

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 19193

(13) С1

(46) 2015.06.30

(51) МПК

B 23B 25/02 (2006.01)

(54) **СПОСОБ ОБРАБОТКИ РЕЗАНИЕМ С КИНЕМАТИЧЕСКИМ
ДРОБЛЕНИЕМ СТРУЖКИ ЗАГОТОВКИ ИЗ ВЯЗКОГО МЕТАЛЛА
ИЛИ СПЛАВА**

(21) Номер заявки: а 20111660

(22) 2011.12.06

(43) 2013.08.30

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

(72) Авторы: Молочко Владимир Иванович; Данильчик Сергей Сергеевич (ВУ)

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

(56) SU 1351718 A1, 1987.

SU 1291288 A1, 1987.

SU 1763091 A1, 1992.

SU 1450905 A1, 1989.

SU 123011, 1959.

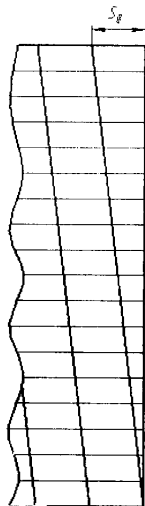
(57)

Способ обработки резанием с кинематическим дроблением стружки заготовки из вязкого металла или сплава, при котором инструменту сообщают постоянную подачу на оборот обрабатываемой заготовки S_0 , одновременно инструмент подвергают негармоническим колебаниям с амплитудой от $0,525S_0$ до $0,65S_0$ и длительностью цикла меньше длительности одного оборота обрабатываемой заготовки путем врезания инструмента в обрабатываемую заготовку в течение периода длительностью a и отвода инструмента от обрабатываемой заготовки в течение периода длительностью b , при этом значение частоты негармонических колебаний f определяют из выражения:

$$f = 0,005\pi d_{\max} \xi_l,$$

где d_{\max} - максимальный диаметр обрабатываемой заготовки,

ξ_l - коэффициент продольной усадки стружки материала обрабатываемой заготовки,



Фиг. 1

полученное значение f раскладывают на целую N и дробную P части и определяют длительность периода a из выражения: $a = \frac{1-P}{f}$, а длительность периода b из выражения:

$$b = \frac{P}{f},$$

причем если полученное значение P лежит в интервале от 0 до 0,13, то для определения длительности периодов a и b значение P назначают из интервала от 0,14 до 0,25, а если полученное значение P лежит в интервале от 0,26 до 0,74, то значение P назначают из интервала от 0,75 до 0,86.

Изобретение относится к металлообработке и может быть использовано при резании вязких металлов и сплавов на токарном и другом металлорежущем оборудовании.

Известен способ кинематического дробления стружки [1] (прототип), заключающийся в том, что инструменту сообщают постоянную подачу и дополнительные негармонические колебания, включающие врезание в заготовку и отвод, время которого устанавливают равным времени одного оборота заготовки, причем время врезания устанавливают равным $1/3 \dots 1/6$ оборота заготовки, а размах колебаний Δ инструмента - по соотношению $\Delta = CS_0$, где $C = 1,2 \dots 1,3$, а S_0 - подача на оборот.

Недостатком прототипа является большая длительность c цикла колебаний инструмента, которая в долях оборота заготовки больше длительности одного оборота шпинделя станка ($c > 1$), так как выражается суммой $c = a + b = \frac{1}{3} \dots \frac{1}{6} + 1 = 1 \frac{1}{3} \dots 1 \frac{1}{6}$ оборота. Соответственно, частота негармонических колебаний f , равная $f = 1/c$, в этом случае будет меньше единицы ($f < 1$).

Поскольку длина перерезаемых элементов непрерывной (сливной) стружки $l_{стр}$ в соответствии с формулой

$$l_{стр} = \pi c d \xi_l \quad (1)$$

прямо пропорциональна длительности c цикла колебаний и диаметру d обрабатываемой поверхности, то при циклах $c > 1$ длина $l_{стр}$ при обработке деталей типа ступиц, барабанов, дисков, т.е. деталей с увеличенным диаметром обработки d ($d \geq 150$ мм), даже с учетом ее продольной усадки ξ_l (укорочения по длине) становится больше допустимых размеров ($l_{стр}$). Это приводит к снижению эффективности дробления стружки, так как удлиненные стружечные элементы начинают вести себя как сливная стружка, т.е. наматываются на деталь, инструмент и другие выступающие части технологической оснастки, ухудшая наблюдение за процессом резания и затрудняя тем самым управление станком, что требует дополнительных затрат времени станочника на периодическую очистку инструмента и детали от намотавшихся клубков стружки. Необходимость постоянного наблюдения за процессом резания снижает возможность многостаночного обслуживания одним станочником, существенно затрудняет работу автооператоров и других средств механизации, автоматизации и роботизации процессов механообработки на металлорежущих станках.

Задача изобретения - повышение эффективности дробления стружки при резании деталей с увеличенным диаметром обработки при сохранении качества обработки.

Поставленная задача решается за счет предлагаемого способа обработки резанием с кинематическим дроблением стружки заготовки из вязкого металла или сплава, при котором инструменту сообщают постоянную подачу на оборот обрабатываемой заготовки S_0 , одновременно инструмент подвергают негармоническим колебаниям с амплитудой от $0,525S_0$ до $0,65S_0$ и длительностью цикла меньше длительности одного оборота обрабатываемой заготовки путем врезания инструмента в обрабатываемую заготовку в течение периода длительностью a и отвода инструмента от обрабатываемой заготовки в течение

ВУ 19193 С1 2015.06.30

периода длительностью b , при этом значение частоты негармонических колебаний f определяют из выражения

$$f = 0,005\pi d_{\max}\xi_l,$$

где d_{\max} - максимальный диаметр обрабатываемой заготовки,

ξ_l - коэффициент продольной усадки стружки материала обрабатываемой заготовки, полученное значение f раскладывают на целую N и дробную P части и определяют длительность периода a из выражения: $a = \frac{1-P}{f}$, а длительность периода b из выражения:

$b = \frac{P}{f}$, причем если полученное значение P лежит в интервале от 0 до 0,13, то для определения длительности периодов a и b значение P назначают из интервала от 0,14 до 0,25, а если полученное значение P лежит в интервале от 0,26 до 0,74, то значение P назначают из интервала от 0,75 до 0,86.

При резании с наложением колебаний инструмента с частотой $f > 1$ прерывание непрерывной стружки на отдельные элементы может быть достигнуто при использовании увеличенных амплитуд A колебаний при любом значении f , не равном целому числу. Однако наименьшая амплитуда A , необходимая для достижения эффекта дробления стружки, а следовательно, наилучшие параметры обработки по величине гребешков шероховатости и максимальной силе сопротивления резанию будут иметь место тогда, когда число P будет равно некоторому оптимальному значению, при котором периоды врезания a и отвода b инструмента будут находиться в противофазе. В этом случае пики максимумов врезания и отвода инструмента при каждом цикле колебаний будут встречаться, т.е. будут находиться на одной горизонтальной линии напротив друг друга, благодаря чему теоретически необходимая для разделения стружки на отдельные элементы амплитуда колебаний A уменьшится до своего минимально возможного значения, равного $A_{\min} = 0,5S_0$.

При негармонических циклах колебаний, длительность которых больше длительности одного оборота заготовки, т.е. при $c > 1$ и $f < 1$ (как в прототипе), встреча пиков максимумов врезания и отвода инструмента, а следовательно, возможность использования теоретически минимального значения $A = 0,5S_0$ достигались только при периоде отвода, равном по длительности целому обороту заготовки (при $b = 1$), что неприемлемо из-за большой длины отрезаемых стружечных элементов.

Проведенный нами анализ показал, что при негармонических циклах колебаний инструмента, по длительности меньших времени одного оборота заготовки, т.е. при $c > 1$ и $f < 1$, встречи максимумов врезания и отвода инструментов также могут быть достигнуты, причем при любом значении дробной части P , если относительную долю периода отвода b' в цикле c принять равной этому числу P , т.е. при соблюдении условия

$$b' = \frac{b}{c} = bf = P. \quad (2)$$

При известном значении b' относительная доля врезания a' равна

$$a' = \frac{a}{c} = af = 1 - b' = 1 - P. \quad (3)$$

Соотношения 2 и 3 дают общие условия построения цикла негармонических колебаний, поскольку из них следует, что периоды отвода b и врезания a инструмента в долях оборота заготовки равны

$$b = Pc = \frac{P}{f}, \quad (4)$$

$$a = (1 - P)c = \frac{1 - P}{f}. \quad (5)$$

Для оценки численных значений параметров c , f и целой части N числа f исходят из следующих соображений.

Как уже указывалось, длительность с цикла колебаний инструмента определяет длину $l_{\text{стр}}$ отрезаемых стружечных элементов. Практика механообработки показывает, что не только длинная, но и слишком мелкая дробленая стружка также не удобна в работе, так как она попадает внутрь зажимных патронов, в щели подвижных соединений систем механизации, автоматизации и роботизации станочного оборудования, что требует постоянного наблюдения и вмешательства оператора-станочника. Наилучшие условия эксплуатации токарного оборудования имеют место тогда, когда отрезаемые стружечные элементы с учетом их возможного завивания в спираль находятся в диапазоне 100...200 мм. Исходя из этого, приемлемый коридор значений c находится в соответствии с формулой 1

в пределах $c_{\min} \dots c_{\max} = \frac{100}{\pi d \xi_1} \dots \frac{200}{\pi d \xi_1}$; следовательно, рекомендуемый ряд значений частоты f негармонических колебаний инструмента будет определяться диапазоном

$$f_{\min} \dots f_{\max} = \frac{1}{c_{\max}} \dots \frac{1}{c_{\min}} = (0,005 \dots 0,01) \pi d \xi_1. \quad (6)$$

При уточненном выборе частоты колебаний целесообразно исходить из максимально допустимой длины стружки $[l_{\text{стр}}]_{\max} = 200$ мм, получаемой на максимальном диаметре обработки d_{\max} , поскольку при многопроходном точении диаметр обрабатываемой поверхности уменьшается, что, соответственно, приведет к уменьшению длин срезаемых элементов стружки. К тому же при обработке на диаметральных уровнях, меньших d_{\max} , длина отрезаемых элементов стружки при неизменной частоте вращения шпинделя $n_{\text{шп}}$ будет пропорционально меньшей $[l_{\text{стр}}]_{\max}$. Следовательно, исходное значение частоты колебаний f должно определяться формулой:

$$f_{\min} = 0,005 \pi d_{\max} \xi_1 = N_{\min} + P_{\min}, \quad (7)$$

где N_{\min} и P_{\min} - целая и дробная части числа f_{\min} .

В случае получения неблагоприятного значения числа P_{\min} целая часть N_{\min} может быть откорректирована в сторону увеличения на одну единицу, при этом число P_{\min} также корректируется до достижения своего оптимального значения, которое определяется исходя из оценки текущего расстояния δ между траекториями резца на соседних оборотах заготовки. Очевидно, что δ - это переменная величина, изменяющаяся от 0 до некоторого максимального значения δ_{\max} , которое в зависимости от принятого соотношения между периодами врезания a и отвода b будет выражаться либо формулой

$$\delta_{\max} S_0 (1 + Ca/b) \quad (8)$$

для циклов, у которых $a < b$, либо формулой

$$\delta_{\max} S_0 (1 + Cb/a) \quad (8a)$$

для циклов, у которых $b < a$.

В формулах 8 и 8a параметр C - это коэффициент увеличения амплитуды A колебаний инструмента сверх его минимального теоретического значения $A_{\min} = 0,5S_0$, принятый в прототипе равным $C = 1,2 \dots 1,3$.

Поскольку от δ_{\max} зависят максимальная высота гребешков шероховатости и максимальная толщина среза, а следовательно, и максимальная величина силы сопротивления резанию, то следует стремиться к уменьшению δ_{\max} , что достигается, в частности, уменьшением отношения короткого плеча в цикле колебаний к длинному. Однако при выборе слишком малых значений a скорость врезания S_a , равная $S_a = S_0 + 2A/a$, может возрасти сверх практически допустимых значений. Аналогично при выборе слишком малых значений b может возрасти сверх практически допустимых значений скорость отвода инструмента, равная $S_b = S_0 - 2A/b$.

Поскольку $P = b' = \frac{b}{c} = \frac{b}{a+b}$, то очевидно, что при малых a значение P близко к единице, а при малых b значение P близко к нулю. Следовательно, значения P в окрестностях,

близких к целым числам N , не могут быть рекомендованы для использования при выборе частоты f колебаний инструмента.

Не может быть рекомендован и диапазон значений P , лежащих в окрестности числа 0,5, так как в соответствии с формулами 2 и 3 длительности периодов врезания a и отвода b будут тогда мало отличаться друг от друга, их отношение $\frac{a}{b} = \frac{a'}{b'} = \frac{1-P}{P}$ будет близко к единице, а величины δ_{\max} в соответствии с формулами 8 и 8а будут близки к своим наибольшим значениям, при которых параметры качества обработки станут наихудшими, а силовые затраты - наибольшими.

Чтобы условия резания по предлагаемому способу были не хуже, чем в прототипе [1], отношение короткого плеча к длинному в цикле негармонических колебаний должно находиться в диапазоне $1/3 \dots 1/6$ (как в прототипе). Тогда для циклов, у которых коротким является период отвода b , отношение $\frac{b}{a} = \frac{P}{1-P} = \frac{1}{6} \dots \frac{1}{3}$, откуда рекомендуемый диапазон

значений P будет равен $P = \frac{1}{7} \dots \frac{1}{4} = 0,14 \dots 0,25$. Для циклов, у которых коротким является

период врезания a , отношение $\frac{a}{b} = \frac{1-P}{P} = \frac{1}{6} \dots \frac{1}{3}$, откуда рекомендуемый диапазон значе-

ний P будет равен $P = \frac{3}{4} \dots \frac{6}{7} = 0,75 \dots 0,86$.

При расчете частоты f_{\min} по формуле 7 и получении неблагоприятных численных значений его дробной части число P следует увеличить до рекомендуемых значений. Так, при получении значений P , лежащих в интервале $0 \dots 0,13$, число P следует увеличить до одного из значений диапазона $P = 0,14 \dots 0,25$, рассматривая как более предпочтительные значения P , расположенные ближе к крайнему минимальному значению $P = 0,14$, так как при этом отношение короткого плеча колебаний к длинному будет меньше; при получении значений числа P в интервале $0,26 \dots 0,74$ его следует увеличить до одного из значений, лежащих в диапазоне $0,75 \dots 0,86$, рассматривая как более предпочтительные значения P , лежащие ближе к крайнему максимальному значению $P = 0,86$, так как именно при таких значениях P отношение короткого плеча колебаний к длинному будет меньше.

При получении числа P в интервале $0,86 \dots 1$ следует увеличить на одну единицу число целых циклов колебаний N и принять одно из значений P , лежащих в интервале $0,14 \dots 0,25$. Во всех случаях увеличенное значение f не должно быть более допустимого значения f_{\max} .

Важное значение для эффективности дробления стружки имеет также реально принятая величина амплитуды A колебаний. Она должна быть больше теоретически минимальной величины $A_{\min} = 0,5S_0$ и определяться из соотношения $A = 0,5CS_0$, где C - коэффициент увеличения амплитуды колебаний, который в зависимости от реальных условий обработки (жесткости инструментальной наладки, наличия зазоров в кинематической цепи, упругости гибких подводных гидрошлангов и других факторов) должен выбираться из диапазона $C = 1,05 \dots 1,3$.

Пример 1.

Необходимо обеспечить дробление стружки при точении заготовки с максимальным обрабатываемым диаметром $d_{\max} = 260$ мм. Материал заготовки - сталь ХВГ, продольная усадка стружки которой $\xi_1 = 0,421$ [2]. Определить необходимую для этого случая обработки структуру (а и b) и продолжительность с цикла, а также частоту f колебаний инструмента.

Решение. Исходя из формулы 7, получим, что $f_{\min} = 0,005 \cdot 3,14 \cdot 260 \cdot 0,421 = 1,71$. Это означает что $N = 1$, а $P = b' = 0,71$. С целью удобства построения схемы резания и уменьшения δ_{\max} увеличим P до значения $P = b' = 0,75$; тогда a' будет равно $a' = 1 - b' = 1 - 0,75 = 0,25$, а отноше-

ВУ 19193 С1 2015.06.30

ние $\frac{a'}{b'} = \frac{0,25}{0,75} = \frac{1}{3}$. Еще лучшие результаты по уменьшению δ_{\max} будут достигнуты, если принять $P = b' = 0,8 = \frac{4}{5}$; тогда a' будет равно $a' = \frac{1}{5}$, а отношение $\frac{a}{b} = \frac{a'}{b'} = \frac{1}{4}$. При принятом последнем значении $P = \frac{4}{5}$ частота колебаний $f = N + P = 1 + \frac{4}{5} = 1\frac{4}{5} = \frac{9}{5}$. Следовательно, длительность цикла колебаний будет равна $c = \frac{1}{f} = \frac{5}{9}$ оборота заготовки, длина стружки $l_{\text{стр}} = \pi d c \xi = 3,14 \cdot 260 \cdot \frac{5}{9} \cdot 0,421 = 190$ мм (находится в диапазоне допускаемых длин срезаемых стружечных элементов), а периоды врезания и отвода инструмента в цикле колебаний соответственно равны $a = a'c = \frac{1}{5} \cdot \frac{5}{9} = \frac{1}{9}$ и $b = b'c = \frac{4}{5} \cdot \frac{5}{9} = \frac{4}{9}$ оборота заготовки.

Сущность изобретения поясняется фигурами, где на фиг. 1 представлена траектория перемещения резца при наличии только одной постоянной подачи на оборот S_0 , на фиг. 2 дана траектория перемещения резца при наличии только одного колебательного движения с рассчитанными в примере 1 параметрами негармонического цикла колебаний ($a = 1/9$, $b = 4/9$, $c = 5/9$, $f = 9/5$ и $\Delta = C \cdot 2A = C \cdot 2 \cdot 0,5 \cdot S_0 = 1,2 \cdot 2 \cdot 0,5 \cdot S_0 = 1,2 \cdot S_0$), на фиг. 3 представлена суммарная траектория движения резца при одновременном осуществлении двух составляющих подачи, показанных на фиг. 1 и 2, а на фиг. 4 - суммарная траектория перемещения резца при наличии движения с постоянной подачей S_0 и негармонического колебательного движения с параметрами цикла колебаний, рассчитанными в примере 2 ($a = 4/11$, $b = 1/11$, $c = 5/11$, $f = 11/5$ и $\Delta = 1,2S_0$).

Для удобства построения графической картины колебательного движения развертку πd (d - диаметр обрабатываемой поверхности заготовки) будем делить на число частей, равное удвоенному значению знаменателя дробной части наименьшего структурного параметра цикла (с целью учета движения на полупериодах этого параметра). В примере 1 наименьшим является период врезания a , равный $\frac{1}{9}$ оборота заготовки. Следовательно, разделим πd горизонтальными линиями на 18 частей, каждая из которых $\frac{\pi d}{18}$. Картина колебаний (фиг. 2) на первом обороте показана жирной линией. Первый участок (отрезок $\overline{1-2}$) на $\frac{1}{18}$ части развёртки представляет собой полупериод врезания на величину, равную амплитуде колебаний A . Второй участок, составляющий $\frac{8}{18} = \frac{4}{9}$ оборота заготовки (отрезок $\overline{2-3}$), представляет собой полный период отвода на величину $2A$. Третий участок, составляющий $\frac{2}{18} = \frac{1}{9}$ оборота заготовки (отрезок $\overline{3-4}$), - это полный период врезания на величину $2A$. Отрезок $\overline{4-5}$ - это часть ($\frac{7}{18}$ оборота) периода отвода заготовки, приходящаяся на первый оборот.

Второй оборот на фиг. 2 показан штриховой линией. Отрезок $\overline{5-6}$ на $\frac{1}{18}$ оборота - это окончание периода отвода на величину $2A$. Как видно из схемы, точка 6 максимума отвода на втором обороте оказалась на одной горизонтальной линии с максимумом вреза-

ния (точкой 2) на первом обороте. Последний отрезок $\overline{6-7}$ на $\frac{2}{18} = \frac{1}{9}$ оборота заготовки - полный период врезания на величину $2A$, а отрезок $\overline{7,8}$ на $\frac{8}{18} = \frac{4}{9}$ оборота заготовки - полный период отвода на величину $2A$, причем точка 8 максимума отвода на втором обороте снова оказалась против точки 4 максимума врезания на первом обороте. Отрезок $\overline{8-9}$ - это полный период врезания на $\frac{1}{9}$, а отрезок $\overline{9-10}$ на $\frac{5}{18}$ части оборота - это часть периода отвода, приходящаяся на второй оборот.

Третий оборот заготовки показан на фиг. 2 штрихпунктирной линией. Отрезок $\overline{10-11}$ на $\frac{3}{18}$ оборота заготовки - это окончание периода отвода, начатое в конце второго оборота заготовки. Пик данного максимума отвода (точка 11) оказался на одной горизонтальной линии с максимумом врезания (точкой 7) на втором обороте. Отрезок $\overline{11-12}$ - полный период врезания на $\frac{1}{9}$ оборота, а отрезок $\overline{12-13}$ - полный период отвода на $\frac{4}{9}$ оборота заготовки; и в данном случае пик отвода (точка 13) на третьем обороте оказался на одной линии с пиком врезания (точка 9) на втором обороте. Отрезок $\overline{13-14}$ - это полный период врезания, а отрезок $\overline{14-15}$ - часть ($\frac{3}{18}$ оборота заготовки) периода отвода. Анализ картины колебаний на последующих оборотах (на фиг. 2 не показаны) подтверждает закономерность встреч максимумов врезания и отвода на соседних оборотах заготовки, если выбор численных значений параметров f , c , a и b произведен в соответствии с установленными нами формулами и правилами.

На фиг. 3 показана суммарная траектория движения инструмента при сложении рассмотренных на фиг. 1 и 2 составляющих движения - равномерного с оборотной подачей S_0 и негармонического колебательного по закону неравнобедренного треугольника с коэффициентом увеличения амплитуды колебаний $C \approx 1,2$. Заштрихованные участки на протяжении части оборота заготовки, равной $b-a$, представляют собой срезы постоянной толщины $\delta_{\max} = S_0(1 + C \frac{a}{b})$. В начале и конце среза толщина δ плавно изменяется от 0 до δ_{\max} и от δ_{\max} до 0.

Для условий, принятых в примере 1, $C = 1,2$ и $\frac{a}{b} = 0,25$. Тогда $\delta_{\max} = S_0(1 + 1,2 \cdot 0,25) = 1,3S_0$, что находится в диапазоне значений δ_{\max} , достигаемых при резании по прототипу [1], так как в соответствии с формулой (8) при отношении $\frac{a}{b}$, равно $\frac{1}{6} \dots \frac{1}{3}$ (по данным прототипа), $\delta_{\max} = 1,2 \dots 1,4S_0$.

Пример 2.

Ведется обработка заготовки диаметром $d = 280$ мм из стали 40X, продольная усадка стружки которой равна $\xi_1 = 0,441$ [2]. Определить необходимые для этого случая параметры негармонических колебаний инструмента.

В соответствии с формулой (7) частота колебаний f_{\min} будет равна

$$f_{\min} = 0,005 \cdot 3,14 \cdot 280 \cdot 0,441 = 1,94.$$

Это означает, что $N = 1$, а $P = 0,94$. С целью достижения оптимальных условий дробления стружки и удобства построения схемы резания увеличим на одну единицу число N ($N = 2$), а также примем $P = b' = 0,2$; тогда $a' = 1 - P = 0,8$ и отношение $\frac{b}{a} = \frac{b'}{a'} = 0,25$. При новом значении $f = N + P = 2 + 0,2 = 2,2$ структурные параметры цикла колебаний будут

ВУ 19193 С1 2015.06.30

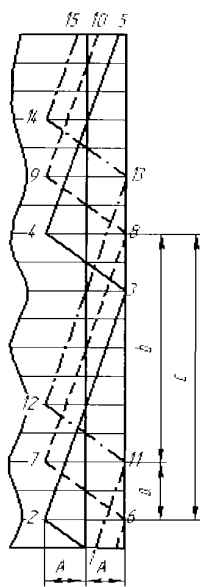
равны $c = \frac{1}{f} = \frac{1}{2,2} = \frac{5}{11}$, период врезания $a = 0,8c = \frac{5 \cdot 4}{11 \cdot 5} = \frac{4}{11}$ и период отвода $b = 0,2c = \frac{1 \cdot 5}{5 \cdot 11} = \frac{1}{11}$ оборота заготовки. В данном случае наименьшим является период отвода $b = \frac{1}{11}$, поэтому развертку πd разделим горизонтальными линиями на 22 равные части.

На фиг. 4 представлена суммарная траектория движения вершинной точки резца по развертке обрабатываемой поверхности πd . Методы построения соответствуют принятым характеристикам резания с наложением негармонических колебаний, при которых $a = 4b$. На первом обороте заготовки на постоянную подачу накладываются два полных цикла колебаний (первый цикл 1, 2, 3, 4 и второй цикл 4, 5, 6, 7), а также часть неполного третьего цикла 7, 8, по длительности составляющая 0,2 полного цикла. На втором обороте на участке 8, 9, 10 заканчивается третий цикл и начинается следующий (четвертый) цикл 10, 11, 12, 13, а затем и пятый цикл 13, 14, 15, окончание которого приходится на третий оборот заготовки. Подобным образом производятся дальнейшие построения. Заштрихованные участки - это срезаемые элементы стружки, имеющие в промежутке $a-b$ оборота заготовки постоянную толщину $\delta_{\max} = S_o(1 + C \frac{a}{b}) = S_o(1 + C \frac{1}{4})$, которая при $C = 1,2$ равна $\delta_{\max} = 1,3S_o$, что также находится в диапазоне значений δ_{\max} , достигаемых в прототипе [1]. При этом длина отрезаемых элементов равна $l_{\text{стр}} = \pi d c \xi = 3,14 \cdot 280 \cdot \frac{5}{11} \cdot 0,441 = 176$ мм (находится в диапазоне допустимых длин стружечных элементов).

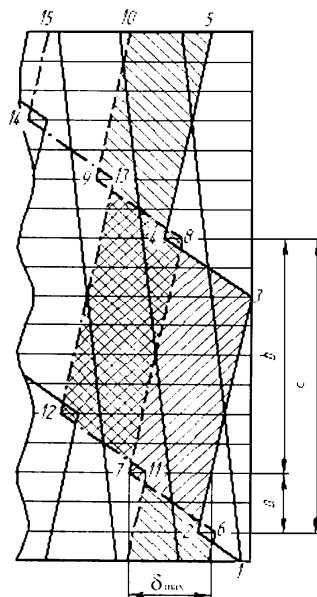
Таким образом при выполнении условий, описанных в предлагаемом изобретении, непрерывная (сливная) стружка, образующаяся при обработке заготовок увеличенного диаметра из вязких металлов и сплавов, будет перерезаться (дробиться) на отдельные стружечные элементы с длиной 100...200 мм, что приемлемо для производства.

Источники информации:

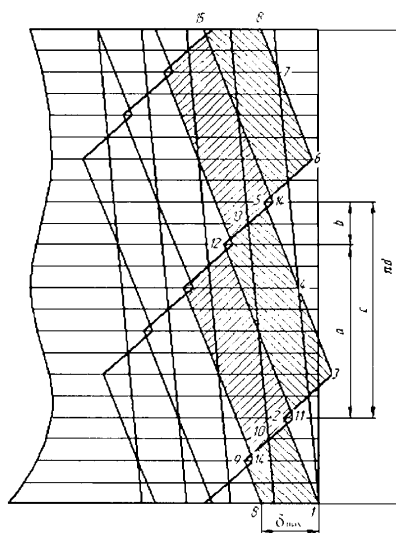
1. А.с. СССР 1351718, МПК В 23В 25/02, 1987.
2. Грановский Г.И., Грановский В.Г. Резание металлов: Учеб. для машиностр. и приборостр. спец. вузов. - М.: Высш. шк., 1985. - 304 с.



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4