

УДК 621.91

Л.В. Седых, доцент,

М.Г. Наумова, ст. преподаватель

Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»,

Ленинский пр., 4, г. Москва, РФ, 119049

lvsedykh@mail.ru

РАЗРАБОТКА НОВОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «ФЛАНЕЦ» НА СТАНКАХ С ЧПУ

В работе описаны преимущества, основным из которых является время обработки. С внедрением модернизированного технологического процесса, время, затрачиваемое на изготовление одной детали, сокращается более чем в четыре раза. Следует так же отметить, что сокращение времени никак не связано, с повышением затрат денежных средств, наоборот, учитывая то, что отпала необходимость в использовании дорогостоящей оснастки, происходит снижение себестоимости продукции.

Ключевые слова: технологический процесс, станок с ЧПУ, САМ система Edgcam, программа.

Введение. Машиностроение представляет собой одну из наиболее важных отраслей народного хозяйства, которая определяет возможность развития других отраслей. Одним из значимых факторов технического прогресса в машиностроении, как и в других отраслях, является совершенствование технологии производства. Особенность современного производства — применение новых конструкционных материалов. Обработка этих материалов требует совершенствования существующих технологических процессов и создания новых методов, основанных на совмещении механического и электрофизикохимического воздействия. Механическая обработка или обработка резанием имеет достаточно высокую производительность и отличается исключительной точностью. Необходимо также учитывать универсальность и гибкость обработки резанием, обеспечивающие ее преимущество перед другими методами формообразованиями, особенно в единичном и мелкосерийном производствах.

Для того, чтобы решить все поставленные задачи, связанные с обработкой детали, необходимо разработать технологический процесс ее изготовления. Эти задачи вытекают из необходимости обеспечить выпуск изделий в определённом производственной программой количестве, в заданные сроки и при наименьшей себестоимости. Так, при освоении нового изделия отрабатывают конструкцию изделия на технологичность, а затем разрабатывают технологический процесс изготовления деталей и сборки изделия. При этом приходится решать и смежные технологические задачи, связанные с выбором исходных заготовок, термической обработкой заготовок на разных этапах технологического процесса и т.д.

Любой технологический процесс неоднозначен. Разработчик процесса, анализируя многие факторы, приходит в итоге к определённому технологическому решению.

Целью данной статьи является разработка нового технологического процесса изготовления детали «Фланец» с применением современного прогрессивного оборудования.

Для достижения вышеуказанной цели были поставлены следующие задачи:

- Разработать технические условия для изготовления данной детали.
- Спроектировать 3D модель фланца в системе 3D проектирования Autodesk Inventor Professional [1].
- Спроектировать модель обработки детали в САМ системе Edgcam [2].
- Разработать маршрутную карту изготовления фланца.
- Создать программу обработки детали в кодах для станка с ЧПУ.
- Рассмотреть преимущества нового технологического процесса над существующим.

Результатом данного проектирования является возможность внедрения нового технологического процесса в производство детали фланец.

Основное содержание работы.

Разработка технических условий (ТУ) для изготовления детали «Фланец» (рисунок 1).

Технологический процесс изготовления фланца должен обеспечить:

- 1) ТУ №1: допустимое отклонение от точности положения четырех отверстий $\varnothing 4,5H9^{(+0,03)}$ к базовым размерам окна Б и В не более 0,06 мм;
- 2) ТУ №2: допустимое отклонение от точности положения четырех отверстий $\varnothing 5,3H14^{(+0,3)}$ к базовым размерам окна Б и В не более 0,06 мм;
- 3) ТУ №3: допустимое отклонение от точности положения четырех отверстий $\varnothing 9H9^{(+0,036)}$ к базовым размерам окна Б и В не более 0,06 мм;

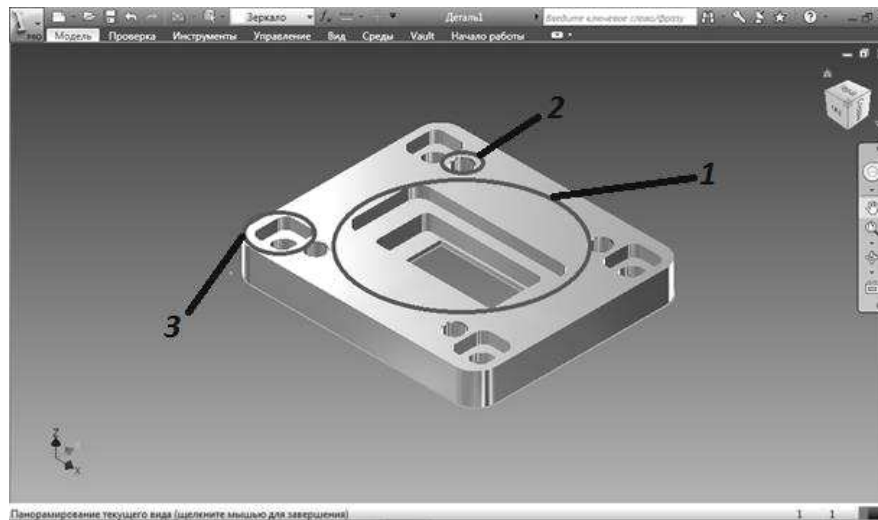


Рисунок 2 – 3D модель фланца: 1 – канал-волновод; 2 – четыре отверстия $\varnothing 4,5$; 3 – четыре отверстия $\varnothing 5,3$

Разработка маршрута технологического процесса обработки детали. Маршрутные карты выполнены по стандарту предприятия СТП.ТС0.040.003-2006 «Система технологической документации» (рисунок 3, рисунок 4) [3].

РД-11-040.019-83 ФОРМА-5Б			
ЦЕХОВАЯ	Фланец		8 6
Фланец		ТС7.110.243	ТС7.110.243МК
В	3584-----14-----	ФРЕЗЕРНАЯ 2	
Г1	ТС0.056.755ТК		
Г2	ИОТ-Э-180-2010		
Г2	ИОТ-БМО-022-2002		
Г2	ИОТ-БМО-013-98		
Д	Станок универсально-фрезерный ОФ55,675 или подобного типа		
Ж	Фрезеровать последовательно 4 паз 9 ^{+0,22} *8,2 ^{+0,22} *R2 на глубину 3 ^{+0,25} , выдерживая расположение относительно прямоугольного окна согласно чертежу		
Т3	Фреза концевая $\varnothing 4$ мм		
Т4	Тиски станочные		
Т4	Оправка 222.792 (База: прямоугольное окно)		
Т7	Калибр пазовый 9Н13 ^(+0,22) Н530.898-03		
Т7	Калибр пазовый 8,2Н13 ^(+0,22) Н530.898-04		
Т7	Калибр комплексный на расположение 532.120		
Т7	Индикатор ИЧ10 кл.1 ГОСТ 577-88		
Ж	Фрезеровать плоскость со стороны прямоугольного паза, выдерживая размеры 3 ^{+0,25} , 8 ^{+0,22} , допуск плоскостности 0,04 мм и толщина дна должна оставаться 1,1 мин		
Г	Головка фрезерная 173.000		
Т3	Тиски станочные		
Т4	Микрометр МК-25-1 ГОСТ 6507-90		
Т7	Индикатор ИЧ10 кл.1 ГОСТ 577-88		
Т7	Приспособление контроля допуска плоскостности 558.075		
Т7	Фрезеровать паз 29,7 ^{+0,052} *13,8 ^{+0,043} *R2,0,1, выдерживая размер 1 ^{+0,04}		
Ж	Фреза концевая $\varnothing 2,75$ мм Н105.195-28		
Т3	Тиски станочные		
Т4	Калибр пазовый 28,7Н9 ^(+0,052) Н530.852-13		
Т7	Индикатор ИЧ10 кл.1 ГОСТ 577-88		
МК		Маршрутная карта	

Рисунок 3 — Пример маршрутной карты старого технологического процесса производства детали «Фланец» с использованием универсального оборудования

РД 11 040.019-83 ФОРМА 5Б			
Фланец		7	3
Фланец		ТС7.110.243	ТС7.110.243МК
В	3588	10	ФРЕЗЕРНАЯ
Г ₁	ТС0.056.755ТК		
Г ₂	ИОТ-Э-180-2010		
Г ₂	ИОТ-БМО-022-2002		
Г ₂	ИОТ-БМО-163-2001		
Д	Горизонтально-фрезерный обрабатывающий центр HAAS 400		
Ж	Фрезеровать первую плоскость, выдерживая толщину 9,5 ^{+0,2} (размер технологический)		
Т ₃	Фреза торцевая Sandvik Ø 40 мм		
Т ₄	Цанговый патрон Evermore BT 40 ER32-60		
Т ₄	Тиски станочные		
Т ₇	Индикатор ИЧ10 кл. 1 ГОСТ577-88		
Ж	Просверлить последовательно восемь отверстий Ø 4 ^{+0,1} мм (размер технологический) согласно чертежу для последующей чистовой обработки		
Т ₃	Сверло Ø 4 мм		
Т ₄	Патрон сверлильный Evermore BT 40 KPU13		
Т ₇	Калибр пробка Ø 4 ^{+0,1} мм из набора		
Ж	Фрезеровать предварительно наружный контур и две выборки		
Т ₃	Фреза концевая Sandvik Ø 10 мм		
Т ₄	Цанговый патрон Evermore BT 40 ER32-60		
Т ₄	Тиски станочные		
Ж	Фрезеровать наружный контур 53 ^{+0,05} * 62 ^{+0,05} * R5 (размер технологический), фрезеровать последовательно четыре паза 9 ^{+0,22} * 8,2 ^{+0,22} * R2 на глубину 3 ^{+0,25} , фрезеровать последовательно четыре отверстия Ø 5,3 H14 ^{+0,3} , фрезеровать последовательно четыре отверстия Ø 4,5 H9 ^{+0,03} , фрезеровать две выборки: 19 ^{+0,052} * 39 ^{+0,062} * R5 * 3 ^{+0,1} и 13,8 ^{+0,043} * 29,7 ^{+0,052} * R2 выдерживая размер 1 ^{+0,04} согласно чертежу		
Т ₃	Фреза концевая Sandvik Ø 14 мм		
Т ₄	Цанговый патрон Evermore BT 40 ER32-60		

Рисунок 4 — Пример маршрутной карты нового технологического процесса производства детали «Фланец» с использованием оборудования с ЧПУ

Программа обработки детали в кодах для станка с ЧПУ HAAS VF-1.

При написании программы (рисунок 5) использовалось «Основы программирования станков HAAS с ЧПУ управлением» [4].

O0001(FLANEC 243 1-СТОРОНА) буква O и до четырех цифр задают номер программы
 (СТАНОК – HAAS VF-1) в скобках комментарии для пояснения программы
 (НАЗВАНИЕ ДЕТАЛИ - FLANEC 243 1-СТОРОНА)
 (ВРЕМЯ - 7.726 MINUT)
 N5 T01(FREZA 40) номер инструмента, который будет вызван при следующей смене инструмента
 N6 D01 используется для выбора диаметра инструмента, использующийся для компенсации резания
 N7 M06(СМЕНА ИНСТРУМЕНТА) смена инструмента
 N8 G54 G90 G40 G49 M3 S5000 абсолютное позиционирование, номер нулевой точки, отмена коррекции инструмента, отмена компенсации на длину инструмента, включение вращения шпинделя по часовой стрелке с заданными оборотами
 N9 G0 X-57.452 Y20.0 ускоренное перемещение по XY
 N10 G43 Z5.1 H01 T02 компенсация на длину №1 позиционирование по Z, номер инструмента, который будет вызван при следующей смене инструмента
 N11 M8 включение подачи СОЖ
 N12 G1 Z0.1 F250.0 линейная интерполяция по оси Z с заданной подачей
 N13 X-32.452 F500.0 интерполяция по оси X с заданной подачей
 N14 X32.452 интерполяция по оси X
 N15 G2 X39.952 Y12.5 R7.5 круговая интерполяция по часовой стрелке
 N16 G1 Y-0.453 интерполяция по оси Y

Рисунок 5 — Пример части УП обработки детали в кодах для станка с ЧПУ HAAS VF-1

Описание преимуществ нового технологического процесса над существующим. Описание нового технологического процесса стоит начать с самого большого преимущества, которое дает этот процесс – это время, которое затрачивается на изготовление детали «Фланец». В таблицах 1 и 2 показано время, необходимое на изготовление детали с применением имеющего технологического процесса и модернизированного.

Таблица 1 — Время, затраченное на изготовление одной детали «Фланец» при использовании старого технологического процесса с применением универсального оборудования.

№ операции	Название операции	Норма времени, необходимая на изготовление одной детали, ч
1	2	3
1	Входной контроль	–
2	Заготовительная	0,0192
3	Обезжиривание в трихлорэтилене	0,0045
4	Отжиг в водороде	0,04
5	Штамповочная	0,015
6	Обезжиривание в трихлорэтилене	0,0045
7	Контроль	0,055
8	Слесарная 1	0,0648
9	Фрезерная 1	1,08
10	Слесарная 2	0,2648
11	Координатно-расточная	0,585
12	Слесарная 3	0,10625
13	Обезжиривание в трихлорэтилене	0,07083
14	Фрезерная 2	3,06
15	Слесарная 4	0,69637
16	Обезжиривание в трихлорэтилене	0,00722
17	Контроль	0,24
18	Химическая очистка	0,00995
19	Контроль	0,000995
Общее время, ч		6,324415

Выделенные строки показывают операции, которые были заменены на операции осуществляемые на станке с ЧПУ.

Таблица 2 — Время, затраченное на изготовление одной детали «Фланец» при использовании нового технологического процесса с применением оборудования с ЧПУ.

№ операции	Название операции	Норма времени, необходимая на изготовление одной детали, ч
1	Входной контроль	–
2	Заготовительная	0,0192
3	Обезжиривание в трихлорэтилене	0,0045
4	Отжиг в водороде	0,04
5	Штамповочная	0,0052
6	Обезжиривание в трихлорэтилене	0,0045
7	Контроль	0,025
8	Фрезерная 1	0,063
9	Слесарная 1	0,13
10	Фрезерная 2	0,1288
11	Фрезерная 3	0,0393
12	Слесарная 2	0,2535
13	Обезжиривание в трихлорэтилене	0,07083
14	Контроль	0,24
15	Электроискровая обработка непрофилированным электродом инструментом	0,3561
16	Контроль	0,085
17	Химическая очистка	0,00995
18	Контроль	0,000995
Общее время, ч		1,475875

Выделенные строки показывают операции осуществляемые на станке с ЧПУ, которые заменили «универсальные» операции.

Как видно из приведенных таблиц 1 и 2, время на изготовление одной детали с использованием станка с ЧПУ занимает в 4,3 раза меньше времени, чем изготовление такой же детали при использовании универсального оборудования. В первую очередь это связано с переводом особо сложных и длительных по времени фрезерных операций на оборудование с ЧПУ.

При изготовлении детали с использованием универсального оборудования дается очень большой припуск на чистовую вырубку с использованием прессы Faintool. Полоса режется на заготовки размером 82 x 73 мм, это 20 мм на размер, учитывая габариты детали это довольно большой припуск. В то время как на дальнейшую фрезерную обработку достаточно будет заготовки размером 62 x 71 мм. Иными словами помимо времени, происходит экономия материала, то есть из того же объема материала можно получить большее количество готовых изделий, что является очень актуальным при сложившихся рыночных отношениях.

Так же при штамповке используется очень дорогостоящий и сложный по своему исполнению штамп чистовой вырубки, который, сможет изготовить далеко не каждый специалист и, учитывая годовой объем производства, применение подобного штампа совершенно не рентабельно. Помимо штампа при изготовлении детали на универсальном оборудовании используется большое количество всевозможной оснастки, изготовление которой значительно увеличивает себестоимость самой детали.

Естественно при использовании оборудования с ЧПУ повышается и точность изготовления детали, так как точность перестала зависеть от внимательности и самочувствия человека работающего за станком.

К основным преимуществам следует отнести и то, что мы перестаем зависеть от человеческого фактора. С использованием обрабатывающих центров с ЧПУ нам становится неважен навык человека, как фрезеровщика или токаря. То есть руководству теперь не нужно искать хорошего специалиста такой дефицитной, на сегодняшний день, станочной профессии.

Выводы. В данной работе был спроектирован новый технологический процесс изготовления фланца с применением современного оборудования с ЧПУ. Были разработаны технические условия для изготовления данной детали. Так же разработана 3D модель фланца в системе 3D проектирования Autodesk Inventor Professional, спроектирована модель изготовления детали в САМ системе Edgcam, разработана маршрутная карта изготовления фланца, создана программа обработки детали в кодах для станка с ЧПУ и описаны преимущества нового технологического процесса над существующим. Так же по разработанному технологическому процессу была изготовлена деталь «Фланец» для прибора клистрон.

Перспективы дальнейших исследований в данной области. Повышение эффективности современного машиностроительного производства на основе комплексной механизации и автоматизации технологических процессов означает широкое применение гибких производственных систем, в том числе станков с числовым программным управлением (ЧПУ), робототехнических комплексов и другого основного и вспомогательного технологического оборудования, управляемого от ЭВМ, обеспечивающих автоматизацию механической обработки.

Библиографический список использованной литературы

- 1 Учебное пособие по работе в системе проектирования Autodesk Inventor. — М: 2010.
- 2 Руководство для работы в САМ системе Edgcam. Getting Started with EdgeCAM.
- 3 СТП.ТС0.040.003-2006. Система технологической документации.
- 4 Учебное пособие по программированию. Основы программирования станков HAAS с ЧПУ управлением.

Поступила в редакцию 20.01.2014 г.

Сєдих Л.В., Наумова М.Г. Розробка нового технологічного процесу виготовлення деталі "Фланець" на верстатах з ЧПК

У роботі описані переваги, основним з яких є час обробки. З впровадженням модернізованого технологічного процесу, час, що витрачається на виготовлення однієї деталі, скорочується більш ніж в чотири рази. Слід так само відзначити, що скорочення часу ніяк не пов'язана, з підвищенням витрат грошових коштів, навпаки, враховуючи те, що відпала необхідність у використанні дорогої оснащення, відбувається зниження собівартості продукції.

Ключові слова: технологічний процес, верстат з ЧПК, САМ система Edgcam, програми.

Sedykh L.V., Naymova M.G. Development of a new technological process details «Flange» on CNC

This work describes the advantages, the main one of which is time. With introduction of the modernized technological process, the time required to produce one detail, is reduced by more than four times. It should also be noted that reduction of time isn't connected with the higher cost of funds, on the contrary, considering that need for use of expensive equipment disappeared, there is a decrease in production costs.

Keywords: technological process, CNC machine, CAM system Edgcam, program.