

ПЛОЩА КОНТАКТУ ІНСТРУМЕНТА З ДЕТАЛЛЮ ПРИ УЛЬТРАЗВУКОВОМУ ВИГЛАДЖУВАННІ З ПОПЕРЕДНІМ ЗАЗОРОМ

A CONTACT AREA OF THE TOOL WITH THE WORKPIECE DURING THE ULTRASONIC BURNISHING WITH A PRELIMINARY CLEARANCES

Мета. Метою роботи є вдосконалення процесу обробки циліндричних поверхонь деталей машин ультразвуковим вигладжуванням з попереднім зазором та визначення площі контакту інструмента з деталлю.

Методи дослідження. Для опису різних процесів пластичного деформування при дії ультразвукових коливань використали єдиний підхід, заснований на застосуванні реологічних моделей матеріалів при дослідженні коливань пружно-пластичних тіл і ударних явищах.

Результати. Проаналізовано процес контактної взаємодії інструмента з виробом при ультразвуковому вигладжуванні з попереднім зазором, виявлено залежності, які дають можливість розрахувати припуски на обробку.

Висновки. Отримані аналітичні залежності площі контакту при ультразвуковому вигладжуванні з попереднім зазором від параметрів обробки. Показано достатньо близьке співпадання результатів математичного моделювання і експериментальних даних по визначенню площі контакту інструмента з деталлю при ультразвуковому вигладжуванні з попереднім зазором. Показано, що існує область оптимальних подач, які дають можливість отримувати поверхні з мінімальною шорсткістю або з мікрорельєфом.

Ключові слова: ультразвукове вигладжування, площа контакту інструмента, глибина впровадження, подача, швидкість обробки, експериментальні дослідження.

Вступ

При ультразвуковому вигладжуванні з попереднім зазором площа контакту інструмента з деталлю змінюється протягом періоду коливань від нуля до максимального значення при зміні глибини впровадження інструменту від 0 до h . Очевидно, що площа контакту є функцією, яка залежить від радіуса інструмента, глибини впровадження, діаметра деталі, подачі та швидкості обробки [1,2].

Тому розробка нових методів обробки поверхонь деталей, які дозволяють отримати високі параметри якості поверхневого шару деталі є актуальною задачею сьогодення.

Постановка задачі дослідження

Контактні тиски на першій стадії впровадження, коли площа контакту інструмента близька до нуля, досягають максимальних значень. При розгляданні площі контакту слід розрізняти перше й повторне прикладання навантаження. Якщо при першому прикладанні навантаження переважає пластична деформація виступів мікронерівностей, то при повторному навантаженні, без зсуву контактуючих поверхонь, деформація буде пружною [3]. Як наслідок цього, площа контакту інструмента з

деталлю при повторному навантаженні має складатися із двох зон, а саме — пружної й пластичної або пружно-пластичної. В подальшому, при розгляданні площі контакту, матимемо на увазі її максимальне значення.

У роботах [4-6] показано, що при динамічній взаємодії інструмента з деталлю деформація поверхні деталі здійснюється впровадженням інструмента в поверхню деталі. Для з'ясування, як проходить деформація мікронерівностей — вдавленням чи зсувом, провели наступний експеримент. Відомо [6], що при коритуванні твердими мастилами типу дисульфиду молібдену або йодистого кадмію в процесах поверхневого пластичного деформування зсувна деформація локалізується в шарі мастила. При цьому, якщо деформація здійснюється зсувом, то шорсткість поверхні після обробки не змінюється. Тому провели вигладжування зразків із сталі 45, твердістю 200 НВ і вихідною шорсткістю поверхні $R_a = 4 \text{ мкм}$. Вигладжування проводили при наступних режимах: зазор $\delta = 4 \text{ мкм}$, амплітуда коливань $\xi = 12 \text{ мкм}$, подача $S = 0,01 \text{ мм/об}$, швидкість обробки $V = 90 \text{ м/хв}$ інструментом виготовленим із твердого сплаву ВК15 з радіусом робочої сфери $R = 2 \text{ мм}$. В якості мастила використовували йодистий кадмій. До та після обробки виміряли шорсткість поверхні по R_a та зняли профілограму поверхні. Шорсткість

обробленої поверхні зменшилась до $R_a = 0,25-0,32$ мкм. На профілограмі вершини мікронерівностей необробленої поверхні загострені. Водночас, вершини мікронерівностей обробленої поверхні — плоскі.

Отже можна зробити висновок, що деформація мікронерівностей проходить за рахунок вдавлювання виступів мікронерівностей у западини, оскільки зсуву деформацію виключили через застосування твердого мастила. Про те, що зсувна деформація відсутня, свідчить і той факт, що на мікрошліфах обробленої поверхні не вдалося виявити текстури, хоча зміцнення поверхні спостерігається. Базуючись на цьому висновку, можливо не враховувати позаконтактну хвилю деформації, яка виникає перед інструментом у процесах вигладжування з безперервним контактом і впливає на площу контакту [7—9].

Експериментальні дослідження поверхні контакту проводили нанесенням тонкого шару міді на твердо-сплавний індентор гальванічним способом або протиранням наконечника тканиною, змоченою у розчині сірчано-кислої міді. Після обробки таким наконечником у зоні контакту шар міді витирався, що давало змогу вимірювати площу контакту. Дослідження засвідчили, що поверхня контакту інструмента з деталлю є фігура, близька до еліпса, хоча напівосі еліпса незначно різняться між собою по довжині.

Упродовж контакту, протягом періоду коливань, робоча сфера інструмента радіусом R впровадиться в поверхню циліндричної деталі радіусом R_1 на глибину h (рисунок 1), яка, якщо знехтувати пружним відтисненням деталі h_{np} , становить

$$h = \xi - \delta. \quad (1)$$

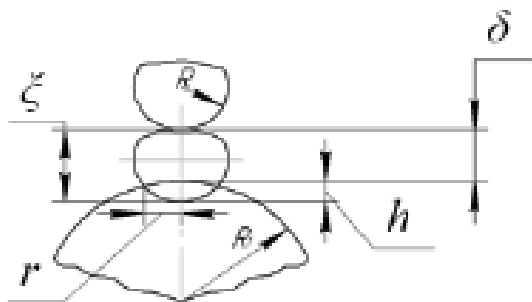


Рисунок 1— Схема впровадження інструмента в деталь протягом періоду коливань у напрямку обертання деталі.

З геометричних міркувань напіввісь еліпса у напрямку обертання деталі

$$r = \sqrt{R^2 - \left(R - \frac{2hR_1 + h^2}{2(R + R_1 + h)} \right)^2}. \quad (2)$$

Вираз (2) можливо спростити, не беручи до уваги малі величини вищого порядку,

$$r = \sqrt{\frac{2hRR_1}{R + R_1}}. \quad (3)$$

Половина довжини контакту в напрямку подачі

$$r_1 = \sqrt{h(2R - h)}. \quad (4)$$

За (3), (4) розрахували довжини контакту в напрямку обертання і подачі, вони відрізняються не більше ніж на 9 %, що співпадає з експериментальними даними.

Протягом взаємодії інструмента з деталлю він пройде шлях L у напрямку обертання, який дорівнює

$$L = \int_{t_1}^{t_2+t_3} V dt. \quad (5)$$

Підставивши значення t_1, t_2, t_3 , отримаємо

$$L = \frac{1}{\omega} \int_{\frac{1}{\omega} \arcsin \frac{\delta}{\xi}}^{\frac{1}{\omega} \left(\frac{\pi}{2} + \arcsin \frac{h_{np}}{\xi} \right)} V dt = \frac{V}{\omega} \left(\arccos \frac{\delta}{\xi} + \arcsin \frac{h_{np}}{\xi} \right). \quad (6)$$

Очевидно, що довжина контакту в напрямку обертання з урахуванням швидкості обробки

$$2a = L + 2r = \frac{V}{\omega} \left(\arccos \frac{\delta}{\xi} + \arcsin \frac{h_{np}}{\xi} \right) + 2 \sqrt{\frac{2hRR_1}{R + R_1}}. \quad (7)$$

Водночас шлях у напрямку подачі

$$L_1 = \int_{\frac{1}{\omega} \arcsin \frac{\delta}{\xi}}^{\frac{1}{\omega} \left(\frac{\pi}{2} + \arcsin \frac{h_{np}}{\xi} \right)} \frac{VS}{\pi D_1} dt = \frac{VS}{\pi D_1 \omega} \left(\arccos \frac{\delta}{\xi} + \arcsin \frac{h_{np}}{\xi} \right), \quad (8)$$

де S — поздовжня подача, D_1 — діаметр деталі.

З урахуванням (8) довжина контакту в напрямку подачі

$$2a_1 = L_1 + 2r_1 = \frac{VS}{\pi D_1 \omega} \left(\arccos \frac{\delta}{\xi} + \arcsin \frac{h_{np}}{\xi} \right) + 2 \sqrt{h(2R - h)}. \quad (9)$$

Як свідчать розрахунки, довжина контакту в напрямку подачі a_1 не залежить від швидкості обертання й величини подачі. Водночас, довжина контакту в напрямку обертання змінюється із зміною швидкості, однак ця зміна у діапазоні швидкостей від 0 до 2,2 м/с складає не більше 6 %.

За один повний оберт деталі інструмент переміщується відносно осі деталі на величину подачі S . Частина сферичної робочої поверхні інструмента контактує пружно з поверхнею деталі, обробленою на попередньому етапі (поверхня обмежена кривою АЕСД, рисунок 2), інша частина інструмента контактує пружно-пластично або пластично по поверхні, обмеженій кривою АВСЕ. Площі цих поверхонь визначимо, записавши рівняння еліпсів, показаних на рисунку 2.

$$y = \frac{a}{a_1} \sqrt{a_1^2 - x^2} \quad (10)$$

$$y = \frac{a}{a_1} \sqrt{a_1^2 - x^2} \quad (11)$$

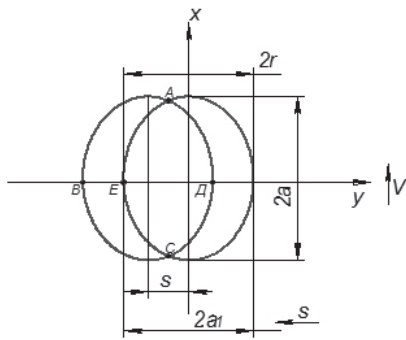


Рисунок 2 — Схема взаємодії інструмента з деталлю.

Координату x , точок А і С перетину еліпсів визначимо, розв'язавши сумісно (10) і (11).

$$x = S/2.$$

Очевидно, що площа пружно-пластичної частини зони контакту визначається наступною залежністю

$$F = 2 \int_{s/2}^{s+a_1} \frac{a}{a_1} \sqrt{a_1^2 - (x-S)^2} dx - 2 \int_{s/2}^{a_1} \frac{a}{a_1} \sqrt{a_1^2 - x^2} dx = \frac{aS}{2a_1} \sqrt{4a_1^2 - S^2} + 2aa_1 \cdot \arcsin \frac{S}{2a_1} \quad (12)$$

Повна площа контакту дорівнює

$$F = \pi \cdot a a_1 \quad (13)$$

Аналіз залежностей (12), (13) (таблиця 1) свідчить, що площа пружно-пластичної зони контакту і повна площа контакту мало залежать від швидкості обробки.

Враховуючи цей факт, а також те, що осі відбитку відрізняються між собою не більше ніж на 8 %, еліпсоподібну форму відбитка можливо замінити колоподібною радіусом r_1 , який розраховується за формулою (4). В цьому випадку рівняння (12) для пружно-пластичної зони контакту набуває вигляду

$$F = \frac{S}{2} \sqrt{4r_1^2 - S^2} + 2r_1^2 \arcsin \frac{S}{2r_1}. \quad (14)$$

Повна площа відбитку

$$F = \pi \cdot a a_1 \quad (15)$$

При виведенні залежностей (12), (13) не враховувалось пружне відновлення відбитка виконаного на попередньому етапі деформування, тому нижче розглянемо модель, яка більше відповідає реальним умовам контактування інструмента й деталі. При повному оберті деталі інструмент переміститься відносно осі деталі на величину подачі S , при цьому сферична робоча поверхня інструмента на кінцевому етапі деформування виконає лунку радіусом r_1 (рисунок 3).

Частина робочої поверхні інструмента виконує пружно-пластичну деформацію в заштрихованій області, інша частина робочої поверхні виконує пружну деформацію при взаємодії з сферичним відбитком радіусом r_3 , виконаним на попередньому етапі деформування. Координату x точок А і В перетину кіл, обмежуючих відбитки, визначимо, розв'язавши сумісно рівняння кіл (16), (17).

$$x^2 + y^2 = r_3^2, \quad (16)$$

$$(x - S)^2 + y^2 = r_1^2, \quad (17)$$

$$x = (r_3^2 - r_1^2 + S^2) / 2S. \quad (18)$$

Таблиця 1 — Значення пружно-пластичної та повної площі контакту

h, мкм	V, м/с	R= 2 мм		R= 4 мм		R= 6 мм	
		F _з , мм ²	F _{п.} , мм ²	F _з , мм ²	F _{п.} , мм ²	F _з , мм ²	F _{п.} , мм ²
1	0	0,011	0,012	0,016	0,0235	0,0193	0,0342
	0,1	0,011	0,012	0,016	0,0235	0,0193	0,0343
	0,8	0,011	0,012	0,016	0,0239	0,0196	0,0347
	1,5	0,011	0,013	0,016	0,0243	0,0198	0,0352
	2,2	0,011	0,013	0,016	0,0247	0,02	0,0356
5	0	0,0268	0,0607	0,0372	0,118	0,0445	0,172
	0,1	0,0269	0,0609	0,0373	0,118	0,0446	0,173
	0,8	0,0276	0,0624	0,0380	0,121	0,0453	0,175
	1,5	0,0282	0,0638	0,0386	0,123	0,0460	0,178
	2,2	0,0289	0,0653	0,0394	0,125	0,0467	0,181
10	0	0,0384	0,122	0,0529	0,236	0,0630	0,343
	0,1	0,0385	0,122	0,0531	0,237	0,0639	0,347
	0,8	0,0395	0,125	0,0541	0,242	0,0643	0,354
	1,5	0,0405	0,128	0,0552	0,247	0,0654	0,360
	2,2	0,0415	0,132	0,0563	0,251	0,0666	0,366

Очевидно, що площа пружно-пластичної зони контакту визначається наступним чином

$$\begin{aligned}
 F &= 2 \int_{\frac{r_3^2 - r_1^2 + S^2}{2S}}^{S+r_1} \sqrt{r_1^2 - (x-S)^2} dx - 2 \int_{\frac{r_3^2 - r_1^2 + S^2}{2S}}^{r_3} \sqrt{r_3^2 - x^2} dx = \\
 &= \frac{\pi}{2} (r_1^2 - r_3^2) - \frac{r_3^2 - r_1^2 - S^2}{2S} \sqrt{r_1^2 - \left(\frac{r_3^2 - r_1^2 - S^2}{2S}\right)^2} - \\
 &- r_1^2 \arcsin \frac{r_3^2 - r_1^2 - S^2}{2S \cdot r_1} + \\
 &+ \frac{r_3^2 - r_1^2 + S^2}{2S} \sqrt{r_3^2 - \left(\frac{r_3^2 - r_1^2 + S^2}{2S}\right)^2} + \\
 &+ r_3^2 \arcsin \frac{r_3^2 - r_1^2 + S^2}{2S \cdot r_3}.
 \end{aligned} \tag{19}$$

Рівняння (19) справедливо при умові

$$r_1 + r_3 \geq S \geq r_1 - r_3. \tag{20}$$

Якщо площа пружно-пластичної зони контакту не залежить від подачі і розраховується наступним чином

$$F = \pi(r_1^2 - r_3^2). \tag{21}$$

В цьому випадку зона контакту інструмента з деталлю повністю перекриває пластичний відбиток, виконаний на попередньому циклі деформації і повна площа контакту розраховується за формулою

$$F_n = \pi \cdot r_1^2. \tag{22}$$

Якщо $S \geq r_1 + r_3$ сферична робоча поверхня інструмента не перекриває відбитка, виконаного на попередньому циклі деформації. В цьому випадку пружно-пластична і повна площі контакту співпадають і розраховуються за формулою (22). Розрахувати r^3 слід за залежністю [3]

$$\rho^2 = \frac{N}{\pi \cdot C \cdot \sigma_s}, \tag{23}$$

де ρ — радіус площадки контакту відновленого відбитка.

Застосування подач $S \leq r_1 - r_3$ не змінює площі пружно-пластичної зони контакту і, як наслідок, не викликає зміни контактних тисків в зоні деформації. Це дозволяє зробити припущення, що застосування подач у вказаних межах не викликатиме зміни шорсткості обробленої поверхні, а подача є оптимальною з точки зору продуктивності. Цікаво відзначити, що наведені в [7] значення оптимальних подач при вигладжуванні хромових покриттів $S = 0,02 - 0,15$ мм/об співпадають із значеннями подач $S = r_1 - r_3$, отриманих розрахунком (таблиця 2).

Розрахунки проводили для умов обробки сталі 45, 200 НВ при вихідній шорсткості поверхні деталі $R_a = 1,2$ мкм.

Результати експериментальної перевірки залежностей (19) показано на рисунку 4. Суцільними лініями показано розрахункову залежність площі контакту від подачі, точками — експериментальні дані. Як видно із рисунку 4, експериментальні та розрахункові дані добре співпадають. Використання подач, при яких відбитки виконані на попередній та поточній стадіях деформації не перекриваються, дають можливість отримувати поверхні з мікрорельєфом.

Таблиця 2 — Значення $r_1 - r_3$, мм при різних глибинах упродовження

h , мкм	R , мм								
	2			4			6		
	r_1	r_3	$r_1 - r_3$	r_1	r_3	$r_1 - r_3$	r_1	r_3	$r_1 - r_3$
1	0,063	0,026	0,037	0,089	0,030	0,059	0,110	0,035	0,075
2	0,089	0,044	0,045	0,126	0,052	0,074	0,150	0,058	0,092
3	0,109	0,059	0,05	0,155	0,071	0,084	0,190	0,078	0,112
4	0,126	0,074	0,052	0,179	0,087	0,092	0,220	0,097	0,123
5	0,141	0,087	0,053	0,199	0,103	0,096	0,240	0,115	0,125
6	0,155	0,099	0,051	0,219	0,119	0,100	0,270	0,130	0,140
7	0,167	0,111	0,056	0,236	0,133	0,106	0,290	0,150	0,140
8	0,178	0,123	0,055	0,253	0,147	0,109	0,310	0,160	0,150
9	0,189	0,135	0,054	0,268	0,159	0,109	0,330	0,180	0,150
10	0,199	0,146	0,053	0,282	0,174	0,108	0,350	0,190	0,160

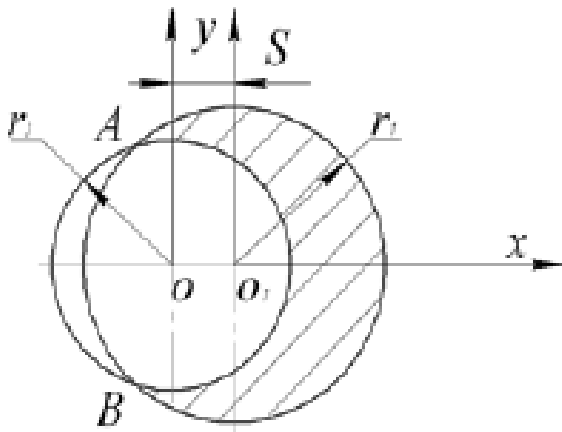


Рисунок 3 – Схема взаємодії інструмента з деталлю при пружному відновленні відбитка

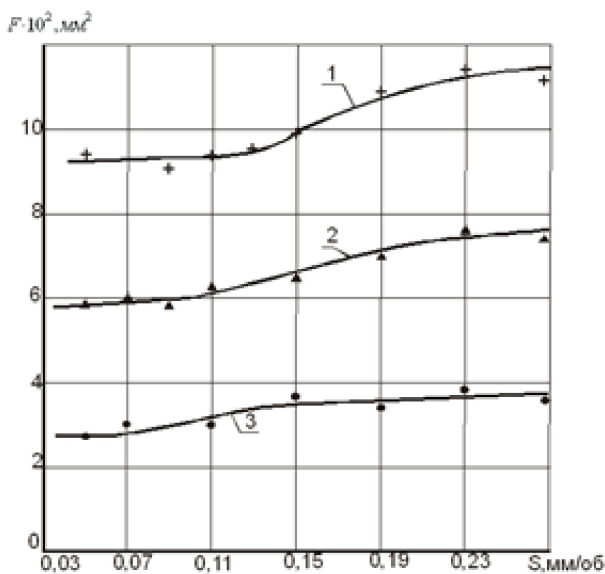


Рисунок 4 — Залежність площі контакту від подачі при обробці сталі 45:
1 — R = 6 мм; 2 — R = 4 мм; 3 — R = 2 мм.

Висновки

В результаті дослідження площі контакту інструмента з деталлю при ультразвуковому вигладжуванні з попереднім зазором, встановлено, що існує область оптимальних подач, які дають можливість отримувати поверхні з мінімальною шорсткістю або з мікрорельєфом.

Література

1. Одинцов, Л.Г. Финишная обработка деталей алмазным выглаживанием / Л.Г. Одинцов. — М.: Машиностроение, 1981. — 160 с.
2. Марков, А.И. Ультразвуковая обработка материалов / А. И. Марков. — М.: Машиностроение, 1980. — 237 с.

3. Демкин, Н.Б. Качество поверхности и контакт деталей машин / Н.Б. Демкин, Э.В. Рыжов. — М.: Машиностроение, 1981. — 244 с.

4. Клейс, И.Р. Экспериментальное и расчетное определение глубины повреждений от удара сферического индентора / И.Р. Клейс, Х.Ф. Кангур // Трение и износ. — 1987. — Т.7, №4. — С. 605 — 612.

5. Золотаревский, В.С. Механические свойства металлов / В.С. Золотаревский. — М.: Metallurgia, 1983. — 351 с.

6. Одинцов, Л.Г. Упрочнение и отделка деталей поверхностным пластическим деформированием / Л.Г. Одинцов. — М.: Машиностроение, 1987. — 328 с.

7. Турич, В.В. Контактна взаємодія інструмента з деталлю в процесі деформуючого протягування з ультразвуком / В.В. Турич, В.С. Руткевич // Промислова гідроліка і пневматика. — 2016. — №4 (54). — С. 71—76.

8. Турич, В.В. Качество поверхности деталей, обработанных деформирующим протягиванием с наложением ультразвука / В.В. Турич, В.К. Асташев // Повышение эффективности протягивания. Рига: Риж. политехн. ин-т — 1986. — С.131—135.

9. Деклараційний патент України на корисну модель № 70985 У, МПК В24В 39/00 / Спосіб ультразвукової зміцнюючої обробки / Турич В.В., Руткевич В.С.; заявник та патентовласник Вінницький національний аграрний університет. — № у 2012 00461; заявл. 16.01.12; опубл. 25.06.2012, Бюл. №12.

References

1. Odintsov, L.G. Finishnaia obrabotka detalei almaznym vyglazhivaniem / L.G. Odintsov. — М.: Mashinostroenie, 1981. — 160 s.

2. Markov, A.I. Ultrazvukovaia obrabotka materialov / A.I. Markov. — М.: Mashinostroenie, 1980. — 237 s.

3. Demkin, N.B. Kachestvo poverkhnosti i kontakt detalei mashin / N.B. Demkin, E. V. Ryzhov. — М.: Mashinostroenie, 1981. — 244 s.

4. Kleis, I.R. Eksperimentalnoe i raschetnoe opredelenie glubiny povrezhdenii ot udara sfericheskogo indentora / I. R. Kleis, Kx. F. Kangur // Trenie i iznos. — 1987. — Т.7. — №4. — С. 605 — 612.

5. Zolotarevskii, V.S. Mekhanicheskie svoistva metallov / V.S. Zolotarevskii. — М.: Metallurgia, 1983. — 351 s.

6. Odintsov, L.G. Uprochnenie i otdelka detalei poverkhnostnym plasticheskim deformirovaniem / L.G. Odintsov. — М.: Mashinostroenie, 1987. — 328 s.

7. Turych, V.V. Kontaktna vzaiemodia instrumenta z detal'iu v protsesi deformuiuchogo protiyaguvannia z ultrazvukom / V.V. Turych, V.S. Rutkevych // Promyslova gidravlika i pnevmatyka. — 2016. — №4 (54). — S. 71—76.

8. Turych, V.V. Kachestvo poverkhnosti detalei, obrabotanykh deformiruiushchim protiagivaniem s nalozheniem ultrazvuka / V.V. Turych, V.K. Astashev // Povysheniie effektivnosti protiagivaniia. Riga: Ryzh. politekhn. in-t, 1986. — S. 131—135.

9. Deklaratsiinyi patent Ukrainy na korysnu model № 70985 U, МПК В24В 39/00 /Sposib ultrazvukovoi zmitsniuiuchoi obrobky / Turych V.V., Rutkevych V.S.; zaiavnyk ta patentovlasnyk Vinnytskyi natsionalnyi agrarnyi universytet — № u2012 00461; zaiavl. 16.01.12; opubl. 25.06.2012, Vyul. № 12.

Надійшла 16.01.2017 року

УДК 621.787

Площадь контакта инструмента с деталью при ультразвуковом выглаживании с предшествующим зазором

В.В. Турич,
В.С. Руткевич,
В.Ю. Янишевский

Цель. Целью работы является совершенствование процесса обработки цилиндрических поверхностей деталей машин ультразвуковым выглаживанием с предварительным зазором и определения площади контакта инструмента с деталью.

Методы исследования. Для описания различных процессов пластического деформирования при действии ультразвуковых колебаний применен единый подход, основанный на использовании реологических моделей материалов (успешно применяемый при исследовании колебаний пружинно-пластических тел и ударных явлений).

Результаты исследования. Проанализирован процесс контактного взаимодействия инструмента с деталью при ультразвуковом выглаживанием с предварительным зазором; определены зависимости, которые дают возможность рассчитать припуски на обработку.

Выводы. Получены аналитические зависимости площади контакта при ультразвуковом выглаживании с предварительным зазором от параметров обработки. Показано достаточно близкое совпадение результатов математического моделирования и экспериментальных данных по определению площади контакта инструмента с деталью при ультразвуковом выглаживании с пред-

варительным зазором. Установлено, что существует область оптимальных подач, которые дают возможность получать поверхности с минимальной шероховатостью или с микрорельефом.

Ключевые слова: ультразвуковое выглаживание, площадь контакта инструмента, глубина внедрения, подача, скорость обработки, экспериментальные исследования.

UDC 621.787

Aa contact area of the tool with the workpiece during the ultrasonic burnishing with a preliminary clearances

V.V. Turych
V.S. Rutkevych,
V.Yu. Yanishevsky

Aim. The aim of this article is to improve the cylindrical surfaces of machine parts processing by ultrasonic burnishing with a preliminary clearance and determined contact area of the tool and the workpiece.

Research methods. To describe the various processes of plastic deformation under the influence of ultrasonic vibrations, we have provided a unified approach based on the use of rheological models of materials (successfully implemented in the study of elastic-plastic bodies' vibrations and shock phenomena).

Research results. The process of contact interaction of the instrument with the workpiece during the ultrasonic burnishing with a preliminary clearance was analyzed; the dependencies allowing to calculate the assumptions for processing were found.

Conclusions. The analytical dependences of the contact area during the ultrasonic burnishing with a preliminary clearance and the processing parameters were obtained. A sufficiently close coincidence of the mathematical modeling results and the experimental data on the determination of the contact area of the tool with the workpiece during the ultrasonic burnishing with a preliminary clearance is demonstrated. It is shown that there is a range of optimal feed-motions that gives the possibility of obtaining the surfaces with a minimal roughness or with a microrelief.

Keywords: ultrasonic burnishing, the contact area of the tool, workpiece, depth of deployment, feed-motion, processing speed, experimental research.