

С.Д. Сметанін, к.т.н., доц.  
М.Н. Гатігулін, здобувач  
П.Г. Мазейн, д.т.н., проф.

ДООЗ ВПО "Південно-Уральський державний університет", Росія

### ЕФЕКТИВНІСТЬ РОТАЦІЙНОГО РІЗАННЯ ПРИ ПЕРЕРОБЦІ МЕТАЛІВ

На основі порівняння роботи, що затрачується на різання при обробці традиційним і ротаційним інструментом, обґрунтована перспективність глибокої переробки металів. Показано принципову можливість стабільного одержання фібри, порошоків і волокон ультрадисперсних розмірів ротаційним інструментом.

**Вступ.** Вартість будь-якого продукту на різних етапах виробництва змінюється за експонентним законом, причому зростає вона набагато інтенсивніше, ніж трудомісткість. Тому для будь-якого виробника економічно обґрунтованою є більш глибока переробка виробів.

Для одержання продукції широко використовуються порошки різних металів (сталі, алюмінію, бронзи, магнію тощо). Металеві порошки отримують різними способами: відновленням металів з їхніх окисів або солей, електrolітичним осадженням, розпиленням струменя розплавленого металу, термічною дисоціацією, механічним різанням, дробленням, стиранням тощо. Вартість продукції (порошків) після обробки зростає в 4–10 разів.

Доцільність більш глибокої переробки металевих блюмсів, слябів і т. п. ще більш зростає при використанні для їхнього подрібнення ротаційного інструмента, розробленого на кафедрі "Верстати та інструмент" Південно-Уральського державного університету. Як показав аналіз [1], ротаційне різання має низку переваг у порівнянні з відомими механічними й фізико-хімічними способами подрібнення: висока стійкість ріжучих елементів, стабільне одержання мікропорошків, висока продуктивність, можливість подрібнювання будь-яких матеріалів, відсутність необхідності застосування захисних газів, низька енерговитратність процесу, можливість керування формою й розмірами відокремлюваних часток, хімічна чистота й ідентичність фізичних властивостей одержуваного й вихідного матеріалу. Високу стійкість при ротаційному різанні можна пояснити наступним.

**Основна частина.** У процесі різання на пластину 1 (рис. 1) діють нормальні сили на передній і задній поверхнях. При різанні необертовою круглою різальною пластиною вектор  $\vec{F}$  сили тертя спрямований протилежно вектору  $\vec{V}_e$  результуючої швидкості різання (рис. 2, а). Сила тертя  $F = f \cdot N \cdot \cos \varphi$ , де  $f$  – коефіцієнт тертя,  $N$  – результуюча нормальних сил на передній і задній поверхнях,  $\varphi$  – кут нахилу пластини до осі X. Робота зі зношування пластини  $A = F \cdot V_e$ .

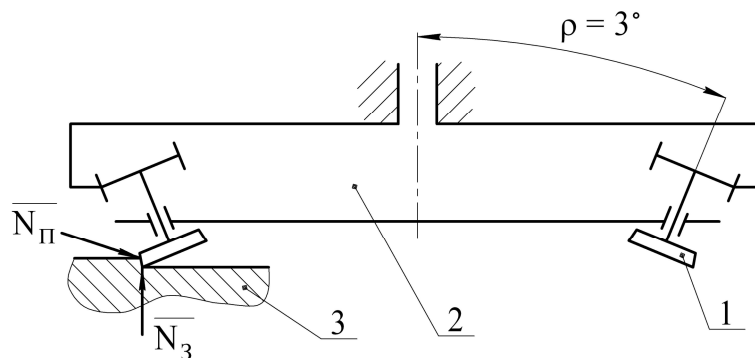


Рис. 1. Ротаційний інструмент

Розкладемо силу тертя  $\vec{F}$  на радіальну  $\vec{F}_r$  і тангенціальну  $\vec{F}_t$  складові. Сила  $\vec{F}_t$  буде прагнути обертати пластину в напрямку  $\omega_1$ , протилежному напрямкові  $\omega_2$  корпусу 2 інструмента. При різанні фрезою із примусовим обертанням пластини 1 у напрямку  $\omega_1$  та при його обкатуванні без ковзання щодо заготовки 3 в обертальному русі швидкість ковзання  $\vec{V}_{ck} = \vec{V}_a + \vec{V}_s$ , де  $\vec{V}_a$  – швидкість ковзання точки С прикладання сили  $N$  відносно полюса (точки А леза),  $\vec{V}_s$  – швидкість руху подачі (рис. 2, б).

Нехтуючи величиною кута  $\varphi$  через його мале значення, силу тертя знайдемо з виразу  $F = f \cdot N$ . Зношування пластини буде здійснюватися силою  $\bar{F}_r$ , а робота зношування дорівнює  $A^p = F_r \cdot V_{ск}$ .

Підвищення стійкості  $K$  ротаційного інструмента по відношенню до традиційного, без врахування впливу температури, різання:  $K = \frac{F \cdot V}{F_r \cdot V_{ск}}$ . Аналіз даного рівняння показав, що величина  $K$  може досягати  $10^2 \dots 10^4$ .

Таке значне підвищення стійкості ротаційного інструмента забезпечує принципову можливість роботи різального леза з мінімальним радіусом скруглення, необхідним для одержання фібри (наприклад, виробництво сталевібробетона), зерен, волокон і порошоків мікро- і нанорозмірів навіть пластичних металів (для порошкової металургії).

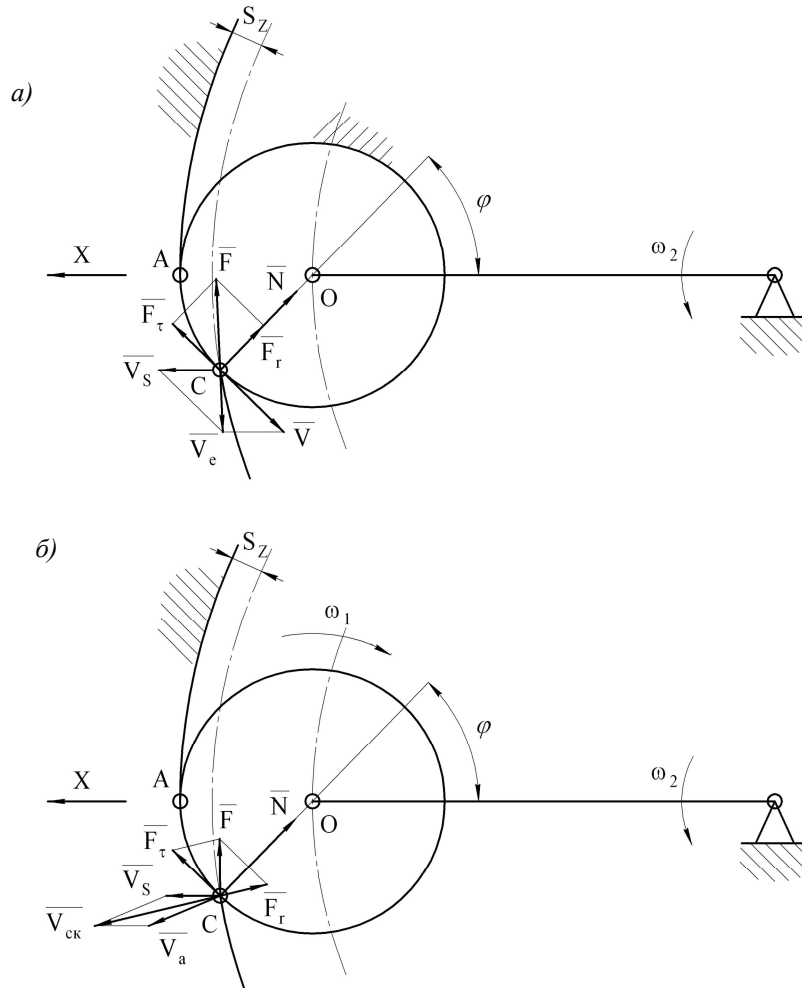


Рис. 2. Сили, що діють на кругле нерухоме (а) та рухоме (б) різальне лезо

Одержання ультрадисперсних порошоків забезпечується подрібненням волокон по довжині шляхом створення на круглому різальному лезі системи канавок, лунок необхідних розмірів. У лабораторних умовах за допомогою експериментальної ротаційної фрези (рис. 3) отримані порошки алюмінію з розміром фракції 100...200 мкм (рис. 4).



Рис. 3. Ротаційна фреза



Рис. 4. Мікропорошок алюмінію та сталеве волокно

**Висновок.** Таким чином, за допомогою ротаційного інструмента можна стабільно одержувати фібру, порошки і волокна ультрадисперсних розмірів, у т. ч. близькі до нанопорошків. Шляхом впровадження та освоєння на підприємстві однієї технологічної операції можливе одержання наступної стадії продукції зі збільшенням економічної ефективності виробництва в кілька разів.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. *Меньшаков В.М.* Обработка углеродных материалов ротационными фрезами / *В.М. Меньшаков, В.И. Портнягин, М.Н. Гатитулин* // Производство электродной продукции. – М. : НИИГрафит, 1984.

СМЕТАНІН Сергій Дмитрович – кандидат технічних наук, доцент кафедри “Верстати та інструмент” ДОЗ ВПО “Південно-Уральський державний університет”, м. Челябінськ, Росія.

Наукові інтереси:

- ротаційне різання.

ГАТІТУЛІН Мавлет Нігаматович – здобувач, інженер ДОЗ ВПО “Південно-Уральський державний університет”, м. Челябінськ, Росія.

Наукові інтереси:

- кінематика.

МАЗЕЇН Петро Германович – доктор технічних наук, професор кафедри “Верстати та інструмент” ДОЗ ВПО “Південно-Уральський державний університет”, м. Челябінськ, Росія.

Наукові інтереси:

- різання при переробці матеріалів.

Подано 16.12.2009

**Сметанін С.Д., Гатітулін М.Н., Мазеїн П.Г.** Ефективність ротаційного різання при переробці металів  
**Сметанин С.Д., Гатитулин М.Н., Мазеин П.Г.** Эффективность ротационного резания при переработке металлов

**Smetanin S.D., Gatitulin M.N., Mazein P.G.** Efficiency of rotational cutting at processing of metals

УДК 621.793.71

**Эффективность ротационного резания при переработке металлов / С.Д. Сметанин, М.Н. Гатитулин, П.Г. Мазеин**

На основе сравнения работы, затрачиваемой на резание при обработке традиционным и ротационным инструментом, обоснована перспективность глубокой переработки металлов. Показана принципиальная возможность стабильного получения фибры, порошков и волокон ультрадисперсных размеров ротационным инструментом.

УДК 621.793.71

**Efficiency of rotational cutting at processing of metals / S.D. Smetanin, M.N. Gatitulin, P.G. Mazein**

On the basis of comparison of the work spent for cutting at processing by the traditional and rotational tool, perspectivity of deep processing of metals is proved. Basic possibility of stable reception of a fiber, powders and fibres of the ultradisperse sizes is shown by the