



УКРАЇНА

(19) UA (11) 79941 (13) C2
(51) МПК (2006)
B23D 61/00МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) ДИСКОВА ПИЛА

1

(21) 20040503991
(22) 25.05.2004
(24) 10.08.2007
(46) 10.08.2007, Бюл. №12, 2007р.
(72) Скочко Євген Вікторович
(73) ЖИТОМИРСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНОЛО-
ГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
(56) US 5477763, 6 В27В 33/02, 26 Dec. 1995
DE 2516137 А1, 2 В23D 61/02, 21 Oct. 1976
US 5832803, 6 В23D 61/12// В27В 33/02, 10 Nov.
1998
US 3945289, 2 В23D 61/06, 23 Mar. 1976
JP 60080518 А, 4 В23D 61/02, 08 May 1985
US 6158324, 7 В23D 57/00, 12 Dec. 2000
US 6276248 В1, 7 В27В 33/02, 21 Aug. 2001
US 20020067963 А1, 6 В23В 27/00// В26D 1/12, 06
Jun. 2002

2

(57) Дискова пила, що виконана з груповим розташуванням різальних і зачисних зубців, які мають симетричну форму, а вершини їх різальних кромок розміщені на уявній опуклій поверхні обертання, яка **відрізняється** тим, що уявна опукла поверхня обертання виконана у вигляді половини торової поверхні, віддаленої від осі інструмента, а кількість груп зубців виконана не більшою чотирьох, причому перші зубці кожної з груп виконано з ввігнутими серединними і опуклими боковими різальними кромками, наступні - з прямолінійними серединними і опуклими чи прямолінійними боковими різальними кромками, а останні - зачисні зубці - з опуклими серединними і прямолінійними боковими різальними кромками.

Винахід відноситься до галузі машинобудування, а саме до різальних інструментів.

Відома дискова пила з симетричними зубцями однакових форми і розмірів [1].

Загальними ознаками винаходу, що заявляється, і відомого інструмента є дискова пила з симетричними зубцями.

Такі пили зрізають широкі (3-12мм) зрізи малої товщини, рівної 0,02-0,1мм, величина яких порівнянна з величиною радіуса заокруглення різальних кромок, що еквівалентно різанню з негативними передніми кутами (незалежно від значень кутів, отриманих при загостренні) зубців. Внаслідок цього, а також через защемлення стружки по ширині прорізаного пазу, виникає невідне різання, яке характеризується суттєвими величинами тисків та значними величинами сил різання. Відомо, що як при загостренні, так і при експлуатації дискових фрез (пил) виникає значне биття зубців, величина якого навіть перевищує середні значення товщин зрізів [2]. Внаслідок цього створюється п'ять видів зубців: переважані, нормального навантаження, тонкоріжучі зубці, ті зубці, що не ріжуть, а тільки труться, та ті, що не дістають до поверхні різання. Відомо також, що радіальне биття розрізняється для двох суміжних та двох протилежних зубців [3]. Найбільш суттєвою причиною останнього є биття оправок пил та непостійних по

колу зазорів між ними й отворами пил, які мають місце як при їх загострюванні, так при експлуатації. Таким чином, в роботі бере участь лише невелика частина зубців дискової пили, які переважно і зношуються.

Недоліком відомої дискової пили є невисока продуктивність обробки деталей та низька стійкість.

Найбільш близьким аналогом інструмента, що заявляється, вибраним як прототип, є дискова пила з груповим розташуванням різальних і зачисних зубців симетричної форми, вершини різальних кромок яких розташовані на горі в'її (в перерізі - дуги кола) поверхні (див. креслення, [4]). Завдяки такому розташуванню вершин різальних кромок, форма зубців, по-перше, наближається до природної рівномірної форми зношування [5], а, по-друге, створюється більший простір - значення довжини кола поперечного перерізу половини торової поверхні в $\pi/2$ рази більше товщини пили - для вільного невзаємодіючого розташування вершин кромок різальних і зачисних зубців з великими значеннями кутів при вершинах, що означає збільшення їх міцності. Виконання зубців з симетричною формою призводить до зникнення осьової складової сили різання, що призводить до зменшення вібрацій при різанні і, як наслідок, до зменшення зношування дискової пили.

(13) C2

(11) 79941

(19) UA

Загальними ознаками винаходу, що заявляється, та вказаного прототипу є дискова пила з груповим розташуванням різальних і зачисних зубців симетричної форми, вершини різальних кромок яких розташовані на торовій поверхні.

В кожному з груп дискової пили за прототипом входять один різальний та один зачисний зубці. Середина ділянка кромки різального зубця виконана ширшою відповідної ділянки зачисного зубця, а головні кути в плані бокових ділянок кромки різальних зубців, навпаки, виконані меншими відповідних кутів зачисних зубців. Завдяки цьому створюється поділ стружки, що зрізається в пазу, на чотири частини (див. схему різання, [4]): три обмеженої ширини відносно вільнозрізуваних смуг стружки, які зрізаються зачисним зубцем, та однієї широкої тяжкозрізуваної профільної смуги стружки, що зрізається різальним зубцем. Але навіть така складна робота різальних кромок зубців можлива лише у випадку, коли кожна група з вказаними видами зубців має за рахунок кінематичної подачі зміщення більше, ніж відстань між реальним відносним положенням цих зубців, тобто коли зміщення перевищує величину биття суміжних зубців. Якщо, з метою підвищення продуктивності обробки, збільшити величину кінематичної подачі до рівня, який перевищує биття не тільки всіх пар суміжних зубців, а й до рівня биття протилежних зубців, то в цьому випадку всі зубці будуть різати, але для деяких "виступаючих" зубців отримаємо такі великі значення товщини зрізу, що вони не тільки швидко розпочнуть етап катастрофічного зношування, а просто будуть зруйновані при першому контакті з поверхнею різання. Отже, при малій кількості зубців в групі і великій кількості груп зубців в пилі биття зубців суттєво знижує продуктивність обробки і стійкість дискової пили.

Другою причиною обмеження продуктивності обробки і стійкості дискової пили за прототипом є висока схильність до зношування допоміжних різальних кромок і їх вершин на зубцях, які мають нульовий задній кут і невеликий допоміжний кут в плані (близько 1-2°). Крім того, у зв'язку з неповним використанням торової поверхні (в її перерізі частина кола займає кут, менший максимального, рівного 180°), знижується можливість незалежного розташування великої кількості вершин різальних кромок, тобто обмежується максимальна кількість робочих зубців в кожній з груп дискової пили.

Таким чином, недоліком дискової пили за прототипом є обмежена продуктивність обробки і невисока її стійкість.

Мета винаходу - підвищення продуктивності обробки деталей та стійкості дискової пили.

В основу винаходу поставлена задача вдосконалення дискової пили шляхом досягнення 100% участі зубців в активній роботі через зменшення чутливості схеми різання до їх биття завдяки підвищенню товщини неширокого зрізу додатково за рахунок "конструктивної" подачі - відносного зміщення вершин зубців вздовж перерізу торової поверхні. Іншими складовими суті винаходу є: створення симетрично розташованих пар вершин різальних кромок (іноді можлива одна непарна вершина - див. Фіг.3) на кожному з багатьох зубців

однієї групи, які характеризуються великим опором руйнуванню та зношуванню; подовження торової поверхні з вершинами різальних кромок зубців до її половини в осьовому перерізі; а також підвищення опору зношуванню зубців на їх торцях з допоміжними різальними кромками. Вказані складові суті винаходу призводять до зменшення питомих зусиль різання, підвищення рівномірності навантаження зубців, вирівнюванню та зменшенню зношування пили і, в результаті, - до збільшення продуктивності обробки та підвищенню стійкості дискової пили.

Поставлена задача вирішується тим, що в дискову пилу з груповим розташуванням різальних і зачисних зубців симетричної форми, вершини різальних кромок яких розташовані на торовій поверхні, введено нові суттєві ознаки. Згідно з винаходом, торова поверхня виконана подовженою до половини її осьового перерізу, кількість груп зубців виконана не більшою чотирьох, причому перші зубці кожної з груп виконано з вигнутими серединними і опуклими боковими різальними кромками, наступні - з прямими серединними і опуклими боковими різальними кромками, а останні - з опуклими серединними і прямими боковими різальними кромками.

Запропонована конструкція дискової пили забезпечує різання лише одними вершинами різальних кромок, якими створюються окремі вузькі смуги стружки (без їх поєднання). Значна поперечна довжина контуру (півкола) подовженої торової поверхні дає можливість розташувати велику кількість пар вершин різальних кромок в кожній з груп зубців без їх взаємного передічення. Мала кількість повторюваних груп зубців (чотири, три, дві або одна) призводить до виникнення великого зміщення між однаковими зубцями в сусідніх групах за рахунок накопиченої кінематичної подачі, що створює товщину зрізу, котра значно перевищує биття зубців, забезпечуючи роботу всіх зубців пили. Ця особливість дискової пили визначає підвищення продуктивності її роботи.

Для реалізації, з одного боку, належного різання багатьма вершинами різальних кромок зубців, а, з другого боку, забезпечення достатньо великих значень кутів при вершинах (для створення значного опору їх зношуванню), ці вершини за допомогою спеціальних форм різальних кромок „розвернуті" в зовнішній бік відносно торової поверхні, для чого перші зубці кожної з груп виконано з вигнутими серединними і опуклими боковими різальними кромками, наступні - з прямими серединними і опуклими боковими різальними кромками, а останні - з опуклими серединними і прямими боковими різальними кромками. Відсутність тонкоріжучих зубців на пилі, рівномірний розподіл навантаження, зменшені питомі навантаження на вершини зубців та відповідно зменшене їх зношування визначають підвищення стійкості запропонованої дискової пили.

Суть запропонованого винаходу пояснюється кресленнями. Перелік креслень:

- на Фіг.1 показано зовнішній вигляд дискової пили;

- на Фіг.2 показано в збільшеному виді форма і розташування симетричних зубців дискової пили однієї групи в їх круговій проекції на осьову площину (варіант з першим зубцем, що має дві вершини);

- на Фіг.3 - те, що й на Фіг.2, але варіант групи з першим зубцем, що має одну вершину;

- на Фіг.4 зображена схема різання дисковою пилою з чотирма зубцями в групі;

- на Фіг.5 показано загострювання задніх поверхонь зубців сферичним абразивним, алмазним чи ельборовим кругом;

- на Фіг.6 - переріз А-А Фіг.5.

Дискова пила виконана з корпусом 1 у вигляді диска та отвором 2 в його центрі. Симетричні зубці 3, 4, 5, 6 та 7 різної форми виготовлені на периферії корпуса 1 у вигляді групи зубців (Фіг.1 та 2). Максимальна кількість груп у дисковій пилі - чотири (I, II, III, IV на Фіг.1). Кожен зубець, наприклад, зубець 3, має серединну різальну кромку 3_c та дві бокові різальні кромки 3_b , а також дві вершини 3_k . Виняток складає лише перший зубець 3 (Фіг.3), який має лише дві бокові різальні кромки 3_b та одну вершину 3_k .

Перші зубці кожної з груп є різальними, наприклад зубці 3, 4, 5, 6 (Фіг.2) або зубці 3, 4, 5 (Фіг.3). Останній в групі зубець - зубець 7 (див. Фіг.2) або зубець 6 (див. Фіг.3) - виконано зачисним, тобто остаточно формуючим стінки прорізаного пазу або торці відрізаних деталей.

Всі зубці пили виготовляють з симетрично розташованими різальними кромками і їх вершинами. Це запобігає створенню осьових складових сили різання, що є запорукою спокійного безвібраційного різання.

Для підвищення продуктивності обробки пазів або відрізки деталей шляхом збільшення кількості активних зубців, нечутливих до биття, вершини різальних кромок на зубцях рівномірно розташовані на половині кола - осьовому перерізі подовженої торової поверхні - від центра по обидва краї різальної частини дискової пили.

Для підвищення стійкості дискової пили шляхом зменшення зношування куточки різальних кромок потрібно виготовляти підвищеної міцності та збільшеного тепловідводу. Це можливо, якщо кути при вершинах не менші за $\psi=90^\circ-130^\circ$. Зношування вершин потрібно зменшувати шляхом симетричного їх розташування відносно торової поверхні. Створити такі вершини можливо за допомогою спеціальних форм різальних кромок - серединних та бокових - в залежності від положення вершин на торовій поверхні. Така форма різальних кромок, які створюють вершини з вказаними величинами кутів та розташуванням, є: ввігнуті, прямолінійні (прямі) та опуклі кромки.

Згідно з винаходом, перші зубці кожної з груп виконано з ввігнутими серединними і опуклими боковими різальними кромками, наступні - з прямими серединними і опуклими боковими кромками, а останні - з опуклими серединними і прямими боковими різальними кромками. Радіуси ввігнутих різальних кромок потрібно виконувати $R_b=(0,6-2)B$, де B - відстань між вершинами певного зуба. Точніше вказаний коефіцієнт обирається як компроміс

між симетричністю вершин різальних кромок до торової поверхні, гарантованим поділом стружки і вузькою формою стружки, що зрізається вершинами, та достатньою міцністю і зносостійкістю вершин.

Радіуси опуклих різальних кромок необхідно обирати рівними $R_o=(0,8-3)B$, де B - відстань між вершинами певного зуба. Уточнення - аналогічне попередньому.

Для подолання негативної дії найбільш небажаного биття - биття протилежних зубців пили - кількість її груп з зубцями виконана обмеженою - не більше чотирьох. Ще меншу чутливість до биття протилежних зубців будуть мати пили з трьома, двома і однією групою зубців. Відповідно збільшується рівномірність навантаження пили і продуктивність обробки деталей.

В залежності від діаметра і товщини пили кількість зубців в кожній з груп обирається від трьох (при товщині 0,5-1мм) до двадцяти (при товщині 10-12мм). Кути в плані допоміжних різальних кромок 6_d варто вибрати рівними $\phi_1=3-5^\circ$, а задні кути (не показані) $\alpha_1=6-8^\circ$.

Робота дискової пили відбувається наступним чином.

Спочатку вступають в контакт з поверхнею різання перші різальні зубці 3 з їх двома вершинами 3_k (Фіг.2) або однією вершиною (Фіг.3) і зрізають один шар $Ш_3$ припуску трикутного профілю (Фіг.4) обмеженої ширини. Потім паз розширяється послідовно наступними парами вершин $4_k, 5_k$ різальних зубців 4 та 5 відповідно, які зрізають шари $Ш_4$ та $Ш_5$. При зрізанні двох шарів $Ш_6$ боковими допоміжними різальними кромками 6_d вершин 6_k зубців 6 остаточно виконується формування стінок пазу та їх зачистка (див. Фіг.4).

При кількості груп в пилі, рівній чотирьом, подача на оберт буде вираховуватись як (Фіг.4):

$$S=S_{rp} \cdot n,$$

де n - кількість груп в дисковій пилі.

Переточка зубців пили виконується по заднім поверхням за допомогою сферичного абразивного (алмазного або ельборового) круга на загострювальному верстаті з ЧПК, наприклад, моделі ВЗ-215Ф4. При переточці зубців пили круга задають відносну траєкторію руху у вигляді еквідистанти їх різальним кромкам (Фіг.5). Для отримання необхідної величини заднього кута α на всій довжині різальних кромок (включаючи допоміжні кромки 6_d , які розташовані на торцях пили) необхідно центр сфери абразивного круга зсунути відносно різальних кромок на величину H (Фіг.6):

$$H=R_c \cdot \sin \alpha,$$

де R_c - радіус сфери абразивного круга.

Виконання запропонованої дискової пили дозволить значно підвищити продуктивність обробки деталей та збільшити її стійкість.

Джерела інформації:

1. Алексеев Г.А. и др. Конструирование инструмента: Учебник для машиностроительных техникумов / Г.А. Алексеев, В.А. Аршинов, Р.М. Кричевская; Под общ. ред. Г.А. Алексеева. - М.: Машиностроение, 1979. - С.184-188.

2. Шохов И.С. Влияние биения зубьев фрез на процесс фрезерования жаропрочных сталей и сплавов. - М.: Гос. изд. Оборонпрома, 1955. - 59с.

3. Филиппов Г.В. Режущий инструмент. - Л.: Машиностроение. Ленинград, отд., 1981. - С.188.

4. Заявка ФРГ №2516137, кл. В23D 61/02. "Дисковая пила с улучшенной схемой резания". Заявл. 12.04.75, опубл. 21.10.76.

5. Шульц В.В. Форма естественного износа деталей машин и инструмента. Л.: Машиностроение. Ленинград, отд-ние, 1990. - 208с.

