

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 21958

(13) С1

(46) 2018.06.30

(51) МПК

*B 23B 1/00* (2006.01)

*B 23B 5/44* (2006.01)

(54) **СПОСОБ ТОЧЕНИЯ ИЗ ЗАГОТОВКИ НЕКРУГЛОГО ВАЛА С СЕЧЕНИЕМ В ВИДЕ РАВНОМЕРНО РАСПОЛОЖЕННЫХ ПО ОКРУЖНОСТИ ВЫСТУПОВ**

(21) Номер заявки: а 20160229

(22) 2016.06.17

(43) 2018.02.28

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

(72) Авторы: Данилов Александр Алексеевич; Данилов Виктор Алексеевич (ВУ)

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

(56) SU 1623839 A1, 1991.

BY 4541 U, 2008.

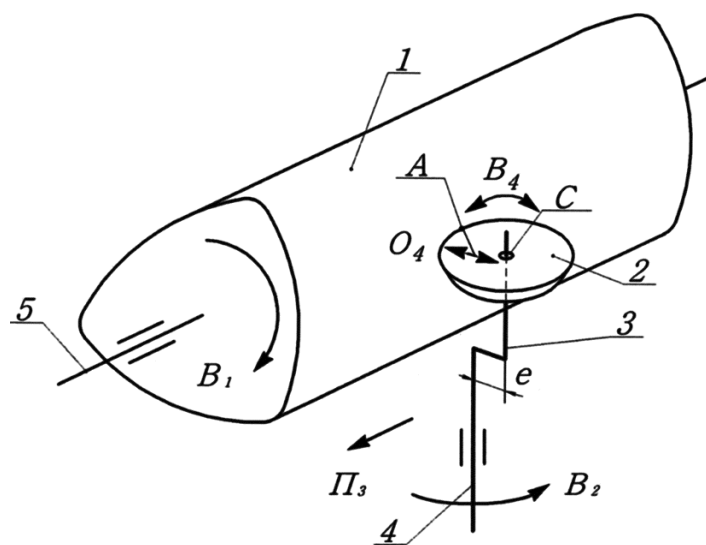
SU 460943, 1975.

SU 1126375, 1984.

RU 2463129 C1, 2012.

(57)

Способ точения из заготовки некруглого вала с сечением в виде равномерно расположенных по окружности выступов, при котором используют круглый резец, который устанавливают на оси, совпадающей с его геометрической осью, сообщают вращение заготовке, сообщают круглому резцу движение подачи вдоль заготовки и принудительное вращение вокруг оси, расположенной на расстоянии от его геометрической оси, равном половине высоты выступа некруглого вала, причем частоту вращения заготовки согласуют с частотой вращения круглого резца в соответствии с числом и формой выступов, отличающийся тем, что круглый резец устанавливают на оси с возможностью свободного вращения.



Фиг. 1

ВУ 21958 С1 2018.06.30

Изобретение относится к области обработки материалов резанием и найдет применение при изготовлении некруглых деталей с сечением в виде равномерно расположенных по окружности выступов, например валов профильных моментопередающих соединений.

Известен способ точения из заготовки некруглого вала с сечением в виде равномерно расположенных по окружности выступов, по которому заготовке сообщают вращение со скоростью резания, а резцу - движение подачи вдоль заготовки и возвратно-поступательное движение в плоскости ее вращения посредством кривошипного механизма с частотой, большей частоты вращения заготовки в число раз, равное количеству выступов у некруглого вала [1].

Недостатком известного способа является относительно низкая производительность из-за возвратно-поступательного движения поперечного суппорта станка, несущего резец, что обуславливает значительные инерционные нагрузки и связанные с ними неудовлетворительные условия работы станка и не позволяет вести обработку с высокой скоростью резания. Наличие возвратно-поступательного движения отрицательно влияет также на точность обработанной поверхности.

Известен способ точения из заготовки некруглого вала с сечением в виде равномерно расположенных по окружности выступов, по которому заготовке сообщают вращение со скоростью резания, а резцу - движение подачи вдоль образующей некруглой поверхности и возвратно-поступательное (осциллирующее) движение в плоскости вращения заготовки, осуществляемое посредством копира [2].

Недостатком этого способа обработки является сложность реализации из-за необходимости применения копировального устройства для сообщения резцу возвратно-поступательного движения, наличие которого, как и в предыдущем случае, отрицательно влияет на производительность и точность обработки.

Известен также принятый за прототип способ точения из заготовки некруглого вала с сечением в виде равномерно расположенных по окружности выступов, при котором используют круглый резец, который устанавливают на оси, совпадающей с его геометрической осью, сообщают вращение заготовке, сообщают круглому резцу движение подачи вдоль заготовки и принудительное вращение вокруг оси, расположенной на расстоянии от его геометрической оси, равном половине высоты выступа некруглого вала, причем частоту вращения заготовки согласуют с частотой вращения круглого резца в соответствии с числом и формой выступов [3].

Недостатком этого способа является то, что скорость скольжения круглого резца относительно заготовки больше ее окружной скорости, что создает неудовлетворительные условия резания и отрицательно влияет на производительность обработки. Этот недостаток обусловлен тем, что скорость относительного перемещения режущей кромки круглого резца и заготовки при обработке известным способом зависит не только от частоты вращения заготовки, как при обычном точении, но и от частоты вращения круглого резца, которая больше частоты вращения заготовки в число раз, равное количеству выступов у некруглого вала. Поэтому резание происходит при скорости скольжения режущей кромки резца относительно заготовки, значительно превышающей ее окружную скорость, что при заданной скорости резания ограничивает частоту вращения заготовки и, соответственно, снижает производительность обработки.

Из-за возрастания (по сравнению с обычным точением) скорости скольжения режущей кромки резца относительно заготовки требуется уменьшать частоту вращения заготовки, чтобы скорость их относительного скольжения не превышала допустимую скорость резания. Из-за этого снижается производительность обработки. Отмеченный недостаток проявляется в большей мере с увеличением числа выступов некруглого вала и радиуса резца.

Следует отметить также, что из-за большей в несколько раз угловой скорости круглого резца по сравнению с угловой скоростью заготовки, стружка сходит под небольшим

углом к передней поверхности резца, что ухудшает условия резания и также отрицательно влияет на производительность обработки.

Задачей настоящего изобретения является устранение отмеченного недостатка способа прототипа, т.е. повышение производительности обработки.

Указанная задача решается за счет того, что по предлагаемому способу точения из заготовки некруглого вала с сечением в виде равномерно расположенных по окружности выступов используют круглый резец, который устанавливают на оси, совпадающей с его геометрической осью, сообщают вращение заготовке, сообщают круглому резцу движение подачи вдоль заготовки и принудительное вращение вокруг оси, расположенной на расстоянии от его геометрической оси, равном половине высоты выступа некруглого вала, причем частоту вращения заготовки согласуют с частотой вращения круглого резца в соответствии с числом и формой выступов, а круглый резец устанавливают на оси с возможностью свободного вращения.

Предлагаемый способ отличается от известного тем, что круглый резец устанавливают на оси с возможностью свободного вращения.

Отличительный признак предлагаемого способа обеспечивает получение технического результата в виде уменьшения скорости скольжения режущей кромки круглого резца относительно заготовки, что позволяет повысить производительность обработки при заданной скорости резания.

На фиг. 1 изображена кинематическая схема точения из заготовки некруглого вала с сечением в виде равномерно расположенных по окружности выступов; на фиг. 2 - схема образования профиля некруглого вала.

Некруглый вал 1 (фиг. 1), имеющий  $m$  равномерно расположенных по окружности выступов высотой  $h$  над вписанной в его поперечное сечение окружностью радиусом  $r$ , обрабатывают из заготовки круглым резцом 2 с замкнутой режущей кромкой в виде окружности, центр  $C$  которой совмещают с осью 3, совпадающей с геометрической осью круглого резца 2. Круглый резец 2 устанавливают на оси 3 с возможностью свободного вращения  $V_4$  вокруг нее. Ось 3 жестко связана с осью 4, поэтому при сообщении последней вращения  $V_2$  круглый резец 2 получает принудительное вращение. Расстояние  $e$  между осями 3 и 4 задают в 2 раза меньше выступа  $h$ .

В процессе обработки заготовке некруглого вала 1 сообщают вращение  $V_1$  с частотой  $n_1$  вокруг ее геометрической оси 5, а круглому резцу 2 - движение подачи  $P_3$  параллельно этой оси при обработке вала с цилиндрической некруглой поверхностью или под углом к этой оси при обработке вала с конической некруглой поверхностью. Одновременно оси 4, несущей ось 3 с круглым резцом 2, сообщают вращение  $V_2$  с частотой  $n_2$ , согласованное с вращением  $V_1$  заготовки, при этом отношение частот  $n_2$  и  $n_1$  вращательных движений  $V_2$  и  $V_1$  задают в соответствии с числом  $m$  и формой выступов вала:  $n_2/n_1 = m$  при обработке вала с прямыми выступами и  $n_2/n_1 \neq m$  при обработке вала с винтовыми выступами.

Центр  $C$  окружности, ограничивающей режущую кромку круглого резца 2, вращаясь совместно с осью 4, движется по окружности радиусом, равным  $e$ , вследствие чего точка  $A$  режущей кромки, формирующей обработанную поверхность некруглого вала, совершает гармоническое возвратно-поступательное движение  $O_4$  перпендикулярно оси 5 с амплитудой, равной  $h$ . В результате сочетания движений  $V_1$  и  $O_4$  формируется синусоидальный профиль обработанной поверхности вала с равномерно расположенными по окружности выступами высотой  $h$ .

Благодаря установке резца 2 на оси 3 с возможностью свободного вращения  $V_4$  вокруг своей геометрической оси, скорость резания определяется преимущественно частотой вращения заготовки и практически не зависит от числа выступов вала. Это позволяет по сравнению с известным способом при заданной скорости резания увеличить частоту вращения заготовки и благодаря этому повысить производительность обработки.

# ВУ 21958 С1 2018.06.30

Производительность обработки предлагаемым способом повышается по сравнению с известным в

$$\sqrt{1 + \left(m \frac{R + e}{r}\right)^2} \text{ раз,} \quad (1)$$

где  $m$  - число выступов;  $R$  - радиус круглого резца;  $r$  - радиус вписанной в синусоидальную поверхность окружности;  $e$  - расстояние между осями 3 и 4 свободного и принудительного вращения круглого резца.

Зависимость (1) получена следующим образом. Скорость  $v$  скольжения режущей кромки вращающегося круглого резца 2 относительно заготовки при обработке известным способом равна геометрической сумме окружной скорости заготовки  $v_1$  и окружной скорости резца  $v_2$  в точке А контакта режущей кромки резца с формируемой поверхностью. Указанные скорости определяются по формулам:

$$v_1 = 2\pi n_1 r; \quad (2)$$

$$v_2 = 2\pi(R + e)n_2; \quad (3)$$

следовательно,

$$v = \sqrt{v_1^2 + v_2^2} \quad (4)$$

или, учитывая зависимости (2) и (3) и то, что  $n_2 = mn_1$ ,

$$v = 2\pi n_1 \sqrt{r^2 + (m(R + e))^2}. \quad (5)$$

В соответствии с уравнением (5) частота вращения заготовки при обработке вала известным способом составляет

$$n_1 = \frac{v}{2\pi \sqrt{r^2 + (m(R + e))^2}}. \quad (6)$$

При обработке же предлагаемым способом частота вращения заготовки  $n_1^*$  согласно зависимости (2)

$$n_1^* = \frac{v}{2\pi r}. \quad (7)$$

Так как при точении с заданной подачей технологическая производительность пропорциональна частоте вращения заготовки, то отношение производительностей сравниваемых способов равно отношению соответствующих частот вращения заготовки:

$$\frac{Q^*}{Q} = \frac{n_1^*}{n_1}, \quad (8)$$

где  $Q^*$  - производительность предлагаемого способа;  $Q$  - производительность известного способа.

С учетом зависимостей (6) и (7)

$$\frac{Q^*}{Q} = \sqrt{1 + \left(m \frac{R + e}{r}\right)^2}. \quad (9)$$

Следовательно, производительность предлагаемого способа больше, чем известного в

$$\sqrt{1 + \left(m \frac{R + e}{r}\right)^2} \text{ раз.}$$

## Пример.

Сравним производительности предлагаемого и известного способов точения некруглого вала с равномерно расположенными по окружности выступами при следующих условиях:

параметры обрабатываемого вала: число выступов  $m = 3$ ; радиус вписанной в его сечение окружности  $r = 30$  мм;

# ВУ 21958 С1 2018.06.30

параметры круглого резца: радиус режущей кромки  $R = 25$  мм;  
расстояние между осями свободного и принудительного вращения круглого резца  
 $e = 1,5$  мм;

скорость резания и подача круглого резца за один оборот заготовки в обоих случаях одинаковые.

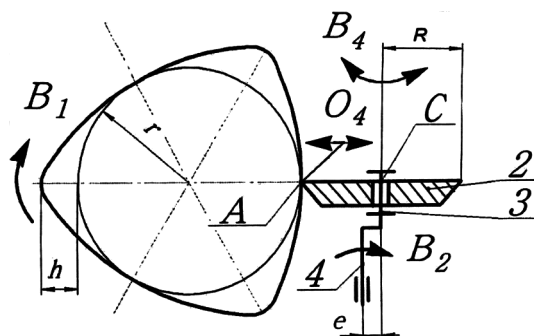
При указанных условиях в соответствии с формулой (9) отношение производительностей предлагаемого и известного способов обработки составляет

$$\frac{Q^*}{Q} = \sqrt{1 + \left(3 \frac{25 + 1,5}{30}\right)^2} = 2,83.$$

Таким образом, при указанных условиях производительность предлагаемого способа точения синусоидальной поверхности в 2,83 раза выше известного.

Источники информации:

1. Патент США 3302498, НКИ 82-18, 1971.
2. Патент РФ 2280539, МПК<sup>7</sup> В 23В 5/44, 2006.
3. А.с. СССР 982845, МПК<sup>3</sup> В 23В 1/00, 1982.



Фиг. 2