

Список посилань

1. Патент України на корисну модель 64346 UA, МПК В21С25/00 Матриця для зміцнення матеріалу при багаторазовому пресуванні /В.А. Тітов, М.С. Тривайло, Н.К. Злочевська, Е.В. Кондратюк, Г.І. Пейчев. – № u201102822; заявл. 10.03.2011; опубл. 10.11.2011, Бюл.21.
2. Schuh C.A. The effect of solid solution W additions on the mechanical properties of nanocrystalline Ni / Schuh C.A., Nieh T.G., Iwasaki H. // Acta Materialia. – 2003. – v.51. – P.431 – 443.
3. Боткін А.В. Деформационные и силовые параметры процесса равноканального углового прессования длинномерной заготовки по схеме «Conform» / Боткін А.В., Валієв Р.З., Абрамов А.Н., Рааб А.Г. // Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением – 2009. – № 11. – с. 8-14
4. Бейгельзімер Я.Е. Винтовое прессование: технологические аспекты / Я.Е. Бейгельзімер, Д.В. Орлов, С.Г. Синков, А.В.Решітов. // Физика и техника высоких давлений. – 2002.– Том №12, №4. – с. 40–46.

УДК 621.91

Шахбазов Я. О., докт. техн. наук, професор
Широков В. В., докт. техн. наук, професор
Широков О. В., канд. техн. наук, докторант
Паламар О. О., канд. техн. наук, доцент

Українська академія друкарства, м. Львів, shah-nika@ukr.net

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ШЛІФУВАЛЬНИХ КРУГІВ

Технологічні можливості процесу шліфування дозволяють розглядати його як один з методів підвищення ефективності на чорнових та чистових операціях механічного обробки. Переваги процесу шліфування в забезпеченні високої розмірної точності, порядку 2 – 4 мкм, шорсткості обробленої поверхні $Ra = 1,25 \dots 0,32$ мкм.

Для більшості шліфувальних кругів обмежуючою умовою часу їх роботи є розмірна стійкість, відновлення якої потребує періодичної примусової обробки їх робочої поверхні, тобто виконання операції правки робочої поверхні шліфувального круга.

Проведені дослідження [1 – 3] показують, що режим правки значно впливає на рельєф робочої поверхні шліфувального круга і, відповідно, на шорсткість обробленої поверхні і на результат процесу шліфування. Управління шорсткістю обробленої поверхні можна досягнути як режимами шліфування, так і зменшенням висоти та кроку нерівностей на робочій поверхні шліфувального круга в процесі правки та її статистичною характеристикою, тобто кількістю абразивних зерен.

Спрацювання абразивних кругів в процесі шліфування на чистових операціях не перевищує 0,02 мм. Статистична характеристика рельєфу робочої поверхні шліфувального круга буде залежатиме від товщини видаленого шару в процесі правки та розмірів контактуючих елементів, які визначають ступінь руйнування шліфувального круга. Для визначення кількості зруйнованих абразивних зерен, за рекомендацією роботи [2] прийнятий закон розподілу їх на робочій поверхні шліфувального круга. Якщо на одиниці робочої поверхні шліфувального круга розташовано Z_o зерен, то на відстані h , від вершин найбільш виступаючих зерен цієї поверхні будуть розташовані Z_h , тобто

$$Z_h = Z_o F(h) \quad (1)$$

де $F(h)$ – функція розподілу вершин зерен при значеннях аргументу h .

Для таких умов побудований графік залежності функції розподілу $F(h)$ зерен від співвідношення h/r_l , де r_l – середньостатистичний радіус абразивного зерна. Графік має поліноміальну характеристику з апроксимуючим рівнянням у вигляді:

$$F \left(\frac{h}{r_1} \right) = 6,4844 \left(\frac{h}{r_1} \right)^4 - 15,151 \left(\frac{h}{r_1} \right)^3 + 10,243 \left(\frac{h}{r_1} \right)^2 - 0,6047 \left(\frac{h}{r_1} \right) + 0,0267 \quad (2)$$

Рівняння (2) дозволяє визначити статистичні параметри робочої поверхні шліфувальних кругів за висотою розташування абразивних зерен. Звичайно правка шліфувального круга здійснюється до усталеного процесу, тобто подальше видалення абразивного шару при незмінних умовах не буде викликати зміну стану робочої поверхні круга. Для цього необхідно, щоб кількість зерен, яка піддається макроруйнуванню від проходу до проходу залишилась незмінною. В цьому випадку, при видаленні з робочої поверхні абразивного шару з глибиною правки (t_k), частина абразивних зерен (Z_a), яка піддається руйнуванню із загальної їх кількості при взаємодії з алмазним інструментом, буде складати:

$$\frac{Z_a}{Z_h} = 1 - \frac{F(h_c)}{F(h_c + t_k)}, \quad (3)$$

де h_c – рівень розташування вершин виступаючих зерен.

Як показали розрахунки за виразом (3), кількість абразивних зерен, яка піддається макроруйнуванню залежить від вибору глибини правки та розміру кристалу алмаза інструменту.

Враховуючи те, що спрацювання абразивного круга в процесі шліфування не перевищує 0,02 мм [2], очевидно глибину правки слід обмежити у межах до 0,025 мм. Як показали розрахунки, це в свою чергу дозволяє зменшити кількість абразивних зерен, які піддаються макроруйнуванню та використовувати їх для виконання процесу різання при шліфуванні.

Для прикладу наведемо розрахунок глибини взаємодії (h_k) шліфувального круга і кристала алмазу, яка викликає макроруйнування (повне руйнування) абразивного зерна. При радіусі вершини кристалу алмазу 0,1 мм: для зернистості 16 – $h_k = 0,025$ мм; для зернистості 25 – $h_k = 0,03$ мм; для зернистості 40 – $h_k = 0,04$ мм. При радіусі вершини кристалу алмаза 0,25 мм: для зернистості 16 – $h_k = 0,019$ мм; для зернистості 25 – $h_k = 0,021$ мм; для зернистості 40 – $h_k = 0,025$ мм. При радіусі вершини кристалу алмаза 0,5 мм: для зернистості 16 – $h_k = 0,016$ мм; для зернистості 25 – $h_k = 0,018$ мм; для зернистості 40 – $h_k = 0,02$ мм.

Забезпечення, по можливості, максимальної кількості абразивних зерен на робочій поверхні круга вимагає виконання процесу правки в режимі мікроруйнування абразивних зерен. Теоретичні розрахунки показують, що такого рельєфу можна досягти при правці шліфувального круга інструментом з радіусом при вершині кристала алмазу не більше 0,1 мм, з врахуванням 20% відхилення. При правці шліфувального круга більшими розмірами кристалу алмаза видалення абразивного шару з робочої поверхні круга буде відбуватися в режимі макроруйнування зерен, що викликає непродуктивні витрати круга та підвищення шорсткості обробленої поверхні.

Користуючись методикою [4] розрахунку кількості зерен та їх відстанями на робочій поверхні шліфувальних кругів, можна дати пояснення закономірностям зміни шорсткості обробленої поверхні при шліфуванні з різними умовами правки шліфувального круга. Як показали розрахунки середньої відстані між абразивними зернами ($l=2/n^{1/2}$, мм; n – кількість абразивних зерен на 1 см²), підвищення глибини правки або розміру кристалу алмаза викликає збільшення кількості руйнованих зерен (Z_a) та відповідно середньої відстані між абразивними зернами, що погіршує шорсткість обробленої поверхні при шліфуванні.

За прийнятим законом розподілу і методикою розрахунку непродуктивні витрати шліфувального круга в процесі правки при 30 – 50% збереженні зерен на робочій поверхні можуть бути скорочені у межах до 10 ... 20%, за рахунок вибору розміру кристала алмазу, що, у свою чергу, викликає зменшення загальних витрат на процес шліфування.

Інша особливість приведених розрахунків полягає в тому, що зі зменшенням радіуса при вершині кристалу алмаза правку шліфувального круга можна виконувати з більшими глибинами. Це дозволяє підвищити стійкість абразивного круга та скоротити кількість правок, що призводить до зменшення витрат шліфувальних кругів при шліфуванні. Таким чином, отримані результати розрахунків статистичних характеристик робочої поверхні шліфувального круга можна використати при визначенні технологічних умов правки шліфувальних кругів для забезпечення шорсткості обробленої поверхні і скорочення витрат на різних операціях шліфування.

Висновки. Розроблено та обґрунтовано застосування моделі статистичної характеристики робочої поверхні шліфувальних кругів після правки методом точіння алмазними інструментами для розрахунку відстані між абразивними зернами і шорсткості обробленої поверхні. За прийнятим законом розподілу і методикою розрахунку непродуктивні витрати шліфувального круга в процесі правки при 30 – 50% збереженні зерен на робочій поверхні можуть бути скорочені у межах до 10 ... 20%, за рахунок вибору розміру кристалу алмаза правлячого інструменту.

Список посилань

1. Коломиец В. В. Алмазний інструмент фасонного профіля [Текст]/ В.В.Коломиец, Б.И.Полупан, О.В. Химач – К.: Наукова думка, 1992. – 176 с.
2. Королев А.В. Исследование процессов образования поверхностей инструмента и детали при абразивной обработке[Текст]/ А.В. Королев – Саратов: Изд-во Саратовского унив-та, 1975. – 192 с.
3. Прогрессивные методы правки абразивных кругов / Под ред. В.И. Пилинского. – К.: Техніка, 1985. – 112 с.
4. Пилинский В.И. Температура и характер контакта при плоском шлифовании торцом круга [Текст]/ В.И. Пилинский // Труды ВНИИАШ. – Л. Машиностроение.– 1968 – №8. – с. 79 – 88.

УДК 621.9.02:621.9.14

Грицай І. Є., докт. техн. наук, професор

Національний університет «Львівська політехніка», i.gryc@i.ua

РОЗВИТОК ЗУБЧАСТИХ ПЕРЕДАЧ ТА ЇХ ТЕХНОЛОГІЙ НА ОСНОВІ РАДІАЛЬНО-КОЛОВОГО СПОСОБУ ЗУБОНАРИЗАННЯ

Зубчаті колеса і передачі як основний засіб передавання та перетворення руху є обов'язковими складовими більшості машин. Широке поширення та значні обсяги випуску зубчастих коліс в усіх галузях машинобудування і типах виробництва зумовлюють постійні пошуки й наукові дослідження, метою яких є, з одного боку, підвищення ефективності та покращення експлуатаційних характеристик зубчастих зачеплень та приводів, особливо в умовах, коли зростають навантаження і швидкості передач, а з іншого - удосконалення технології та інструментів.

Результати досліджень, які виконуються на кафедрі технології машинобудування Львівської політехніки протягом тривалого часу дають змогу вирішити одночасно обидві задачі. У першому напрямку обґрунтовано переваги синусоїдального зачеплення порівняно з традиційним евольвентним. На теоретичному і практичному рівнях доведено, що синусоїдальні зубці володіють підвищеною зносостійкістю, мають більшу згинну і контактну міцність, відсутність ділянок локалізації напружень в основі зубців, меншу інтенсивність удару в зачепленні, вищий коефіцієнт торцевого перекриття. Завдяки цьому синусоїдальні передачі характеризуються значно вищою навантажувальною здатністю, нижчим рівнем шуму, мають більший ресурс та забезпечують зменшення до 40% масогабаритних параметрів редукторів при тих же характеристиках передач. Загалом, синусоїдальні передачі можуть використовуватися як ділильні, як швидкісні, а також, як силові.