



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 51396

(13) A

(51) B 24B1/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВІНАХІДВИДАЄТЬСЯ ПІД
ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ
ВЛАСНИКА
ПАТЕНТУ

(54) СПОСІБ ШЛІФУВАННЯ

1

2

(21) 2002032019

(22) 13 03 2002

(24) 15 11 2002

(46) 15 11 2002, Бюл. №11, 2002р

(72) Матюха Петро Григорович, Полтавець Ва-
лерій Васильович, Стрілков Вадим Борисович

(73) Донецький державний технічний університет

(57) Спосіб шліфування, що включає відповідну
обробку деталі на оптимальних режимах, що ви-
значаються при обробці зразкової деталі, який
відрізняється тим, що подачу на врізання зада-
ють перемінною на кожний прохід, а її величину
знаходять відповідно співвідношенню

$$S_{\text{вр}} = t_{\text{вс}} + \Delta t \cdot \exp(\alpha t_{\text{пр}}),$$

де $t_{\text{вс}}$ - глибина шліфування, яка встановилася при
попередній обробці зразкової деталі за гнучкоюсхемою, що аналогічна за кінематикою жорсткій і
виконується з постійною силою притиску зразка до
робочої поверхні круга, яка забезпечує відсутність
фазово-структурних перетворень в поверхневому
шарі зразка, Δt - амплітуда зменшення глибини шліфування
при попередній обробці деталі за гнучкою схемою
внаслідок погіршення різальної здатності робочої
поверхні, α - емпіричний коефіцієнт, i - номер проходу інструмента з початку роботи
круга після правки, $t_{\text{пр}}$ - час робочого проходу інструмента при обро-
бці деталіВинахід, що пропонується, відноситься до аб-
разивної обробки шліфуванням по жорсткій схемі,
коли подача круга на врізання в оброблювану по-
верхню виконується за допомогою механізму по-
дачіВідомий спосіб шліфування [А С №1763148
АІ В24В 1/00 Спосіб шліфування Авторы П Г
Матюха и В П Цокур Оubl. 23 09 1992 Бюл.
№35], що включає відповідну обробку деталі на
оптимальних режимах, які визначаються при об-
робці зразкової деталі, в якому поперечну пода-
чу(подачу на врізання) задають виходячи із спів-
відношення

$$S_s = \frac{W_{oy}}{T_m S_{ny} 1000 V_{dy}},$$

де W_{oy} - об'єм матеріалу, видаленого шліфу-
ванням із зразкової деталі при попередній обробці
за пружною схемою шліфування на оптимальних
режимах, T_m - час обробки зразкової деталі, S_{ny} - оптимальне значення поздовжньої подачі
при шліфуванні за пружною схемою, V_{dy} - оптимальна швидкість зразкової деталі
при шліфуванні за пружною схемоюНедоліком способу є те, що при невеликій
трудомісткості пошуку оптимальних режимів обро-
бки він обмежений тільки шліфуванням з підтри-
муванням ріжучих можливостей круга за допомо-
гою керуючих дій на робочу поверхню круга(РПК),
що обумовлює неможливість розповсюдження
способу на звичайне шліфування з періодичною
правкоюВідомий спосіб визначення оптимальних ре-
жимах шліфування [Абразивная и алмазная обра-
ботка материалов Справочник /Под ред А Н
Резникова - М. Машиностроение, 1977 - 391с
стр. 170 - 173] (прототип), що включає механічну
обробку зразків згідно з матрицею планування
експериментів, складання систем рівнянь, що опи-
сують технічні обмеження, які накладаються на
режим різання вимогами до деталі, верстату, ін-
струменту(знаходяться експериментальне з вико-
ристанням статистичних методів планування експериментів), математичний опис функції мети,
тобто функції, що виражає мету оптимізації, суміс-
не рішення методом лінійного програмування сис-
тем рівнянь технічних обмежень і функції мети для
визначення оптимальних режимів обробкиНедоліком способу є його висока трудоміст-
кість, що пов'язана з великим обсягом експериме-
нтів для знаходження рівнянь, які описують техніч-
ні обмеження Крім того, в зв'язку із погіршенням

(13) A

(11) 51396

(19) UA

ріжучої здатності (РПК) під час обробки, а разом з цим і зміною технологічних показників в процесі обробки за жорсткою схемою шліфування, визначені режими шліфування не забезпечують максимальної продуктивності обробки, тому що вони орієнтовані на найменшу ріжучу здатність круга (щоб запобігти зміни фазово - структурного складу поверхневого шару)

В основу винаходу поставлена задача вдосконалення способу шліфування, в якому, за рахунок запропонованого способу призначення елементів режиму і визначення їх величини забезпечується підвищення продуктивності обробки та зменшення трудомісткості пошуку оптимальних режимів обробки без погіршення якості приповерхневого шару обробленої поверхні внаслідок того, що запропонований спосіб дозволяє з більшою повнотою, в порівнянні з відомими способами, використати ріжучу здатність круга і зберегти при цьому фазово - структурний склад поверхневого шару без зміни

Поставлена задача вирішується за рахунок того, що у відомому способі шліфування, що включає відповідну обробку деталі на оптимальних режимах, що визначаються при обробці зразкової деталі, згідно винаходу, подачу на врізання задають перемінною на кожний прохід, а її величину знаходять відповідно співвідношенню

$$S_{\text{вп}} = t_{\text{вс}} + \Delta t \cdot \exp(\alpha i \tau_{\text{пр}}),$$

де $t_{\text{вс}}$ - глибина шліфування, що встановилася при попередній обробці зразкової деталі за пружною схемою, що аналогічна за кінематикою жорсткій і виконується з постійною силою притиску зразка до робочої поверхні круга, яка забезпечує відсутність фазово-структурних перетворень в поверхневому шарі зразка,

Δt - амплітуда зменшення глибини шліфування при попередній обробці деталі за пружною схемою внаслідок погіршення ріжучої здатності робочої поверхні,

α - емпіричний коефіцієнт,

i - номер проходу інструмента з початку роботи круга після правки,

$\tau_{\text{пр}}$ - час робочого проходу при обробці деталі

Ознаками, що відрізняють заявлений спосіб шліфування, є наступне

подачу на врізання задають перемінною на кожний прохід,

величину подачі знаходять відповідно співвідношенню

$$S_{\text{вп}} = t_{\text{вс}} + \Delta t \exp(\alpha i \tau_{\text{пр}})$$

де $t_{\text{вс}}$ - глибина шліфування, що встановилася при попередній обробці зразкової деталі за пружною схемою, що аналогічна за кінематикою жорсткій і виконується з постійною силою притиску зразка до робочої поверхні круга, яка забезпечує відсутність фазово - структурних перетворень в поверхневому шарі зразка,

Δt - амплітуда зменшення глибини шліфування при попередній обробці деталі за пружною схемою внаслідок погіршення ріжучої здатності робочої поверхні,

α - емпіричний коефіцієнт,

i - номер проходу інструмента з початку роботи круга після правки,

$\tau_{\text{пр}}$ - час робочого проходу при обробці деталі

В запропонованому способі шліфування під-

вищення продуктивності обробки забезпечується ознаками, що відрізняють заявлений спосіб шліфування

Дійсно, призначення подачі на врізання на кожний прохід (або хід при врізному шліфуванні), дозволяє видаляти оброблюваний матеріал відповідно з ріжучою здатністю РПК в відповідний прохід проміжок часу, що буде сприяти підвищенню продуктивності обробки, а використання пружної схеми зменшує трудомісткість пошуку оптимальних режимів обробки, тому що ця схема забезпечує відсутність фазово - структурних змін в поверхневому шарі деталі, в зв'язку з чим відповідає необхідність в рівняннях технічних обмежень, пов'язаних з якістю обробки

Визначення величини подачі відповідно співвідношенню $S_{\text{вп}} = t_{\text{вс}} + \Delta t \cdot \exp(\alpha i \tau_{\text{пр}})$, гарантує відсутність фазово - структурних змін в поверхневому шарі, тому що сила підтиску зразка до РПК при попередній обробці по пружній схемі для рельєфу, сформованого під час правки, призначається з урахуванням температури фазово - структурних перетворень в поверхневому шарі

Реалізація способу під час плоского врізного плоского шліфування сталі Р6М5Ф3 виконується таким чином

Обладнання плоскошліфувальний верстат моделі 3Г71, модернізований для виконання електроерозійної правки, блок технологічного струму ИТТ-35

Пристрої пристрій для виконання плоского пружного шліфування з постійним притиском зразка до РПК по схемі, кінематика якої аналогічна жорсткій схемі, пристрій для визначення кількості видаленого шліфуванням оброблюваного матеріалу

Інструмент - алмазний круг 2720-0128 ГОСТ 16167-82 АС6-100/80-4-М2-01

Робоче середовище - 0,3%-вий водний розчин кальцієвої соди

Перед початком обробки круг правили електроерозійним способом з підведенням технологічного струму в зону різання від джерела технологічного струму ИТТ-35 на наступних режимах електричних - напруга холостого ходу $U_{\text{хх}} = 60\text{В}$, середня сила току $I_{\text{ср}} = 8 - 10\text{ А}$, механічних - глибина різання $t = 2 - 5\text{мм}$, поперечна подача $S_{\text{п}} = 3\text{мм/хід}$ (ручна), швидкість круга $V_{\text{к}} = 35\text{м/с}$, швидкість електрода $V_{\text{э}} = 6\text{м/хв}$

Для знаходження залежності, яка описує вплив часу обробки на глибину шліфування, обумовлений зміною ріжучої здатності круга, обробку спочатку вели врізним шліфуванням зразка із сталі Р6М5Ф3 на режимах швидкість круга $V_{\text{к}} = 35\text{м/с}$, швидкість поздовжнього ходу стола $V_{\text{см}} = 6\text{м/хв}$, сила підтиску зразка до РПК $P_{\text{н}} = 80\text{ Н}$. Швидкість поздовжнього ходу стола $V_{\text{см}}$ визначалась з умов забезпечення параметру шорсткості обробленої поверхні $R_{\text{а}} = 0,63\text{мкм}$, сила підтиску зразка до РПК $P_{\text{н}}$ - по температурі порогу фазово - структурних перетворень, що для сталі Р6М5Ф3 дорівнює 815 К . Середні значення фактичної глибини шліфування в різні моменти часу обробки приведені в табл 1

Таблиця 1 - Фактична глибина шліфування і 95%-ві довірчі інтервали при попередній обробці

зразків із сталі Р6М5Ф3 кругом 1А1 250 х 76 х 15 х 5 АС6-100/80-4-М2-01

Час шліфування τ , хв	Фактична глибина шліфування t_f , мкм
1	$14,31 \pm 2,78$
5	$9,14 \pm 0,69$
10	$5,09 \pm 0,55$
15	$2,66 \pm 0,55$
30	$0,86 \pm 0,19$
45	$0,68 \pm 0,19$
60	$0,24 \pm 0,19$

Рівняння регресії $t_f - f(\tau)$ для вказаних режимів попередньої обробки, яке одержане по даним табл 1, має вигляд

$$t_f = 0,18 + 14,13 \exp(-0,118 \tau_{\text{пр}})$$

Використовуючи це рівняння для жорсткої схеми шліфування розраховують подачу на врізання $S_{\text{вр}} = t_f$ для i -го проходу, що виконує інструмент після правки, а інші елементи режиму (V_k , $V_{\text{см}}$) переносяться з пружної схеми на жорстку без змін

Час проходу(ходу при врізному плоскому шліфуванні) розраховується по відомим математичним залежностям по розміру деталі, що оброблюється, а також в залежності від виду шліфування, наприклад

плоске врізне шліфування

$$\tau_{\text{пр}} = \frac{(L_d + y + \Delta)}{1000 V_{\text{см}}};$$

плоске шліфування з поперечною подачею

$$\tau_{\text{пр}} = \frac{(L_d + y + \Delta) B_d}{1000 V_{\text{см}} k B_k};$$

кругле зовнішнє і внутрішнє шліфування з поздовжньою подачею

$$\tau_{\text{пр}} = \frac{\pi D_d L_d}{1000 V_{\text{д}} k B_k};$$

В цих формулах

L_d - довжина поверхні, що обробляється, мм,

y - величина врізання, мм,

Δ - величина перебігу, мм,

$V_{\text{см}}$ - швидкість поздовжнього переміщення столу, м/хв,

V_d - швидкість деталі, м/хв,

D_d - діаметр оброблюваної поверхні, мм,

B_d - ширина оброблюваної поверхні, мм,

k - доля висоти круга при визначенні подачі,

B_k - висота шліфувального круга, мм

Визначимо підвищення продуктивності обробки при шліфуванні за новим способом, коли подача на врізання призначається на кожний прохід, а її величина визначається по формулі

$$S_{\text{вр}} = t_{\text{вс}} + \Delta t \exp(\alpha \tau_{\text{пр}})$$

і відомим способом, коли подача призначається на всі проходи однаковою. Умови обробки - плоске алмазне шліфування з поперечною подачею поверхні розміром 390 х 180 мм із сталі Р6М5Ф3 кругом 1А1 250 х 76 х 15 х 5 АС6-100/80-4-М2-01 на наступних режимах $V_k = 35$ м/с, $V_{\text{см}} = 6$ м/хв, $S_{\text{нон}} = 0,8 \times 15 = 12$ мм/хід. Виконується п'ять проходів

Розраховуємо час одного проходу

$$\tau_{\text{пр}} = \frac{(L_d + y + \Delta) B_d}{1000 V_{\text{см}} k B_k} = \frac{(390 + 5 + 5) \cdot 180}{1000 \cdot 6 \cdot 0,8 \cdot 15} = 1 \text{ хв};$$

Визначаємо подачу на врізання для шліфування за відомим способом $S_{\text{вр}} = t_{\text{вс}} + \Delta t \exp(\alpha \tau_{\text{пр}}) = 0,18 + 14,13 \exp(-0,118 \cdot 1) = 8,01 \approx 8$ мкм

Тоді продуктивність обробки за відомим способом

$$P_s = \frac{L_d \cdot B_d \cdot S_{\text{вр}} \cdot i}{i \tau_{\text{пр}}} = \frac{390 \cdot 180 \cdot 0,008 \cdot 5}{5 \cdot 1} = 561 \text{ мм}^3/\text{хв}.$$

Визначимо подачу на врізання для шліфування за запропонованим способом окремо для проходів $i = 1, 2, 3, 4, 5$. Будемо мати $S_{\text{вр}1} = 13$ мкм, $S_{\text{вр}2} = 11$ мкм, $S_{\text{вр}3} = 10$ мкм, $S_{\text{вр}4} = 9$ мкм, $S_{\text{вр}5} = 8$ мкм

Тоді продуктивність обробки

$$P_n = 390 \cdot 180 (0,013 + 0,011 + 0,010 + 0,009 + 0,008)/5 = 716 \text{ мм}^3/\text{хв}$$

Визначимо підвищення продуктивності обробки за 5хв шліфування за запропонованим способом

$$\Delta P = 100 (P_n - P_s)/P_s = 100 (716 - 561)/561 = 27,6\%$$

Запропонований спосіб шліфування може застосовуватись при алмазному і абразивному шліфуванні матеріалів на підприємствах машинобудівного комплексу, забезпечуючи збільшення продуктивності за рахунок більш повного використання ріжучої здатності РПК, та зменшення трудомісткості пошуку оптимальних режимів обробки

ДП «Український інститут промислової власності» (Укрпатент)

вул. Сим'ї Хохлових, 15, м. Київ, 04119, Україна

(044) 456 - 20 - 90

ТОВ «Міжнародний науковий комітет»

вул. Артема, 77, м. Київ, 04050, Україна

(044) 216 - 32 - 71