

поверхні різця від перегріву (рис. 1), налипання стружки (рис. 2), що, в свою чергу призводило до її зриву і надалі утворення лунок

За рахунок вибору оптимальних режимів різання на багатограних твердосплавних пластинах, [5-6] змінився характер зносу робочих поверхонь інструменту, що вплинуло на зниження інтенсивності протікання абразивно-механічного зносу і налипання стружки (рис. 3)

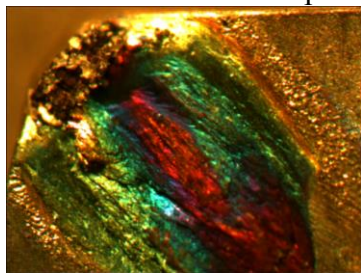


Рис.1. Перегрів різця

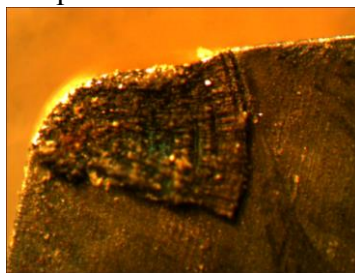


Рис. 2. Налипання стружки

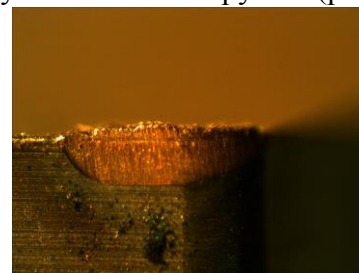


Рис. 3. Нормальний знос

В результаті експериментальних досліджень на прикладі обробки хромової сталі 20Х13 доведено [6], що при точінні важкооброблюваних корозійностійких жароміцних сталей на стійкісні характеристики ріжучого інструменту істотний вплив мають режими різання і вибір марки матеріалу твердосплавних пластини ріжучого інструменту.

#### *Література:*

1. Верещака, А.С. Работоспособность режущего инструмента с износостойкими покрытиями [Текст]: монография // под ред. И.С. Форстен. А.С. Верещака. – М.: Машиностроение, 1993 – 325с.
2. Верещака, А.С. Режущие инструменты с износостойкими покрытиями [Текст] / А.С. Верещака, И.П. Третьяков. – М.: Машиностроение, 1986. – 192с.
3. Мацевитый, В.М. Покрытия для режущих инструментов [Текст] / В.М. Мацевитый. – Х.: Вища школа. Изд-во при Харьк. ун-те, 1987. – 128с.
4. Табаков, В.П. Износостойкие покрытия режущего инструмента, работающего в условиях непрерывного резания [Текст] / В.П. Табаков, А.В. Чихранов. – Ульяновск: УлГТУ, 2007. - 255с.
5. Москалев, А.П. Обработка хромистых сталей [Текст] / А.П. Москалев, А.А. Лимарь // Матеріали II міжнародної науково-технічної конференції – Миколаїв: НУК – 2012. – С.121 – 123.
6. Лимарь, А.А. Повышение износостойкости режущего инструмента в условиях точения хромистой стали [Текст] / А.А. Лимарь // Матеріали II міжнародної науково-технічної конференції – Миколаїв: НУК – 2012. – С.144 – 145.
7. Лимарь А.А. Влияние износостойких покрытий на стойкостные характеристики режущего инструмента при обработке труднообрабатываемых коррозионностойких материалов // А.А. Лимарь / Вісник національного технічного університету «КП» – XIV.: НТУ «КП». – 2013. - С.116.

**УДК 621.787.4**

### **ЖОРСТКІСТЬ СИСТЕМИ ВЕРСТАТ - ІНСТРУМЕНТ-ДЕТАЛЬ ПРИ ПОВЕРХНЕВОМУ ПЛАСТИЧНОМУ ДЕФОРМУВАННІ**

Гвозденко Д.І., здобувач вищої освіти гр. М4/1

Миколаївський національний аграрний університет  
Науковий керівник ас. Зубехіна-Хайят О.В.

### *Анотація*

За допомогою теоретичних і експериментальних досліджень показано, що з урахуванням жорсткості системи верстат-інструмент-деталь вдалося досягти оптимізації режимів обкатування і за рахунок цього розширити номенклатуру обкатування і розкатування деталей.

### *Annotation*

With the help of theoretical and experimental studies it has been shown that taking into account the stiffness of the machine-tool-detail system, it was possible to achieve optimization of routing modes and, due to this, to expand the range of rolled-up and rolled parts.

Підвищення якості та надійності машин, їх елементів - одна із важливих і першочергових завдань сучасної стадії розвитку вітчизняного машинобудування. Ця проблема може бути вирішена за допомогою розробки ефективних методів ущільнення деталей машин і підвищення їх довговічності.

З метою підвищення зносостійкості пар тертя, контактної та втомної міцності деталей широко застосовується поверхневе пластичне деформування обкатуванням їх роликками. Реалізація оптимального основного режиму обкатування (робочої сили) пов'язана із жорсткістю технологічної системи верстат-інструмент-деталь. З ціллю збереження оптимального режиму обкатування представляє небезпеку не стільки зниження жорсткості, скільки її непостійність.

Постійність необхідного зусилля безпосередньо пов'язане із жорсткістю технологічної системи верстат - інструмент - деталь. Жорсткість системи, що складається з декількох складових, визначається по А.П. Соколовському:

$$\frac{1}{j} = \frac{1}{j_1} + \frac{1}{j_2} + \frac{1}{j_3} + \dots \quad (1)$$

Одна з основних складових жорсткості системи - жорсткість верстата. На жорсткість металорізальних верстатів дуже впливає співвідношення складових зусилля різання. Співвідношення  $P_z : P_y : P_x$ , на яку розраховані універсальні металорізальні верстати, відрізняється найбільшим значенням  $P_z$ . При досить широких коливаннях зазначене співвідношення, в середньому характерне для процесу різання, становить 1: 0,4: 0,25.

На відміну від цього процес обкатування характеризується переважаючим значенням  $P_y$  при незначній величині інших складових. У більшості конструкцій верстатів максимальна жорсткість досягається при відношенні  $P_y : P_z = 0.4$  і різко падає при його збільшенні [1].

У процесі обкатування ексцентричне закріплення деталі, радіальне биття роликів і інші похибки призводять до того, що система працює в коливальному режимі розвантаження - навантаження поблизу максимуму прикладеного навантаження. Завдання стабілізації зусилля обкатування в межах допустимих відхилень вирішується введенням в конструкцію обкатних пристроїв пружних елементів зниженої жорсткості.

Об'єднуючи у виразі (1) жорсткість верстата, деталі, кріпильних пристосувань загальним символом  $j_c$  і виділивши жорсткість інструменту для обкатування  $j_u$ , знайдемо жорсткість системи [2]:

$$j = \frac{j_c j_u}{j_c + j_u} \quad (2)$$

Розглянемо жорсткість системи інструмент - деталь на прикладі розкатування втулок. Уявімо втулку в процесі розкатування у вигляді тонкої циліндричної оболонки, шарнірно опертої на кінцях і навантаженої в середньому перетині радіальними складовими зусилля, рівномірно рознесеними по колу і доданими в точках контакту роликів. Такий випадок розглянутий у роботі П.П. Бейларда [3].

Диференціальні рівняння оболонки вирішуються методом розкладання переміщень і навантажень в подвійні ряди Фур'є.

В результаті отримано вираз для радіального переміщення  $\omega$ , придатне для чисельних розрахунків [4].

Жорсткість металорізальних верстатів досліджувалася в лабораторії і на підприємстві за допомогою динамометрів і індикаторів. Жорсткість інструментів розраховувалася по залежностям теорії пружності, розрахунки перевірялися експериментально за допомогою динамометрів і індикаторів.

По деформаціям і докладеним зусиллям розраховувалася жорсткість втулок. Графіки зміни жорсткості по довжині втулок з різною товщиною стінки наведені на рис. 1. Графіки показують, що жорсткість поблизу торця при двухроликовій схемі розкатування приблизно в 4 рази нижче жорсткості на глибині, що дорівнює діаметру, причому на всій цій довжині жорсткість підвищується в міру віддалення від торця. Збільшення кількості точок навантаження до 4 і тим більше до 8 скорочує перепад жорсткості до триразового і суттєво наближає до торця, в якому жорсткість стабілізується. Цікавим є повний збіг досліджуваних значень жорсткості, отриманих на глибині, що дорівнює діаметру втулки, з розрахунковими значеннями, для відповідних  $\gamma$  і кількості зусиль.

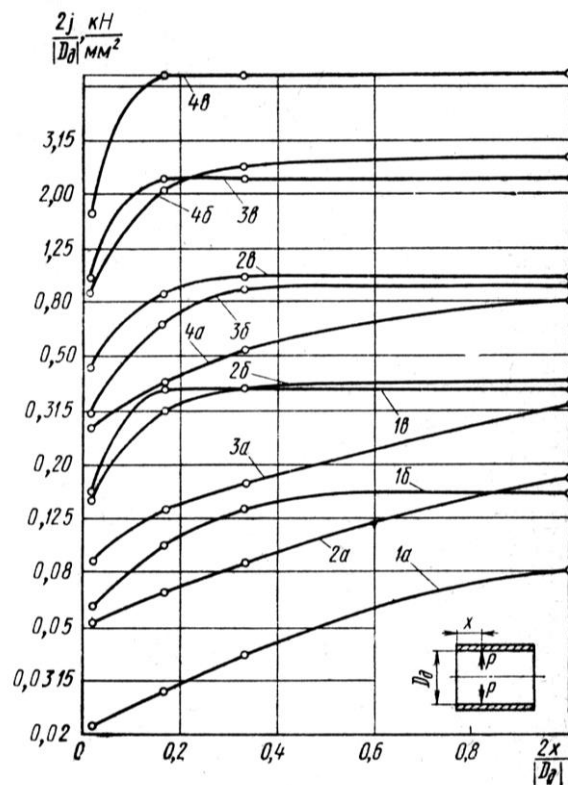


Рис. 1. Жорсткість втулок поблизу торців, навантажених двома (а), чотирма (б) і вісьмома зусиллями при (1), 20 (2), 15 (3), 10 (4)

Необхідне для стабілізації робочого зусилля обкатування зниження жорсткості технологічної системи досягається застосуванням інструментів з пружними елементами [4].

Прогин від зусилля, що припадає на одиницю ширини пружної частини корпусу, визначається його відносними розмірами.

Висока радіальна жорсткість системи інструмент - деталь і, як наслідок цього, безпосередня залежність якості поверхні від невеликих змін натягу – серйозний недолік планетарних багатороликових пристроїв. Створення практичної конструкції головок зниженою радіальною жорсткості з роликami прямолінійного профілю залишається актуальною проблемою, від вирішення якої залежить розширення номенклатури розкатуваних деталей.

Пристроєм зниженою жорсткості для розкатування роликми отворів [1] неможливо отримати уточнення розміру отвору через малу жорсткість пружини. Пристрій для жорсткого розкатування отворів з допомогою конічних роликів, встановлених в сепараторі на конусній жорсткій оправці, не застосовується для розкатування тонкостінних деталей із-за їх надмірно великої роздачі [5, 6].

Для локалізації пластичної деформації в тонкому поверхневому шарі при розкатуванні втулок застосовуються пристрої для імпульсної ротаційної обробки роликми [7, 8]. На опорному конусі інструменту виконано непарна кількість плоских лисок. Конічні ролики, встановлені в сепараторі, в процесі обробки обертаються між поверхнею деталі і поверхнею кулачковою облямовування. Внаслідок виникнення сил тертя в місцях контакту ролики отримують переносний (планетарний) рух. Причому, обкатувавши виступи і западини кулачковою облямовування, вони роблять швидкі радіальні переміщення, удари, інтенсифікують процес пластичної деформації тонкого поверхневого шару матеріалу виробу. Удар ролика відбувається в момент його заклинювання між виступом облямовування і оброблюваною поверхнею. При знаходженні ролика на лисці натяг між інструментом і заготовкою мінімальний, в деяких конструкціях він дорівнює нулю. Швидка зміна натягу в процесі обробки, що відбувається протягом приблизно  $10^{-3} - 10^{-4}$  сек, визначає пульсуюча зміна деформуючих зусиль.

Тонкостінні втулки можна розкатувати голчастими роликми [1]. При цьому пластична деформація також локалізується в тонкому поверхневому шарі і роздача втулки мінімальна. Пристрої з голчастими роликми знайшли застосування при розкатуванні нежорстких втулок, коли довжина голчастих роликів перевершує ширину розкатуваної втулки. Тоді розкатування здійснюється без поздовжньої подачі пристрою. При здійсненні поздовжньої подачі пристроєм з голчастими роликми на обкатуваній поверхні з'являється хвилястість з кроком подачі. Закруглення передніх торців покупних голчастих роликів малого діаметра для виключення хвилястості на обкатуваній поверхні - трудомістка операція, не вдається це закруглення виконати на всіх роликми однаково.

Нами запропоновано та розроблено ударний пристрій з гнучкими роликми для розкатування нежорстких втулок. Пристрій показано на рис. 2. Облямовування 1 має радіальні виступи, між якими розташовані голчасті ролики 2, які утримуються з торців розпірними втулками 3 і 4, які підтискаються гайкою 5. Ролики між собою утримуються сепаратором 6. Новизна розробленого пристрою для чистової обробки нежорстких втулок полягає в тому, що на циліндричній поверхні облямовування виконано  $N$  радіальних виступів радіусом  $r = (20-55)d_{рв}$  в поздовжньому перетині облямовування, з кроком  $S = \frac{\pi \cdot d_{онп}}{N}$ , де  $d_{онп}$  - діаметр облямовування.

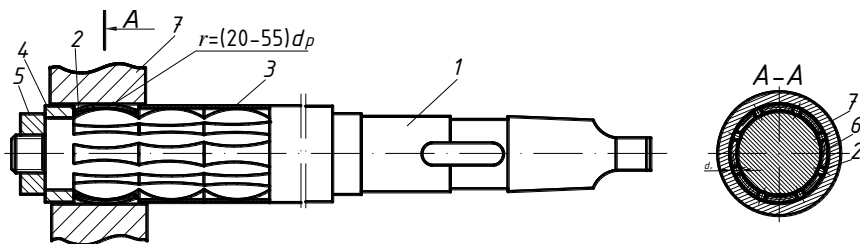


Рис. 2. Пристрій для розкатування нежорстких втулок гнучкими роликми

При підведенні пристрою до оброблюваної деталі 7 облямовування 1 підтискає ролики до оброблюваної деталі 7. При обертанні деталі зі швидкістю обкатування  $V_0$  за рахунок сили тертя деформуючі ролики разом із сепаратором 6 отримують переносний рух щодо кулачкового облямовування, при цьому ролики 2 отримують швидкий зворотно-поступальний рух в радіальному напрямку і вдаряють об поверхню деталі, викликаючи пластичну деформацію, локалізуючи її в тонкому поверхневому шарі. Внаслідок цього не виникає об'ємна деформація деталі, що є великою перевагою при обробці отворів (рис. 2). Коли ролики потрапляють на радіальні виступи, виконані в поздовжньому перетині

облямовування опуклим радіусом  $r = (20-55)d_p$ , вони згинаються і на деталі виникає еліптичний відбиток. Краї роликів в роботі не беруть участь і на обкатаній поверхні хвилястість відсутня. Подача розкатування досягає до 1 мм на оборот деталі. Пристрій призначений для розкатування отворів під палець в поршнях двигуна ДЗ7-М.

Розроблені технологія та пристрої для обкатування валів і розкатування отворів впроваджені у виробництво на ВАТ «Миколаївський глиноземний завод».

#### *Література:*

1. Бабей Ю.И. Поверхностное упрочнение металлов. / Ю.И. Бабей, Б.И. Бутаков, В.Г. Сысоев. – Киев: Наук. думка, 1995. – 256 с.
2. Рыжов Э. В. Контактная жесткость деталей машин. / Э. В. Рыжов – М.: Машиностроение, 1968. –180 с.
3. Бейлард П. П. Напряжения от локальных нагрузок в цилиндрических сосудах давления. / П.П. Бейлард // Сб. Вопросы прочности цилиндрических оболочек. – М., Оборонгиз, 1960. – С. 43 – 65.
4. Бутаков Б.И Жесткость системы станок – инструмент - деталь при обкатывании деталей роликами. / Б.И. Бутаков, А.В Зубехина. // Вісник аграрної науки Причорномор'я (випуск 4(47)).– Миколаїв: МДАУ, 2008. – С.193 – 205.
5. Шнейдер Ю.Г. Инструмент для чистовой обработки металлов давлением / Ю.Г. Шнейдер. – Л: Машиностроение, 1971. – 248 с
6. Азаревич Г.М. Размерно-чистовая обработка деталей машин пластическим деформированием взамен обработки резанием / Г.М. Азаревич, Г.Ш. Берштейн. – НииМаш. Технология обработки давлением. – 1965. – С. 134 – 159.
7. Коновалов Е.Г. Чистовая и упрочняющая ротационная обработка поверхностей / Е.Г. Коновалов, В.А. Сидоренко. – Минск: Вышэйша школа, 1968.– 364 с.
8. Пшибыльский В.П. Технология поверхностной пластической обработки / В.П Пшибыльский – М.: Металлургия, 1991. – 479 с.

### **УДК 539.3**

## **ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ МАНЖЕТНИХ УЩІЛЬНЕНЬ КОЛІНЧАСТОГО ВАЛУ ПРИ КАПІТАЛЬНОМУ РЕМОНТІ ДВИГУНІВ АВТОМОБІЛІВ**

Зарванський І.В., здобувач вищої освіти гр. М1/1маг

Миколаївський національний аграрний університет  
Науковий керівник к.т.н., доц. Марченко Д.Д.

#### ***Анотація***

Виконані експериментальні дослідження герметичності ущільнень на різних режимах роботи. Визначено вплив швидкісного, навантажувального та теплового режимів роботи на герметичність манжетних ущільнень, виявлено критичні режими роботи ущільнень і виконана оцінка показників їх надійності для розробки рекомендацій по оптимізації режимів експлуатації.

#### ***Annotation***

Experimental studies of seals sealing at different operating modes have been performed. The influence of speed, loading and heat working modes on leakage of cuff seals is determined, critical modes of seals work are revealed and an estimation of their reliability indices is developed for the development of recommendations for optimization of operation modes.