

УДК 621.82

© В.І. Диня, к.т.н.,

ВП НУБіП України «Бережанський агротехнічний інститут»

ТЕХНІКО–ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ ОБЕРТОВИХ ВТУЛОК У СВЕРДЛИЛЬНИХ КОНДУКТОРАХ

Представлена конструкція пристрою для дослідження процесу зношення кондукторних втулок свердлильних пристроїв і свердел з постійними кондукторними втулками і кондукторними втулками виконаними у вигляді радіально-упорних підшипників, який забезпечує підвищення експлуатаційної надійності і довговічності кондукторів. Виведено аналітичні залежності процесів зношування поверхні кондукторних втулок від конструктивних параметрів та параметрів взаємодії системи свердління та кондукторної втулки. Економічно обґрунтовано впровадження удосконаленої конструкції.

СВЕРДЛИЛЬНИЙ ПРИСТРІЙ, КОНДУКТОРНІ ВТУЛКИ, СВЕРДЛА, ЗНОШЕННЯ.

Постановка проблеми. Сучасні реалії ринкової економіки в умовах жорсткої конкуренції вимагають постійної модернізації та розширення існуючої номенклатури товарів та застосування в технологічних процесах виготовлення та ремонту сільськогосподарських машин універсальних пристроїв, зокрема кондукторів і багатощпіндельних головок, що дасть змогу покращити якість продукції, зменшити собівартість їх виготовлення та зробити виробництво гнучким і швидко переналагоджуваним на різні типорозміри деталей машин.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Розробленню конструкцій кондукторів для свердління отворів у деталях машин під час їх виготовлення і відновлення присвячено багато праць, тим більше, що кондуктори використовують на кожному машинобудівному підприємстві. У роботах професорів Б.І. Костецького [1] і Н.В. Крагельського [2] подані методики розрахунку надійності й довговічності деталей тертя загального призначення. У роботі М.А. Ансьорова [3] йдеться про стаціонарні кондуктори, розраховані для крупносерійного і масового виробництва, тобто у яких немає гнучкості, що важлива в умовах сучасного виробництва. У роботі А.К. Горошкина [4] проведено розрахунок кондукторів на точність, але не враховано зношення однієї із найважливіших частин – кондукторної втулки. Крім того, мало уваги приділено обертовим кондукторним

втулкам, як самим надійним і довговічним. В роботі О.О. Жолобова [5] і Б.М. Гевка [6] представленні технічні умови підвищення надійності і довговічності деталей машин. Крім того, мало уваги приділено обертовим кондукторним втулкам.

Тому **метою дослідження** є обґрунтування доцільності використання обертових втулок у свердлильних кондукторах.

Результати дослідження. Свердлильний поворотний пристрій (рис. 1) [7] виконано у вигляді плити основи 1, на якій змонтований пристрій і на шарнірах 2 жорстко встановлено нижню поворотну плиту 3 з можливістю провертання на певний кут у вертикальній площині перпендикулярній до видовженої сторони плити основи. З правого кінця зверху до нижньої поворотної плити 3 на циліндричному шарнірі 4 жорстко закріплено верхню поворотну плиту 5 з можливістю кутового напрямку у вертикальній площині перпендикулярній до попереднього повороту. Нижня поворотна плита 3 і плита основа 1 з'єднані між собою стяжними болтами 6 з можливістю відносного переміщення, на які встановлені розтискні пружини 7 для їх розтискання з можливістю відносного переміщення.

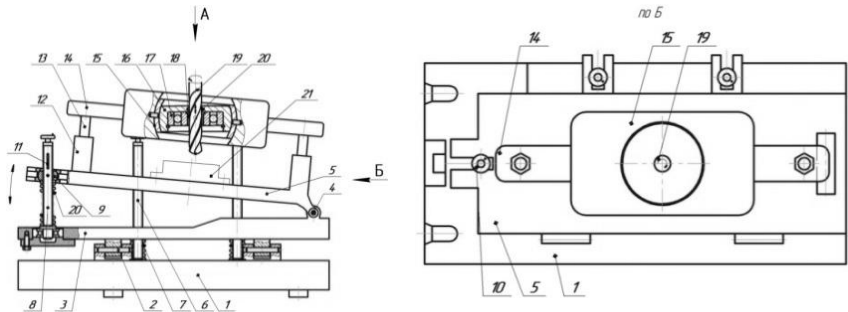


Рис. 1 – Конструкція поворотного свердлильного кондуктора

З лівого кінця верхньої поворотної плити 5 вертикально встановлено регульовальний гвинт 8, вісь якого є паралельною до осей стяжних болтів, який зверху з'єднаний зі сферичною гайкою 9, яка жорстко закріплена у верхній поворотній плиті 5 відомим способом з можливістю її повороту під кутом до нижньої поворотної плити 3 під певним кутом. На регульовальний гвинт 8, між верхньою поворотною плитою 5 і нижньою поворотною плитою 3 встановлено пружину 10 для їх розтискання. На регульовальному гвинту 8 нанесена шкала 11 величини кута повороту верхньої поворотної плити 5. З правої сторони від регульовального гвинта 8 зверху верхньої поворотної плити 5 виконано вертикальні виступи 12, зверху яких жорстко встановлені

вертикальні колонки 13, до яких жорстко закріплена кондукторна плита 14, в центрі якої виконано сферичний отвір 15, який є у взаємодії зі сферичним корпусом 16. В цей корпус встановлено радіально-упорний підшипник 17 відомим способом зі змінною втулкою 18, яка є у взаємодії з свердлом 19 з можливістю провертання під кутом і системою змащення у вигляді войлочно-змащувального кільця 20, яке зв'язано з системою змащення (на кресленні не показано). Підшипник 17 зафіксовано в корпусі 16 стопорним кільцем відомим способом. Зверху верхньої поворотної плити 5 встановлена заготовка 21 для її оброблення.

Під час свердління отворів свердло і втулка контактено взаємодіють. Використання стаціонарних нерухомих кондукторних втулок призводить до того, що поверхні втулок зношуються внаслідок обертОВОГО і лінійного руху по них свердла. Під час використання обертОВОГО втулок на підшипниках контактна поверхня втулок зношується в основному – через лінійне переміщення свердла.

Величину зношування втулок для даних умов визначають інтенсивністю зношування k , яка залежить від матеріалу втулки та свердла, їхньої твердості, шорсткості поверхонь, використання змащувально-охолоджуючі рідини (ЗОР), та інше. Інтенсивність зношування визначаємо експериментально. Оскільки тертя між втулкою і свердлом нормальне, без патологічних особливостей, згідно з літературними даними [1] $k = 2 \cdot 10^{-3} \text{ мкм/м}$.

Величина зношування втулки під час оброблення партії деталей визначається з залежностей:

– для обертОВИХ втулок:

$$h_1 = l_1 \times k \times w, \quad (1)$$

де k – інтенсивність зношення, мкм/м; h_1 – величина зношення обертОВОЇ втулки, мкм; l_1 – шлях контакту між обертОВОЮ втулкою і свердлом, м; w – кількість деталей у партії;

– для нерухомих втулок:

$$h_2 = l_2 \cdot k \cdot w, \quad (2)$$

де h_2 – величина зношення нерухоМОЇ втулки, мкм; l_2 – шлях контакту між нерухоМОЮ втулкою і свердлом, м; w – кількість деталей у партії.

Шлях контакту між обертОВОЮ втулкою і свердлом визначають за формулою:

$$l_1 = k_1 H (1 + k_2), \quad (3)$$

де k_1 – коефіцієнт проковзування, $k_1 = 1, 2, \dots, 1, 4$; H – довжина свердління, м; k_2 – коефіцієнт, що враховує зменшення нормальної сили на поверхнях контакту під час зворотного ходу свердла, $k_2 = 0, 4, \dots, 0, 8$.

Шлях контакту між нерухомою втулкою і свердлом визначають за формулою:

$$l_2 = H \cdot \left(\frac{1}{S_1} \sqrt{4\pi^2 r^2 + S_1^2} + \frac{k_2}{S_2} \sqrt{4\pi^2 r^2 + S_1^2} \right), \quad (4)$$

де S_1 – величина подачі свердла під час врізання, м/об; r – радіус свердла, м; k_2 – коефіцієнт, що враховує зменшення нормальної сили на поверхнях контакту під час зворотного ходу свердла, $k_2=0,4\dots0,8$; S_2 – величина подачі свердла під час зворотного ходу, м/об.

Довжину свердління визначається з залежності:

$$H = H_1 + H_2 + H_3, \quad (5)$$

де H_1 – висота втулки, м; H_2 – зазор між втулкою і деталлю, м; H_3 – глибина отвору, м.

Коефіцієнт зменшення зношення обертових втулок порівняно із нерухомими визначають з залежності:

$$k_n = \frac{k_1(1+k_2) \cdot K_3}{\frac{1}{S_1} \sqrt{4\pi^2 r^2 + S_1^2} + \frac{k_2}{S_2} \sqrt{4\pi^2 r^2 + S_1^2}}, \quad (6)$$

де K_3 – коефіцієнт, що враховує зменшення нормальних сил на поверхні контакту свердла під час прямого і зворотнього ходу, $k_3 \approx 0,7\dots0,9$.

Необхідну кількість втулок для виготовлення партії деталей визначають із залежності:

– обертових втулок:

$$m_1 = h_1 / h_{max}, \quad (7)$$

де m_1 – необхідна кількість обертових втулок; h_{max} – максимально допустима величина зношення втулки, мкм.

– нерухомих втулок:

$$m_2 = h_2 / h_{max}, \quad (8)$$

де h_{max} – максимально допустима величина зношення втулки, мкм.

Враховуючи значення формул (1) і (3), визначають необхідну кількість обертових втулок:

$$m_1 = \frac{k_1 \cdot k \cdot w \cdot H(1+k_2)}{h_{max}}. \quad (9)$$

Враховуючи значення формул (2) і (4), визначають необхідну кількість нерухомих втулок:

$$m_2 = \frac{k \cdot w \cdot H \left(\frac{1}{S_1} \sqrt{4\pi^2 r^2 + S_1^2} + \frac{k_2}{S_2} \sqrt{4\pi^2 r^2 + S_1^2} \right)}{h_{max}}. \quad (10)$$

де r – радіус свердла, м; h_{max} – максимально допустима величина зношення втулки, мкм.

Економічний ефект від застосування обертових втулок визначають за формулою:

$$C = C_1 - C_2. \quad (11)$$

Собівартість використання нерухокої втулки

$$C_1 = P_1 \cdot m_1, \quad (12)$$

де P_1 – вартість однієї нерухокої втулки, грн.; m_1 – необхідна кількість нерухомих втулок. Собівартість використання обертової втулки:

$$C_2 = P_2 \cdot m_2, \quad (13)$$

де P_2 – вартість однієї обертової втулки, грн.; m_2 – необхідна кількість обертових втулок.

Для прикладу, після проведених розрахунків і пошукових дослідів, встановлено, що економічний ефект від застосування обертових втулок під час свердління отворів діаметром 10 мм на глибині свердління 20 мм за величини партії деталей 10000 шт. становить 132 грн.

Графік залежності величини зношення нерухокої втулки від радіуса робочого свердла показано на рис. 3 звідти видно, що при збільшенні радіуса свердла і відповідно радіуса оброблення величина зношення нерухокої втулки зростає, а при зменшенні величини подачі величина зношення втулки зменшується.

На рисунку 4 зображено графік залежності величини зношення обертової втулки від кількості деталей у партії.

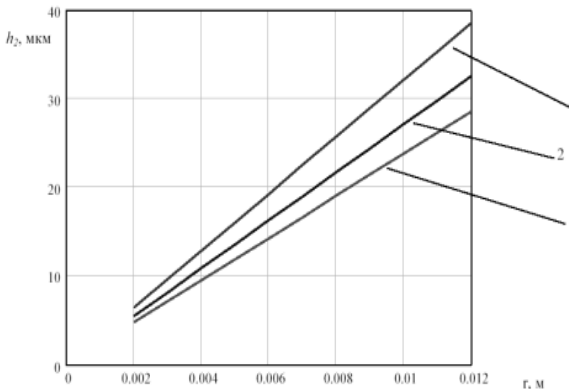


Рис. 3 – Графік залежності величини зношення нерухокої втулки від радіуса свердла: 1 – $S=0,2$ мм/об.; 2 – $S=0,25$ мм/об.; 3 – $S=0,3$ мм/об.

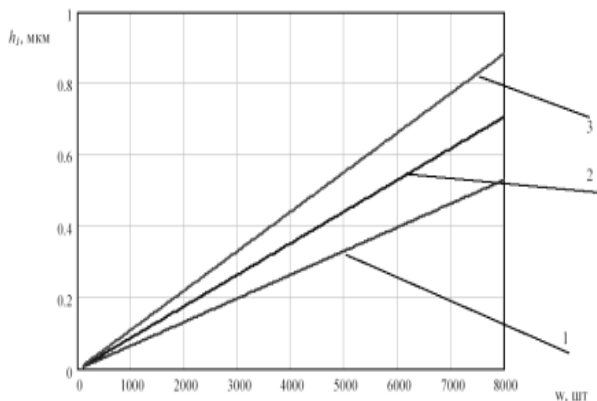


Рис. 4 – Графік залежності величини зношення втулки від кількості деталей у партії: 1 – $H=20$ мм; 2 – $H=25$ мм; 3 – $H=30$ мм

Згідно з цього графіка робимо **висновок**, що за збільшення кількості деталей у партії та висоти втулки величина зношення обертової втулки зростає.

Література

1. Костецький В.И. Надежность и долговечность машин / Костецький В. И. – К.: Техника, 1975. – 408 с.
2. Крагельский Н.В. Основы расчета на трение и износ / Крагельский Н.В, Добычин М.Н., Комбалов В.С. – М.: Машиностроение, 1977. – 526 с.
3. Ансеров М. А. Приспособления для металлорежущих станков / Ансеров М. А. – М.: Изд. Машиностр., 1975. – 658 с.
4. Горошкин А.К. Приспособления для металлорежущих станков / Горошкин А.К. – М.: Машиностроение, 1973. – 303 с.
5. Пат. №56735 Україна. МПК В23В 49/00. Кондуктор накладний. Гевко І.Б., Ляшук О.Л., Диня В.І. та інші. Заявник і власник патенту Тернопільський державний технічний університет імені Івана Пулюя. – №и 201008318; заявл. 05.07. 10; опубл. 25.01. 11, Бюл. №2, 2011.
6. Жолобов О.О., Мельничук П.П. та інші. Технологія автоматизованого виробництва. – Житомир, 2008. – 1014 с.
7. Гевко Б.М., Радик Д.Л., Гевко І.Б. Технології сільськогосподарського машинобудування. – К.: Кондор, 2009. – 495 с.

Рецензент д.т.н., проф. Б.М. Гевко