи формообразования на оборудовании с ЧПУ в условиях авиастроительного предприятия

Институт проблем машиностроения им. А. Н. Подгорного НАН Украины

Приведены результаты тестирования оборудования с ЧПУ после модернизации. Увеличение скоростей подач позволило сократить трудоемкость механической обработки в 2.5 – 3 раза. Показана необходимость корректной постановки задачи формообразования серийных деталей, проверку соблюдения её условий должны осуществлять инженерные службы предприятия в процессе выполнения технологической подготовки производства.

Ключевые слова: контурная скорость, информационная система

Необходимость сокращения производственного цикла серийных самолетов до 15 месяцев требует уменьшения технологического времени изготовления деталей на оборудовании с ЧПУ в 3 раза. С целью решения такой задачи на Харьковском авиационном заводе началась модернизация фрезерного оборудования. Была выполнена модернизация фрезерного станка ФП-7СМН5 путем установки СЧПУ АВИ.04 вместо «Луч-43» для увеличения скоростей подач при обеспечении требуемой точности позиционирования [1].

Целью работы является оценка технологических возможностей модернизированного оборудования для решения задач формообразования в условиях серийного авиационного производства

Управляющая программа разработана по информации аналитического эталона кронштейна 148.00.1001.003.000 для СЧПУ «Луч-43» (рис. 1).

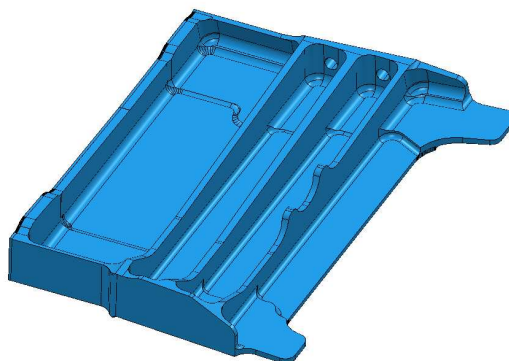


Рис. 1. Изображение аналитического эталона кронштейна

Первый этап тестирования формообразования с увеличенными скоростями подач происходил путем изготовления из заготовки, полученной литьем из технологического алюминиевого сплава (рис. 2). По условиям тестирования траектория движения инструмента по управляющей программе (УП) и сам инструмент не должен изменяться для обеспечения возможности использования ранее внедренных УП. Технологический процесс состоит из 33 операций, среди которых можно выделить шесть основных формообразующих: операция 06 – предварительная (черновая) обработка лицевой стороны по УП №1, 2 и 6; операция 09 - предвари-

тельная (черновая) обработка обратной стороны по УП № 7 – 10; операция 19 - получистовая обработка лицевой стороны по УП №11 и 12; операция 20 - получистовая обработка обратной стороны по УП №13, 14, 15 и 16; операция 22 – окончательная обработка лицевой стороны по УП №17, 18 и 19; операция 23 – окончательная обработка обратной стороны по УП №20, 21, 22, 23, 24, 25 и 26.

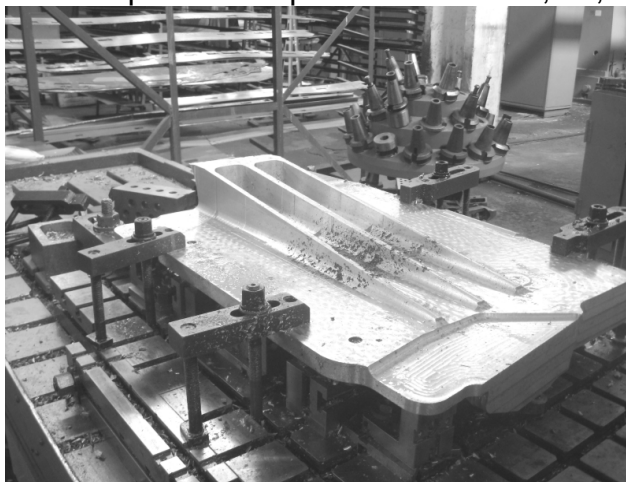


Рис. 2. Кронштейн 148.00.1001.003.000

Заготовка при этом фиксируется с помощью универсального сборочного приспособления (УСП), которое подготавливается для каждой операции (рис. 3).




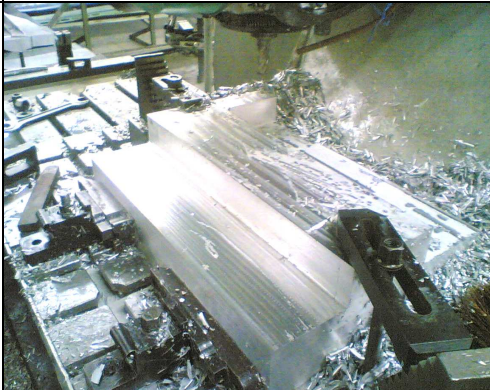
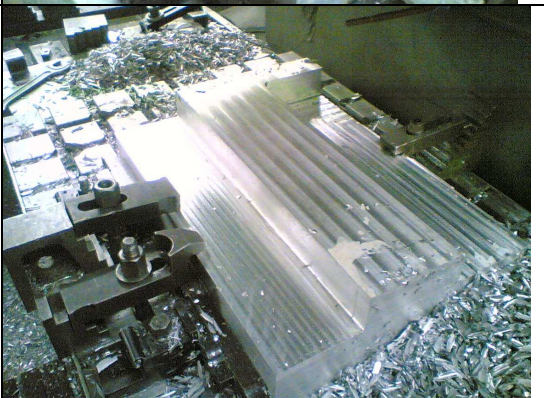
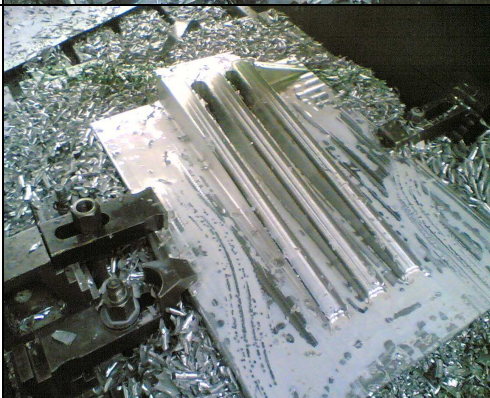


Рис. 3. УСП для крепления заготовки в процессе формообразования

Краткая информация о некоторых формообразующих технологических операциях, выполняемых по УП, даёт представление таблица 1. Для каждого перехода показана заготовка перед началом обработки, ее крепление в УСП. На втором рисунке каждой строки приведена та же информация, но уже после заверше-

ния перехода. Такое графическое сопровождение позволяет наглядно представить формообразование авиационной детали в условиях серийного производства [3], что дополняет технологический процесс изготовления этой детали и способствует быстрому восприятию оператором основного смысла каждого технологического перехода.

Для получения объективной картины тестирование проводилось путем изготовления двух кронштейнов 148.00.1001.003.000. Один из них изготавливался по исходной УП в полном соответствии с разработанным технологическим процессом, второй изготавливался по УП, у которой изменения коснулись исключительно скоростных режимов движения инструмента: максимальная рабочая подача увеличилась до 1500 мм/мин, а максимальная скорость холостого хода возросла до 2400 мм/мин.

Таблица 1

| Номер операции | Содержание переходов | Начало программы | Конец программы |
|----------------|--|---|--|
| 06 | Фрезеровать предварительно по УП №1 Ф30R10 |  |  |
| 06 | Фрезеровать предварительно по программе №2 Ф30R10 |  |  |
| 09 | Фрезеровать предварительно уступы колодцев по УП №7 Ф30R10 |  |  |

Окончание таблицы 1

| Номер операции | Содержание переходов | Начало программы | Конец программы |
|----------------|---|--|---|
| 20 | Фрезеровать скосы по УП №14 (получистовая обработка) Ф30R10 |  |  |
| 23 | Фрезеровать R50 по УП №22 Ф30R10 |  |  |

О результатах тестирования даёт представление таблица 2.

Таблица 2

| Параметры | Исходная УП | Ускоренная УП | Сравнение |
|--|---------------|---------------|---|
| Максимальная рабочая подача, мм/мин | 250 | 1500 | $\frac{F_{y_m}}{F_{u_m}} = 6$ |
| Максимальная скорость холостого хода, мм/мин | 1000 | 2400 | $\frac{F_{y_xx}}{F_{u_xx}} = 2,4$ |
| Время обработки детали по 25 программам | 2273 мин 10 с | 709 мин | $\frac{\sum T_{исх}}{\sum T_{уск}} = 3,2$ |

Время формообразующих операций при изготовлении детали с ускоренными подачами уменьшено в 3,2 раза, что соответствует первоначальным условиям. Но при тестировании использовались литейные заготовки из переплавленной стружки, а по технологическому процессу материал заготовки – 1933. Поэтому было принято решение изготовить серийный кронштейн для подтверждения корректности постановки задачи формообразования из материала 1933 (рис. 4).

Твердость алюминиевого сплава 1933 после термической обработки заметно превосходит твердость литейных заготовок, поэтому были внесены некоторые

коррективы скоростей подач в сторону их уменьшения. Время выполнения формообразующих программ при этом составило 904 минуты, что говорит об уменьшении трудоемкости в 2,5 раза по сравнению с исходной.



Рис. 4. Процесс изготовления серийного кронштейна на станке ФП-7СМН5

Контрольно-измерительные операции, выполненные БТК цеха, показали превышение толщины ребер кронштейна у его основания на 0,3 мм. В углах колодцев наблюдается подрезание поверхности детали («утяжки») на 0.1 мм (рис. 5). Это означает, что намеченная цель не достигнута и постановку задачи формообразования нельзя считать корректной. Поэтому в такой постановке задачу формообразования нельзя передавать в цех для изготовления серийных деталей.



Рис. 5. Подрезание поверхности детали в углах «колодцев»

На ускоренных режимах при чистовой обработке съем материала достигал 4 мм при высоте обрабатываемых ребер от 10 до 90 мм. Поэтому фреза отгибается от вертикали в тех местах, где высота ребра достигает значительной величины, что и приводит к возникновению необработанных зон у основания ребра. Та-

кой результат подтверждает некорректность постановки задачи формообразования по первому условию (отсутствие решения задачи) [2]. Для перехода к корректной постановке задачи необходимо в процесс формообразования внести изменения. Возможны следующие варианты для уменьшения деформации фрезы: понижение скорости подачи, уменьшение длины инструмента, увеличение диаметра инструмента, уменьшение съема материала на чистовых операциях. Вариант с понижением скорости подач приводит к увеличению технологического времени, что противоречит главному условию поставленной задачи. Увеличение диаметра фрезы не представляется возможным по причине подрезания контура детали в отдельных местах такой фрезой. В данной ситуации приемлемым оказался вариант уменьшения длины инструмента при выполнении окончательного фрезерования ребер и колодцев (рис. 6). Это обеспечило изготовление серийной детали (кронштейн 148.00.1001.003.000) на модернизированном оборудовании с выполнением всех условий контрольно-измерительных операций БТК цеха и уменьшением трудоемкости в 2,5 раза по сравнению с исходной.

Для выполнения основной задачи модернизации, уменьшения трудоемкости в 3 раза, необходимо увеличение скорости обработки, но для этого нужно уменьшить толщину съема материала на чистовых операциях до 1,5 – 2,0 мм, что означает внесение существенных изменений в текст УП на завершающих этапах обработки. Таким образом, для достижения главной цели модернизации необходимо внесение некоторых изменений в постановку задачи.



Рис. 6. Изготовленный серийный кронштейн 148.00.1001.003.000

Дальнейшее увеличение рабочих подач при формообразовании возможно при существенном росте оборотов шпинделя, что позволит реализовать переход на высокоскоростную обработку. В этом случае, как и абзацем выше, постановку задачи также придется изменить, поскольку технология высокоскоростной обработки в значительной мере требует коррекции режимных параметров инструментального хозяйства, что приводит к необходимости разработки изменённой модели процесса формообразования в виде УП.

Список литературы

1. Раисов, Ю.А. Реализация S-образных законов управления скоростью подачи в устройстве ЧПУ АВИ.04 [Текст] / Ю.А. Раисов, И.В. Бычков, Н.И. Бычков // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті.– Х.: УкрДАЗТ.– №1, 2010.– С. 8-11.
2. Мялица, А.К. Корректные и некорректные постановки задач формообразования [Текст] / А. К. Мялица, Е. Н. Бут, И.В. Бычков // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-т им. Н.Е. Жуковского "ХАИ". – Вып. 39. –Х.,2008.– С. 6–13.
3. Бычков, И.В. Информационное сопровождение технологической подготовки производства на машиностроительных предприятиях [Текст] / И.В. Бычков, Ю.В. Ващук// Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-т им. Н.Е. Жуковского "ХАИ". – Вып. 21. –Х., 2003. - С. 35 - 46.
4. Бычков, И. В. Пути сокращения времени освоения технологии выпуска новых изделий в серийном производстве [Текст] / И. В. Бычков, С. М. Иванов, Н. А. Лысых // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-т им. Н.Е. Жуковского "ХАИ". – Вып. 23. –Х., 2004. – С 36 – 47.

Рецензент: д-р техн. наук, доц. Сорокин В.Ф.,
ХНАДУ, Харьков.

Поступила в редакцию 04.05.11

Розв'язання прямої задачі формоутворення на устаткуванні з ЧПК в умовах авіаційного підприємства

Наведено результати експлуатації устаткування з ЧПК після модернізації. Збільшення швидкостей подаць дозволило скоротити трудомісткість механічної обробки в 2.5 - 3 рази. Показано необхідність коректної постановки задачі формоутворення серійних деталей; перевірку дотримання її умов повинні здійснювати інженерні служби підприємства в процесі виконання технологічної підготовки виробництва.

Ключові слова: контурна швидкість, інформаційна система.

Decision of direct task of shapeformation on an equipment with CNC in the conditions of aviation enterprise

Results of exploitation of equipment with CNC shown after implementation of modernization. The increase of speeds of serves allowed to shorten time of moving away of material in 2.5 - 3 times. The necessity of the correct raising of task of shapeformation is shown for serial details in to the workshop.

Keywords: contour speed, informative system