

**ОПИСАНИЕ
ИЗОБРЕТЕНИЯ
К ПАТЕНТУ**
(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) **ВУ** (11) **20356**

(13) **С1**

(46) **2016.08.30**

(51) МПК

В 23В 1/00 (2006.01)

В 23В 11/00 (2006.01)

(54) **СПОСОБ ОБРАБОТКИ ЗАГОТОВОК НА ТОКАРНОМ СТАНКЕ С
ЧИСЛОВЫМ ПРОГРАММНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ**

(21) Номер заявки: а 20121865

(22) 2012.12.28

(43) 2014.08.30

(71) Заявитель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(72) Автор: Каштальян Иван Алексеевич (ВУ)

(73) Патентообладатель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(56) КАШТАЛЬЯН И.А. Автоматизация и современные технологии. - 2006. - № 6. - С. 18-24.

ВУ 6148 С1, 2004.

RU 2008109406 А, 2009.

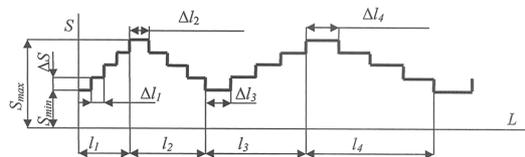
RU 100933 U1, 2011.

CN 202571344 U, 2012.

JPS 60127909 А, 1985.

(57)

Способ обработки заготовок на токарном станке с числовым программным управлением, при котором резец подают с осциллирующим изменением скорости, причем изменение скорости осуществляют в пределах ее пиковых значений S_{\max} и S_{\min} приращениями, величина которых ΔS кратна дискретности подачи скорости на станке, длину перемещения резца Δl между приращениями скорости подачи резца выбирают исходя из условия кратности дискретности перемещения резца по рабочей координате, причем после достижения скорости подачи резца, равной одному из ее пиковых значений S_{\max} или S_{\min} , резец перемещают вдоль обрабатываемой поверхности с постоянной скоростью на участке, длина которого кратна Δl и составляет $k\Delta l$, причем целочисленный коэффициент k выбирается исходя из технологических условий обработки, после обработки указанного участка скорость подачи резца изменяют приращениями на ΔS при обработке участков, длина которых кратна Δl , до тех пор, пока скорость подачи резца не станет равной одному из ее пиковых значений.



Изобретение относится к обработке металлов резанием и, в частности, к обработке заготовок на токарных станках с числовым программным управлением (ЧПУ).

Известен способ обработки на токарном станке с числовым программным управлением, заключающийся в замене постоянной подачи переменной, осциллирующей подачей,

которая периодически плавно увеличивается от некоторой минимальной величины до максимальной, затем плавно уменьшается до первоначального значения [1].

Недостатком данного способа является то, что периодическое изменение скорости подачи между ее пиковыми значениями осуществляется в функции времени (в координатах подача - время). Это затрудняет определение текущих значений параметров шероховатости, волнистости и микротвердости поверхности, обработанной с осциллирующей подачей, так как по существующим методикам их измерение осуществляется в функции пути (в координатах подача - длина перемещения). В системах адаптивного управления, регулирующих качество поверхности при осциллирующем изменении подачи, этот недостаток проявляется в уменьшении их быстродействия (необходимо время для формирования управляющего воздействия в функции времени по результатам оценки параметров качества поверхности, представленных в функции пути).

Прототипом является способ обработки заготовок на токарном станке с числовым программным управлением, заключающийся в замене постоянной подачи резца переменной, осциллирующей подачей, которую между ее пиковыми значениями изменяют приращениями, величиной кратной дискретности задания скорости подачи на станке, причем длину перемещения резца между приращениями подачи выбирают кратной дискретности перемещения резца по управляемой при обработке с осциллирующей подачей координате [2].

Недостатком способа-прототипа является постоянная частота изменения подачи между ее пиковыми значениями (постоянная длина пути разгона замедления) при отработке кадра управляющей программы. Этот недостаток при осуществлении на станке вибрационного резания в отдельных случаях приводит к совпадению частоты осцилляции подачи с частотой автоколебаний, в результате чего вибрации не гасятся, а, наоборот, увеличиваются, т.е. возникает явление резонанса.

Задачей, решаемой изобретением, является уменьшение вероятности появления явления резонанса при обработке с осциллирующей подачей.

Поставленная задача достигается тем, что при обработке заготовок на токарном станке с числовым программным управлением резец подают с осциллирующим изменением скорости, причем изменение скорости осуществляют в пределах ее пиковых значений приращениями, величина которых кратна дискретности подачи скорости на станке, длину перемещения резца между приращениями скорости подачи резца выбирают исходя из условия кратности дискретности перемещения резца по рабочей координате, причем после каждого приращения скорости подачи резца длину перемещения резца увеличивают на величину, кратную дискретности перемещения резца по рабочей координате.

Сущность изобретения поясняется диаграммой изменения подачи, представленной на фигуре.

Осциллирующее изменение подачи заключается в периодическом ее увеличении от S_{\min} до S_{\max} , с последующим снижением до первоначального значения. Подача между ее пиковыми значениями изменяется приращениями на величину ΔS по мере обработки участков между этими приращениями определенной длины. Для этого устройство ЧПУ периодически реализует зависимости $S_{\max} = S_{\min} + n_s \Delta S$ и $S_{\min} = S_{\max} - n_s \Delta S$, где n_s - число приращений скорости подачи при ее изменении от S_{\min} до S_{\max} . Фактически реализуется циклический процесс изменения подачи между ее пиковыми значениями. В первом цикле изменение подачи (разгон от S_{\min} до S_{\max}) осуществляется приращениями на величину ΔS по мере обработки участков заготовки Δl_1 между этими приращениями. Длина пути разгона при этом определяется из выражения $l_1 = n_s \Delta l_1$. Во втором цикле изменение подачи (замедление от S_{\max} до S_{\min}) длину участка заготовки между приращениями подачи, принятую в первом цикле, увеличивают на величину $\Delta l'$, кратную дискретности перемещения по управляемой при обработке заготовки координате, т.е. $\Delta l_2 = \Delta l_1 + \Delta l'$. Тогда длина пути замедления в этом цикле увеличится и может быть определена по следующей зависимости

$l_2 = n_s \Delta l_2 = n_s(\Delta l_1 + \Delta l')$. Значения Δl_3 и l_3 в третьем цикле изменения подачи (разгон от S_{\min} до S_{\max}) соответственно могут быть определены из выражений: $\Delta l_3 = \Delta l_1 + 2\Delta l'$; $l_3 = n_s(\Delta l_1 + 2\Delta l')$. Такой процесс наращивания в каждом цикле разгона (замедления) длины участка пути перемещения резца между приращениями подачи на величину $\Delta l'$ будет осуществляться до конца отработки кадра управляющей программы.

Значение ΔS выбирается кратным дискретности задания подачи на станке с ЧПУ (максимальному значению скорости подачи, которое может быть задано в управляющей программе и отработано приводом подачи). Значения Δl_1 и $\Delta l'$ принимаются кратными дискретности перемещения (длине перемещения исполнительного органа станка при подаче устройством ЧПУ одного импульса). Для современных станков с ЧПУ минимальное значение ΔS равно 0,1 мм/мин, а минимальные значения Δl_1 и $\Delta l'$ могут быть приняты 0,001 мм.

В кадре управляющей программы совместно с другой геометрической и технологической информацией задаются значения S_{\min} , n_s , ΔS , Δl_1 , $\Delta l'$. Параметры (S_{\min} , ΔS , n_s , Δl_1 , $\Delta l'$), характеризуют режим перемещения режущего инструмента вдоль обрабатываемой поверхности заготовки (детали) в процессе ее формообразования (обработки) с осциллирующей подачей. Фактически эти параметры определяют последовательность действий над обрабатываемой заготовкой. Они являются управляемыми и характеризуют закон изменения подачи при обработке участка поверхности, длина которого задана в управляющей программе. Этот закон определяется математической моделью и алгоритмом управления.

Отработка кадра управляющей программы, в которой заданы параметры осциллирующего изменения подачи, начинается с перемещения резца вдоль обрабатываемой заготовки, совершающей главное движение резания (вращение) со скоростью подачи S_{\min} . Когда резец переместится на длину Δl_1 , скорость подачи увеличивается на величину ΔS . Вследствие этого, следующий (второй) участок заготовки длиной Δl_1 , будет обрабатываться со скоростью подачи равной $S_{\min} + \Delta S$. После завершения обработки этого (второго) участка поверхности длиной Δl_1 , подача в очередной раз увеличивается на величину ΔS и становится равной $S_{\min} + 2\Delta S$. Очередной участок заготовки длиной Δl_1 , обрабатывается с подачей, равной $S_{\min} + 3\Delta S$. Такое дискретное увеличение скорости подач резца вдоль обрабатываемой поверхности заготовки на величину ΔS по мере обработки участков заготовки длиной Δl_1 , осуществляется до тех пор, пока не будет обработан участок поверхности заготовки длиной $l_1 = n_s \Delta l_1$, где n_s - число приращений подачи на участке поверхности длиной Δl_1 . Скорость подачи при этом увеличивается от S_{\min} до S_{\max} (режим разгона). Далее на участке поверхности заготовки длиной $l_2 = n_s \Delta l_2 = n_s(\Delta l_1 + \Delta l')$ резец относительно заготовки перемещается с замедлением (скорость подачи дискретно уменьшается на величину ΔS по мере обработки участков заготовки длиной $\Delta l_2 = \Delta l_1 + \Delta l'$ от S_{\max} до S_{\min}). Очередное увеличение скорости перемещения резца относительно заготовки от S_{\min} до S_{\max} также осуществляется приращениями величиной ΔS , но длина участка поверхности заготовки между приращениями Δl_3 по сравнению с Δl_2 на этот раз больше на величину $\Delta l'$, т.е. $\Delta l_3 = \Delta l_1 + 2\Delta l'$. Вследствие этого длина l_3 перемещения резца относительно заготовки, на котором подача дискретно изменяется от S_{\min} до S_{\max} , увеличиться и будет равна $l_3 = n_s \Delta l_3 = n_s(\Delta l_1 + 2\Delta l')$. Очередной цикл дискретного изменения подач от S_{\max} до S_{\min} будет реализован на участке поверхности заготовки еще большей длины $l_4 = n_s \Delta l_4 = n_s(\Delta l_1 + 3\Delta l')$. Процесс наращивания в каждом цикле разгона (замедления) длины участка поверхности заготовки между приращениями подачи на величину $\Delta l'$ позволяет увеличивать длину поверхности заготовки, на которой скорость подачи изменяется между ее пиковыми значениями S_{\min} , S_{\max} . В результате, время разгона (замедления) по мере перемещения резца вдоль обрабатываемой поверхности заготовки возрастает, что исключает

ВУ 20356 С1 2016.08.30

возможность совпадения частоты осцилляции подачи (частоты изменения подачи между ее пиковыми значениями) с частотой автоколебаний, возникающих в процессе резания (исключается явление резонанса).

Периодическое изменение скорости подачи резца (осцилляция) вдоль обрабатываемой поверхности заготовки между ее пиковыми значениями (S_{\min} , S_{\max}) с дискретностью ΔS , осуществляется на всей длине поверхности заготовки, обрабатываемой с осциллирующей подачей (пока резец не выйдет в точку, координаты которой заданы в кадре управляющей программе).

Замена постоянной подачи переменной, осциллирующей подачей (в соответствии с заявленным способом), позволяет повысить устойчивость технологической системы к автоколебаниям при обработке нежестких заготовок на токарных станках с ЧПУ

Источники информации:

1. Подураев В.Н. Автоматически регулируемые и комбинированные процессы резания. - М.: Машиностроение, 1978. - С. 228-233.
2. Каштальян И.А. Математические модели и алгоритмы управления нестационарными процессами формообразования на станках с ЧПУ // Автоматизация и современные технологии. - 2006. - № 6. - С. 18-24.