

УДК 621. 81

Б.М. Гевко, проф., д-р техн. наук, О.Л. Ляшук, канд. техн. наук, Ю.Я. Вовк, канд. техн. наук, А.Б. Гупка

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## Дослідження процесу зношення пар тертя свердлильних кондукторів

Приведена конструкція переналагоджувального кондуктора для обробки отворів в деталях машин, яка забезпечує підвищення експлуатаційної надійності і довговічності кондукторних втулок, які саме більше зношуються, а також якість оброблювальних деталей. Виведені аналітичні залежності для визначення величини зношення кондукторних втулок від конструктивних, технологічних параметрів їх взаємодії з свердлом. **переналагоджувальний свердлильний кондуктор, кондукторна втулка, свердло, радіально-упорний, зусилля**

**Постановка питання.** Технічне переозброєння всього народного господарства країни пов'язана з машинобудуванням, яке має першочергове завдання покращення експлуатаційних та технологічних параметрів деталей машин, які б дали змогу покращити якість продукції, зменшити собівартість її виготовлення та ремонту. В машинобудуванні важливе місце посідає задача підвищення експлуатаційної надійності і довговічності технологічного оснащення, в тому числі переналагоджувальних свердлильних пристроїв.

**Аналіз останніх результатів досліджень.** Розробленню конструкцій кондукторів для свердління отворів в деталях машин присвячено багато праць, тим більше, що кондуктори використовуються на кожному підприємстві середнього машинобудування. В роботах професора Костецького Б.І. [1] представлена методика розрахунку надійності і довговічності деталей тертя загального призначення. В роботі Ансьорова М. А. [2] представлено стаціонарні кондуктори, що розраховані для крупносерійного і масового виробництва, тобто у них відсутня гнучкість, яка важлива в умовах сучасного виробництва. В роботі Горошкина А. К. [3] представлено розрахунок кондукторів на точність, при цьому не враховано зношення однієї із найважливіших частин кондуктора – кондукторної втулки. Крім того мало уваги приділено обертовим кондукторним втулкам.

**Мета роботи.** Тому метою даної роботи є розробити конструкцію переналагоджуваного кондуктора із обертовими кондукторними втулками та провести порівняльний аналіз нерухомих і обертових кондукторних втулок з точки зору їх стійкості до зношення.

Робота виконана згідно координаційного плану 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.** Переналагоджувальний свердлильний кондуктор який виконано у вигляді верхньої плити 1, по центру якої зверху виконано ступінчастий циліндричний отвір 2 в який запресований радіально - упорний підшипник 4, вісь якого співпадає з віссю свердла 9. У внутрішній отвір внутрішнього кільця підшипника запресована втулка 6 з виконаним буртом, довжиною більшою ширини підшипника, з можливістю кругового провертання з внутрішнім кільцем підшипника і свердлом 9 у внутрішній отвір якої запресована змінна втулка 8, яку змінюють на іншу втулку з іншим внутрішнім отвором. Знизу зовні втулки 6 виконана кільцева канавка 3 в яку встановлено стопорне кільце, яке зверху є у взаємодії з нижнім торцем внутрішнього кільця підшипника 4.

В зоні кондукторної плити 1 встановлено кришку 7 з центральним отвором, в який встановлено свердло 9 для вільного його переміщення і яка жорстко закріплена до кондукторної плити за допомогою гвинтів 12. Знизу під кондукторною плитою 1, напроти свердла жорстко встановлена заготовка 11. Для вільного провертання внутрішнього кільця підшипника 4 по його периметру зверху і знизу виконана виточка з мінімальною висотою які забезпечують можливість вільного провертання внутрішнього кільця підшипника зі змінною втулкою 8 і свердлом.

Робота переналагоджувального свердлильного кондуктора для свердління отворів здійснюється наступним чином. Заготовка 11 вставляється в пристрій до кондукторної плити в зборі на опори 13, відомим способом, які зображено схематично. Свердло 9 вводиться в отвір змінної втулки 4 підшипника 3 до оброблюваної деталі. В 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, крім цього підвищує точність отвору.

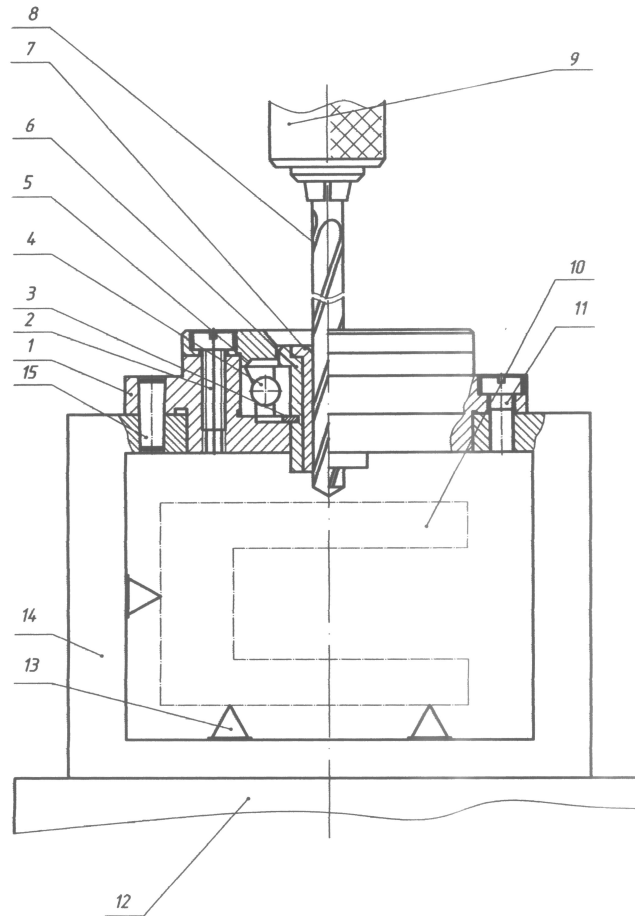


Рисунок 1 – Переналагоджувальний свердлильний кондуктор [5]

Для забезпечення змащення в зону кульок підводиться мастило через маслянку, яка на кресленні не позначена.

Знизу зовні змінної втулки 8 виконана кільцева канавка, в яку вставлено стопорне кільце 5 зовнішнім діаметром рівним або більшим товщини внутрішнього кільця, на яке впирається внутрішнє кільце підшипника.

До переваг переналагоджувального свердлильного кондуктора відноситься простота конструкції, можливість пере наладки на свердління і інших діаметрів в заготовках, зменшення сил тертя свердла з кондукторною втулкою через підшипник, відповідно збільшення точності оброблювальних отворів і відповідно зменшення енерговитрат і зменшення спрацювання свердла і кондукторної втулки.

Під час свердління отворів між свердлом і втулкою відбувається контактна взаємодія. Використання стаціонарних нерухомих кондукторних втулок призводить до того, що зношення поверхні втулок відбувається як наслідок обертового і лінійного руху свердла відносно поверхні втулок. Під час використання обертових втулок на підшипниках, зношення контактної поверхні втулок відбувається в основному за рахунок лінійного переміщення свердла.

Величина зношення втулок для даних умов визначається інтенсивністю зношення  $k$ , яка залежить від матеріалів втулки та свердла, їх твердості, шорсткості поверхонь, використання ЗОР. Інтенсивність зношення визначається експериментально. Оскільки тертя між втулкою і свердлом носить нормальний характер, без патологічних особливостей, згідно літературних даних [1], визначається коефіцієнтом зношення:

$$k = 2 \cdot 10^{-3} \frac{\text{МКМ}}{\text{м}}.$$

Величина зношення втулки під час оброблення партії деталей:

– для обертових втулок визначається з залежності:

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

де  $l_1$  – шлях контакту між обертовою втулкою і свердлом, м;

$w$  – кількість деталей в партії.

– для нерухомих втулок:

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

де  $l_2$  – шлях контакту між нерухомою втулкою і свердлом, м.

Шлях контакту між обертовою втулкою і свердлом визначаємо 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 обертовою втулкою і свердлом визначаємо за формулою:

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

де  $S_1$  – величина подачі свердла під час врізання, м/об;

$r$  – радіус свердла, м;

$S_2$  – величина подачі свердла під час зворотного ходу, м/об.

Довжину свердління визначаємо за виразом:

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

де  $H_1$  – висота втулки, м;

$H_2$  – зазор між втулкою і деталлю, м;

$H_3$  – глибина отвору, м.

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:

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

де  $h_{\max}$  – максимально допустима величина зношення втулки, МКМ.

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

$$m_1 = \frac{k_1 \cdot k \cdot w \cdot H(1 + k_2)}{h_{\max}}; \quad (8)$$

– нерухомих втулок

$$m_2 = \frac{h_2}{h_{\max}}. \quad (9)$$

Враховуючи формули (2) і (4), визначаємо 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:

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

де  $C_1$  – собівартість використання нерухомої втулки, грн;

$C_2$  – собівартість використання обертової втулки, грн.

Собівартість використання нерухомої втулки:

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

де  $P_1$  – вартість однієї нерухомої втулки, грн.

Собівартість використання обертової втулки:

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

де  $P_2$  – вартість однієї обертової втулки, грн.

Графік залежності величини зношення нерухомої втулки від радіуса робочого свердла показано на рис. 2. Згідно графіка на рис. 2 робимо висновок, що при збільшенні радіуса свердла і відповідно радіуса обробки величина зношення нерухомої втулки зростає, а при зменшенні величини подачі величина зношення втулки збільшується. На рисунку 3 представлено графік залежності величини зношення обертової втулки від кількості деталей в партії.

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

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 10000шт. становить 110грн.

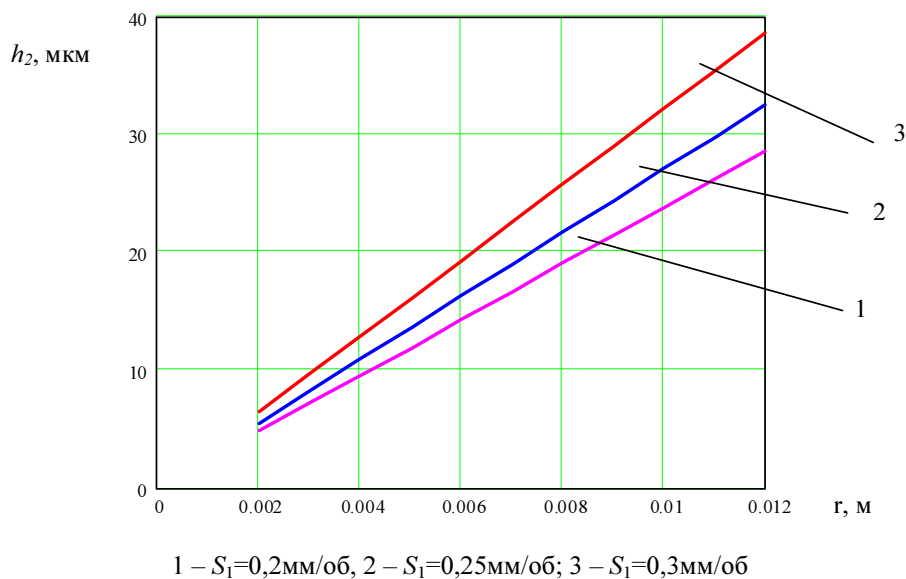


Рисунок 2 – Графік залежності величини зношення нерухомої втулки від радіуса свердла

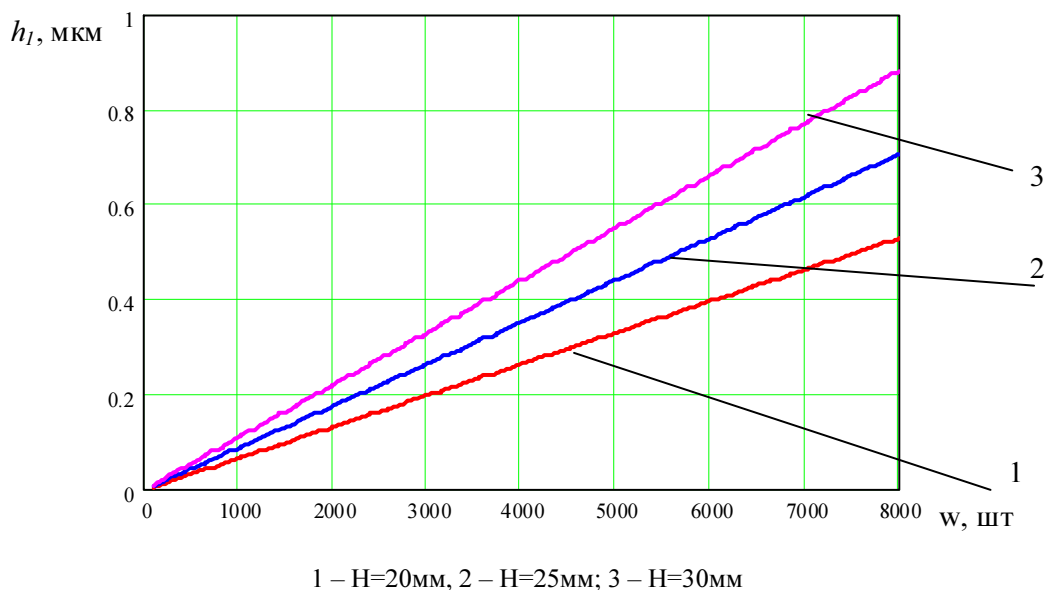


Рисунок 3 – Графік залежності величини зношення втулки від кількості деталей в партії

**Висновки.** На основі проведених досліджень можна зробити наступні висновки:

1. Представлено конструкцію кондукторної плити із обертовими втулками на базі радіальних підшипників для свердління отворів. Переваги кондукторної плити - простота конструкції, можливість переналагодження на свердління і інших діаметрів в 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 зношення. Проведено порівняльний аналіз застосування обертових кондукторних втулок і нерухомих кондукторних втулок. Визначено величину зношення, необхідну кількість і собівартість кондукторних втулок двох типів. Встановлено, що при значній величині партії деталей доцільно застосовувати обертові втулки. Представлено відповідно до розрахунків графічні залежності.

## Список літератури

1. Костецкий Б. И. Надежность и долговечность машин / Костецкий Б. И. – К. : Техника, 1975. – 408 с.
2. Ансеров М. А. Приспособления для металлорежущих станков / Ансеров М. А. – М : Изд. Машиностроение., 1975. – 658 с.
3. Горошкин А. К. Приспособления для металлорежущих станков / Горошкин А. К. – М.:Машиностроение, 1973. – 303 с.
4. Крагельский И. В. Основы расчета на трение и износ / И. В. Крагельский, М. Н. Добычин., В. С. Комбалов К. – 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.

*Б. Гевко, О. Ляшук, Ю. Волк, А. Гупка*

### Исследование процесса износа пар трения сверлильных кондукторов

Приведена конструкция переналаживаемого кондуктора для обработки отверстий в деталях машин, которая обеспечивает повышение эксплуатационной надежности и долговечности кондукторных втулок, которые именно больше изнашиваются, а также качество обрабатываемых деталей. Выведены аналитические зависимости для определения величины износа кондукторных втулок от конструктивных, технологических параметров их взаимодействия со сверлом.

*B. Gevko, O. Lyashuk, Y. Volk, A. Gupka*

**Research of process of wear of pair of friction of drillings conductors**

The construction of reconfigurable conductor is resulted for treatment of openings in the details of machines, which provides the increase of operating reliability and longevity of conductor hobs which exactly wear out anymore, and also quality of processing details. Analytical dependences are shown out for determination of size of wear of conductor hobs from the structural, technological parameters of their co-operating with a drill.

Одержано 21.04.10

**УДК 631.227 : 681.311**

**Л.Г.Віхрова, проф., канд. техн. наук, Р.П. Ткаченко, доц., канд. техн. наук,  
А.В.Рибаченко, асп.**

*Кіровоградський національний технічний університет*

## **Автоматизована енергоощадна система управління параметрами температурного режиму пташника**

Розглянуто особливості технологічного процесу в пташниках, проаналізовано вплив різних факторів на продуктивність птиці. Основні з них: температура, вологість, повітрообмін, вплив шуму, тривалість світлового дня у пташнику. Зроблено обґрунтування створення енергоощадної системи в промисловому пташнику, раціонально збалансованого у відповідності до цін на ринку використання ресурсів, пов'язаних з виробництвом м'яса птиці та яєць.

**технологічний процес, пташник, продуктивність птиці, повітрообмін, енергоощадна система**

Україна спроможна виробляти таку кількість сільськогосподарської продукції, що здатна не тільки повністю забезпечити внутрішнє споживання, але й значну частину експортувати в інші країни світу. За наслідками роботи агропромислового комплексу в 2009 році, навіть в умовах найжорстокішої конкуренції та кризи на світовому ринку продовольства, Україна здатна відвоювати його окремі сектори. Пріоритет тут належить, насамперед, птахівництву, а точніше – виробництву яєць та м'яса птиці.

У той же час за кілька останніх років велику кількість яєць та м'яса не всім сільськогосподарським виробникам вдалося зберегти. Причин тому безліч, але головною є те, що після реформування агропромислової галузі більшість товаровиробників використовують застаріле обладнання і технології для вирощування птиці в промислових пташниках.

Найчастіше вирощування птиці в промислових пташниках проводиться з нерегулярним періодичним контролем температури й вологості в пташнику, і при цьому мають місце високі енерговитрати.

Між тим автоматизація технологічного процесу вирощування птиці в промислових пташниках з постійним одночасним контролем температури й вологості може істотно поліпшити якість даного процесу, різко знизити загибель птиці (від переохолодження або перегріву) і підвищити несучість.