

УДК 621.84

**М. Пилипець, докт. техн. наук; А. Дячун, канд. техн. наук;
О. Ляшук, канд. техн. наук; А. Гагалюк**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ПЕРЕНАЛАГОДЖУВАНОВОГО КОНДУКТОРА ДЛЯ СВЕРДЛІННЯ ОТВОРІВ

Резюме. Зображено конструкцію переналагоджуваного кондуктора для свердління отворів у деталях машин, яка забезпечує підвищення надійності й довговічності кондукторних втулок. Наведено теоретичні залежності зношення поверхні кондукторних втулок від конструктивних параметрів і параметрів взаємодії свердло-кондукторної втулки. Підраховано економічну доцільність удосконаленої конструкції.

Ключові слова: переналагоджуваний свердлильний кондуктор, радіально-упорний підшипник, змінна кондукторна втулка.

M. Pylypets, A. Dyachun, O. Lyashuk, A. Gagalyuk

A GROUND OF PARAMETERS OF ADJUSTING CONDUCTOR IS FOR WIMBLING

The summary. Construction of adjusting conductor is presented for the drilling opening in the details of machines, which provides the rise of reliability and longevity of conductor bushes. The theoretical dependence of wear of surface of conductor bushes from structural parameters and parameters of co-operation of system drill and bush are developed. Economical viability of the improved construction is calculated.

Key words: adjusting drilling conductor, radial bearing, changeable conductor bush.

Умовні позначення:

k – інтенсивність зношення, мкм/м;
 h_1 – величина зношення обертової втулки, мкм;
 h_2 – величина зношення нерухомої втулки, мкм;
 l_1 – шлях контакту між обертовою втулкою і свердлом, м;
 w – кількість деталей у партії;
 l_2 – шлях контакту між нерухомою втулкою і свердлом, м;
 k_1 – коефіцієнт проковзування, $k_1=1,2\dots1,4$;
 H – довжина свердління, м;
 k_2 – коефіцієнт, що враховує зменшення нормальної сили на поверхнях контакту під час зворотного ходу свердла, $k_2=0,4\dots0,8$;
 S_1 – величина подачі свердла під час врзання, м/об;
 r – радіус свердла, м;
 S_2 – величина подачі свердла під час зворотного ходу, м/об;
 H_1 – висота втулки, м;
 H_2 – зазор між втулкою і деталлю, м;
 H_3 – глибина отвору, м;
 h_{max} – максимально допустима величина зношення втулки, мкм;
 t_1 – необхідна кількість обертових втулок;
 t_2 – необхідна кількість нерухомих втулок;
 C – економічний ефект від застосування обертових кондукторних втулок, грн;
 C_1 – собівартість використання нерухомої втулки, грн;
 C_2 – собівартість використання обертової втулки, грн;
 P_1 – вартість однієї нерухомої втулки, грн;
 P_2 – вартість однієї обертової втулки, грн.

Актуальність теми. Сучасний стан розвитку машинобудування в умовах ринкової економіки вимагає нових шляхів підвищення експлуатаційних і технологічних параметрів деталей машин, технологічного оснащення, що дасть змогу поліпшити

якість продукції та зробити виробництво гнучким і швидко переналагоджуваним на різні типорозміри деталей машин, кількість яких визначають потреби ринку.

Аналіз останніх результатів досліджень. Розробленню конструкцій кондукторів для свердління отворів у деталях машин присвячено багато праць, тим більше, що кондуктори використовують на кожному підприємстві середнього машинобудування. У роботах професора Б.І. Костецького [1] подано методику розрахунку надійності й довговічності деталей тертя загального призначення. У роботі М.А. Ансьорова [2] 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 [3] проведено розрахунок кондукторів на точність, але не враховано зношення однієї із найважливіших частин – кондукторної втулки. Крім того, мало уваги приділено обертовим кондукторним втулкам.

Мета роботи. Розробити конструкцію переналагоджуваного кондуктора із обертовими кондукторними втулками та провести порівняльний аналіз нерухомих і обертових кондукторних втулок щодо стійкості до зношування.

Роботу виконано згідно з координаційним планом Комітету з питань науки і техніки та Міністерства освіти і науки України з розділу "Машинобудування", "Високоєфективні технологічні процеси в машинобудуванні" на 2010-2015 рр.

Реалізація роботи. Переналагоджуваний свердлильний кондуктор виконано у вигляді верхньої плити 1, по центру якої зверху виконано ступінчастий циліндричний отвір 2, у який запресований радіально упорний підшипник 3, вісь якого співпадає з віссю свердла 4. У внутрішній отвір внутрішнього кільця 5 підшипника запресована змінна втулка 6 з буртом 7, довжиною меншою від ширини підшипника, з можливістю колового повертання з внутрішнім кільцем підшипника 3 і свердлом 4. Знизу у зовнішньому кільці підшипника виконана кільцева канавка 8, яка взаємодіє зі стопорним кільцем 9, внутрішній діаметр якої взаємодіє із зовнішньою кільцевою виточкою 10 внутрішнього кільця підшипника 3.

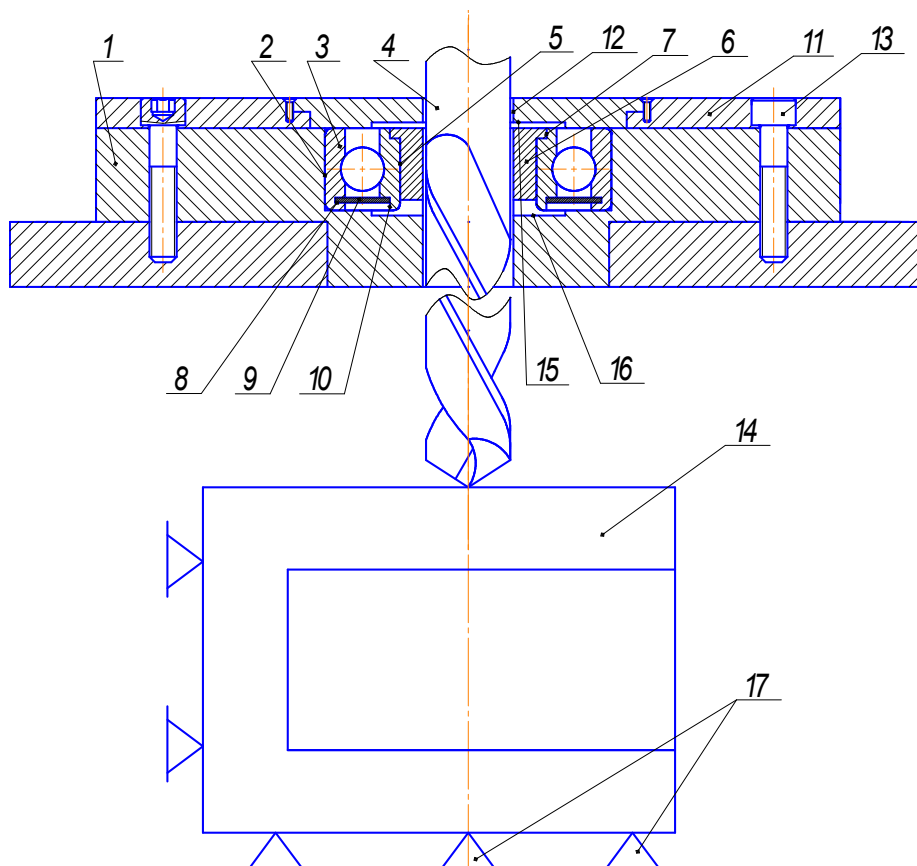


Рисунок 1 – Кондукторна плита із обертовою втулкою [5]

У зоні кондукторної плити 1 встановлено кришку 11 з центральним отвором 12, у який встановлено свердло 4 для вільного його переміщення і яка жорстко прикріплена до кондукторної плити за допомогою гвинтів 13. Знизу під кондукторною плитою 1, напроти свердла 4 жорстко встановлена заготовка 14. Для вільного повертання внутрішнього кільця 6 підшипника 3 по його периметру зверху і знизу виконані виточки 15 і 16 з мінімальною висотою, які забезпечують можливість вільного повертання внутрішнього кільця підшипника 3 зі змінною втулкою 7 і свердлом 4.

Переналагоджуваний свердлильний кондуктор для свердління отворів складають так. Заготовку 14 встановлюють у пристрій (на кресленні зображено тільки кондукторну плиту) на опори 17, які зображено схематично. Свердло вводять в отвір 12 кришки 11 і змінної втулки 6, підшипника 3 до оброблюваної деталі 14. У процесі обертання свердло разом з внутрішнім кільцем підшипника 3 обертається, що значно зменшує силу тертя свердла по кондукторній втулці і підвищує надійність і довговічність як самої втулки, так і свердла.

Для забезпечення змащення у зону кульок підводять мастило через маслянку, яку на кресленні не зображено.

Замінюють змінну втулку 7 так. Знімають кришку 11 за допомогою відомого знімача, тоді її випресовують і на це місце запресовують змінну втулку із заданим внутрішнім діаметром. Після цього кришку 11 прикріплюють до кондукторної плити 1.

Переваги переналагоджуваного свердлильного кондуктора – простота конструкції, можливість переналагодження на свердління й інших діаметрів у заготовках, зменшення сил тертя свердла з кондукторною втулкою через підшипник, відповідно збільшення точності оброблювальних отворів, зменшення енерговитрат та спрацювання свердла і кондукторної втулки.

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

Величину зношування втулок для даних умов визначаємо інтенсивністю зношування k , яка залежить від матеріалів втулки та свердла, їхньої твердості, шорсткості поверхонь, використання ЗОР. Інтенсивність зношування визначаємо експериментально. Оскільки тертя між втулкою і свердлом нормальне, без патологічних особливостей, згідно з літературними даними [1] $k = 2 \cdot 10^{-3} \frac{\text{МКМ}}{\text{М}}$.

Величина зношування втулки під час оброблення партії деталей:

– для обертових втулок

$$h_1 = l_1 \cdot k \cdot w; \quad (1)$$

– для нерухомих втулок

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

Шлях контакту між обертовою втулкою і свердлом визначаємо за формулою

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

Шлях контакту між нерухомою втулкою і свердлом визначаємо за формулою

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

Довжину свердління визначаємо за виразом

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

Визначаємо коефіцієнт зменшення зношення обертових втулок порівняно із нерухомими

$$k_3 = \frac{k_1(1+k_2)}{\frac{1}{S_1}\sqrt{4\pi^2 r^2 + S_1^2} + \frac{k_2}{S_2}\sqrt{4\pi^2 r^2 + S_2^2}}. \quad (6)$$

Визначаємо необхідну кількість втулок для виготовлення партії деталей:

– обертових втулок

$$m_1 = \frac{h_1}{h_{\max}}; \quad (7)$$

– нерухомих втулок

$$m_2 = \frac{h_2}{h_{\max}}. \quad (8)$$

Враховуючи формули (1) і (3), маємо необхідну кількість обертових втулок

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

Враховуючи формули (2) і (4), маємо необхідну кількість нерухомих втулок

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

Економічний ефект від застосування обертових втулок визначаємо за виразом

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

Собівартість використання нерухокої втулки

$$C_1 = P_1 \cdot m_2. \quad (12)$$

Собівартість використання обертової втулки

$$C_2 = P_2 \cdot m_1. \quad (13)$$

Як приклад, після проведених розрахунків встановлено, що економічний ефект від застосування обертових втулок під час свердління отворів діаметром 8мм на глибині свердління 15мм при величині партії деталей 10000 шт. становить 110 грн.

Графік залежності величини зношення нерухокої втулки від радіуса робочого свердла показано на рис. 2.

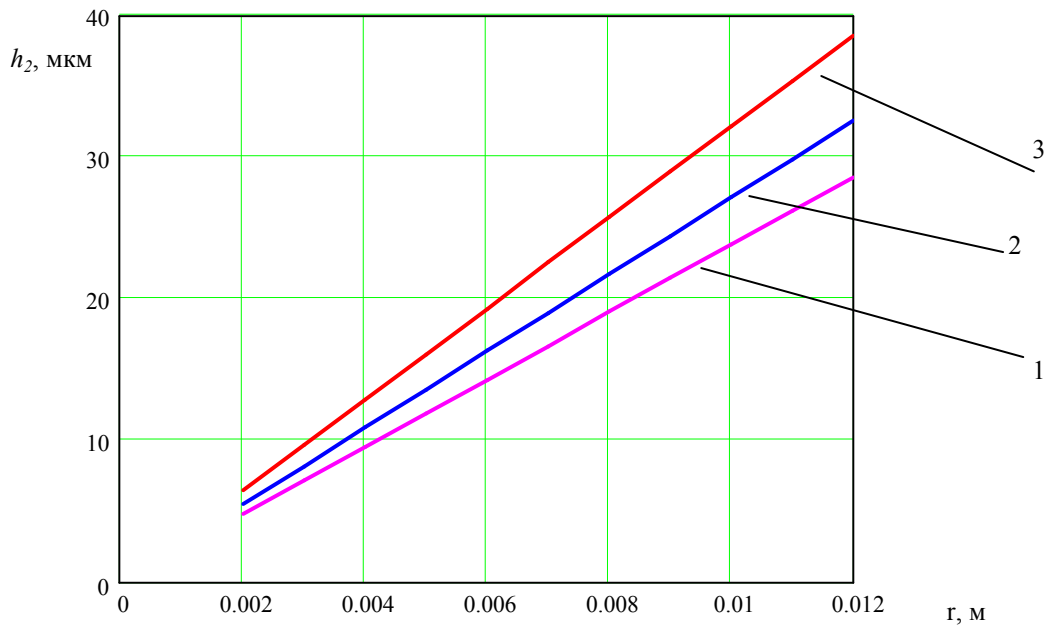


Рисунок 2 – Графік залежності величини зношування нерухокої втулки від радіуса свердла:
1 – $S_1=0,2$ мм/об; 2 – $S_1=0,25$ мм/об; 3 – $S_1=0,3$ мм/об

Згідно з графіком на рис. 2 робимо висновок, що при збільшенні радіуса свердла і відповідно радіуса оброблення величина зношування нерухокої втулки зростає, а при зменшенні величини подавання величина зношування втулки збільшується.

На рисунку 3 зображено графік залежності величини зношування обертової втулки від кількості деталей у партії.

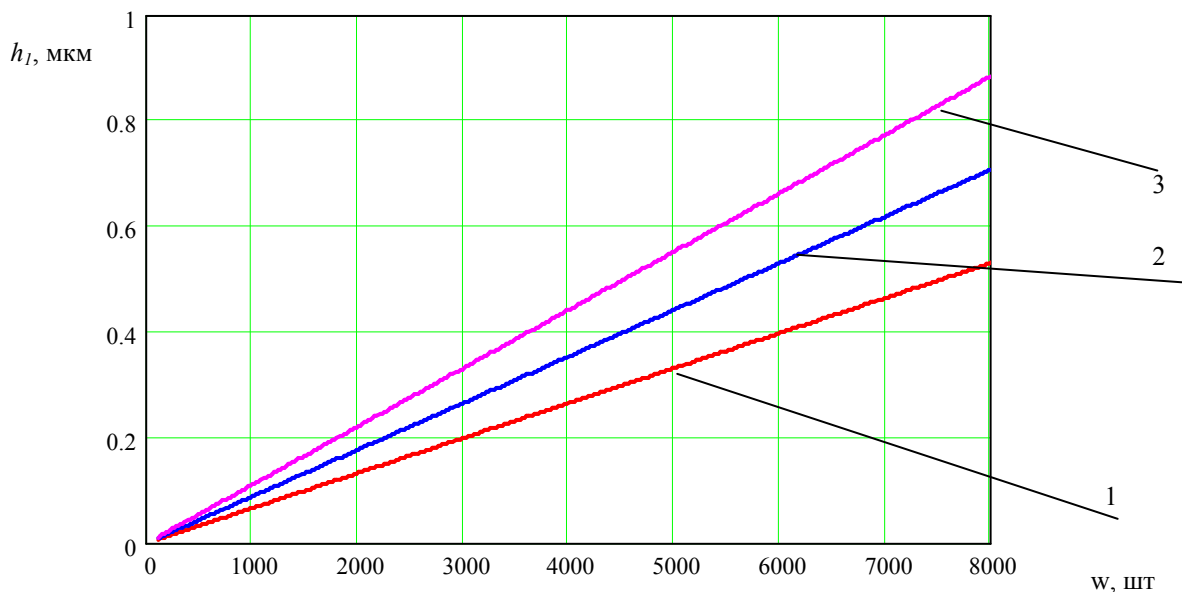


Рисунок 3 – Графік залежності величини зношення втулки від кількості деталей у партії:
1 – $H=20$ мм; 2 – $H=25$ мм; 3 – $H=30$ мм

Згідно з графіком на рис. 3 робимо висновок, що при збільшенні кількості деталей у партії та висоти втулки величина зношення обертової втулки зростає.

Висновки. На основі проведених досліджень можна зробити такі висновки:

1. Подано конструкцію кондукторної плити із обертовими втулками на базі радіальних підшипників для свердління отворів. Переваги кондукторної плити: простота конструкції, можливість перенастроювання на свердління й інших діаметрів у заготовках, зменшення сил тертя свердла з кондукторною втулкою через підшипник,

відповідно збільшення точності оброблювальних отворів і зменшення енерговитрат та спрацювання свердла і кондукторної втулки.

2. Досліджено вплив технологічних параметрів процесу свердління і конструктивних параметрів втулки на величину її зношування. Проведено порівняльний аналіз застосування обертових кондукторних втулок і нерухомих кондукторних втулок. Визначено величину зношування, необхідну кількість і собівартість кондукторних втулок двох типів. Встановлено, що при значній величині партії деталей доцільно застосовувати обертові втулки. Зображено відповідно до розрахунків графічні залежності.

Література

1. Костецкий В. И. Надежность и долговечность машин / Костецкий В. И. – К. : Техника, 1975. – 408 с.
2. Ансеров М. А. Приспособления для металлорежущих станков / Ансеров М. А. – М : Изд. Машиностр., 1975. – 658 с.
3. Горошкин А.К. Приспособления для металлорежущих станков / Горошкин А.К. – М.: Машиностроение, 1973. – 303 с.
4. Крагельский Н.В. Основы расчета на трение и износ / Крагельский Н.В, Добычин М.Н., Комбалов В.С. – М. : Машиностроение, 1977. – 526 с.
5. Пат. №37301 Україна, МПК В23В 49/02. Кондукторна плита свердлильного пристрою / Гупка Б.В., Стойко І.І., Гевко І.Б.; заявник і патентовласник Тернопільський державний технічний університет. – №2001042269 ; заявл. 05.04.01 ; опубл. 15.11.01, Бюл. №10.

Одержано 16.01.2010 р.