

**ОПИСАНИЕ
ИЗОБРЕТЕНИЯ
К ПАТЕНТУ**
(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) **ВУ** (11) **20357**

(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 20130020

(22) 2013.01.09

(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.

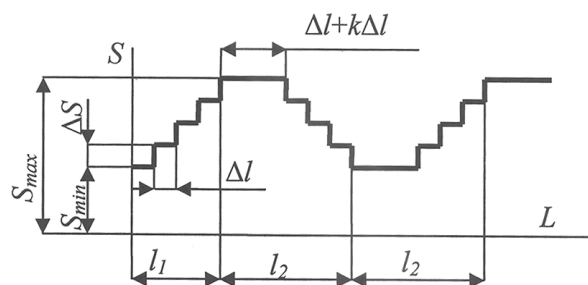
RU 100933 U1, 2011.

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 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.



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

Известен способ обработки заготовок на токарном станке с числовым программным управлением, заключающийся в замене постоянной подачи резца переменной, осциллирующей подачей, которая периодически плавно увеличивается от некоторой минимальной величины до максимальной, затем плавно уменьшается до первоначального значения [1].

ВУ 20357 С1 2016.08.30

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 резкий (практически мгновенный) переход с режима разгона в режим замедления (и наоборот) при осцилляции подачи. Время такого перехода определяется отношением длины перемещения между приращениями подачи к максимальному (минимальному) значению скорости подачи. Например, если длина перемещения между приращениями подачи равна 0,1 мм, а скорость подачи 120 мм/мин, то это время равно 0,05 с. Данный недостаток приводит к повышенным динамическим нагрузкам при осуществлении на станке вибрационного резания.

Задачей, решаемой изобретением, является снижение динамических нагрузок при обработке с осциллирующей подачей.

Поставленная задача достигается тем, что 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 ΔS при обработке участков, длина которых кратна Δl , до тех пор, пока скорость подачи резца не станет равной одному из ее пиковых значений.

Сущность изобретения поясняется диаграммой изменения подачи, представленной на фигуре.

Осциллирующее изменение скорости 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 Δl между этими приращениями. Для этого устройство ЧПУ поочередно 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} . Первый разгон (изменение подачи от S_{\min} до S_{\max}) осуществляется на участке длиной $l_1 = n_s \Delta l$; значение ΔS выбирается кратным дискретности задания подачи на станке с ЧПУ (минимальному значению скорости подачи, которое может быть задано в управляющей программе и отработано приводом подачи); Δl принимается кратной дискретности перемещения (длине перемещения исполнительного органа станка при подаче от устройства ЧПУ одного импульса). После

первого разгона и всех последующих разгонов (замедлений) пиковые значения подачи $S_{\max}(S_{\min})$ сохраняют постоянными по величине на участке пути, длина которого соответствует сумме $\Delta l + k\Delta l$, где k - целое число (коэффициент кратности). При этом длина пути разгона (замедления) l_2 определяется по следующей зависимости: $l_2 = \Delta l(n_s + k)$. Такое периодическое изменение подачи между ее пиковыми значениями с сохранением максимального (минимального) значения скорости подачи на время отработки заданного числа дискрет, соответствующего сумме $\Delta l + k\Delta l$, продолжается до конца отработки кадра управляющей программы.

В кадре управляющей программы совместно с другой геометрической и технологической информацией задаются значения параметров S_{\min} , $n_s\Delta S$, Δl , k . Параметры (S_{\min} , ΔS , n_s , Δl , k), 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.

Для современных станков с ЧПУ минимальное значение ΔS равно 0,1 мм/мин, а минимальное значение Δl равно 0,001 мм (соответствует перемещению исполнительного органа станка при отработке приводом подачи одного импульса от устройства ЧПУ).

Отработка кадра управляющей программы, в котором заданы параметры осциллирующего изменения подачи, начинается с перемещения резца вдоль обрабатываемой поверхности заготовки, совершающей главное движение резания (вращение), со скоростью подачи S_{\min} . Когда резец переместится на длину Δl , скорость подачи увеличивается на величину ΔS . Вследствие этого, следующий (второй) участок заготовки длиной Δl будет обрабатываться со скоростью подачи, равной $S_{\min} + \Delta S$. После завершения обработки этого (второго) участка поверхности длиной Δl подача в очередной раз увеличивается на величину ΔS и становится равной $S_{\min} + 2\Delta S$. Очередной участок заготовки длиной Δl 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 осуществляется до тех пор, пока не будет обработан участок поверхности заготовки длиной l_1 (скорость подачи при этом достигнет величины S_{\max}). Далее резец с постоянной скоростью подачи S_{\max} перемещается вдоль обрабатываемой поверхности на участке, длина которого задается кратной длине участка Δl . Коэффициент кратности k выбирается исходя из технологических условий обработки резанием (обрабатываемого материала, режимов резания, жесткости технологической системы и др.). Например, если $k = 4$, то длина обработки поверхности заготовки с постоянной подачей S_{\max} будет равна $5 \Delta l$. После обработки участка поверхности длина которого кратна Δl , скорость подачи 5 уменьшается на величину ΔS и становится равной $S_{\max} - \Delta S$. С этой скоростью подачи обрабатывается очередной участок заготовки длиной Δl . Такое дискретное уменьшение скорости подачи резца вдоль обрабатываемой поверхности заготовки на величину ΔS по мере обработки участков заготовки длиной Δl осуществляется до тех пор, пока она не станет равной S_{\min} .

Периодическое изменение скорости подачи (осцилляция) резца 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 ав-

ВУ 20357 С1 2016.08.30

токолебаниям при обработке нежестких заготовок на токарных станках с ЧПУ и снизить динамические нагрузки на элементы технологической системы при точении.

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 сЧПУ // Автоматизация и современные технологии. - 2006. - № 6. - С. 18-24.