

УДК 621.84

А.В Гагалюк, канд. техн. наук, А. Б Гупка, асп. , В. М Клендій, асп.  
*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

І.М.Кучвара, асп., В. В. Крук, канд. техн. наук

Бережанський агротехнічний інститут Національного університету біоресурсів і природокористування України

## Обґрунтування параметрів переналагоджуваних кондукторів для свердління отворів при виготовленні і відновленні

Представлена конструкція переналагоджувального кондуктора для свердління отворів деталей сільськогосподарських та інших машин, який забезпечує підвищення експлуатаційної надійності і довговічності кондукторів. Приведені теоретичні залежності зношування поверхні кондукторних втулок від конструктивних параметрів та параметрів взаємодії системи свердління та кондукторної втулки . Економічно обґрунтовано впровадження удосконаленої конструкції.

**переналагоджувальний свердильний кондуктор, радіально упорний підшипник, змінна кондукторна втулка**

**Актуальність теми.** Сучасний стан розвитку сільськогосподарського машинобудування з виготовлення машин і відновлення деталей 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 при їх виготовленні і відновленні присвячено багато праць, тим більше, що кондуктори використовують на кожному підприємстві сільськогосподарського машинобудування. У роботах професорів Б.І. Костецького [1] і Крагельського Н.В [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.

---

© А.В Гагалюк, А. Б Гупка, В. М Клендій, І.М.Кучвара, В. В. Крук, 2012

**Мета роботи.** Розробити конструкцію переналагоджуваного пристрою і кондуктора із обертовими кондукторними втулками та провести порівняльний аналіз нерухомих і обертових кондукторних втулок щодо стійкості до зношування при виготовленні і відновленні деталей сільськогосподарських машин.

Роботу виконано згідно з координаційним планом Комітету з питань науки і техніки та Міністерства освіти і науки молоді та спорту України з розділу «Машинобудування», «Розроблення і дослідження ресурсозберігаючих та

енергозберігаючих технологій в галузі сільськогосподарського машинобудування» на 2010...2015 роки.

**Реалізація роботи.** Нами розроблена конструкція накладного переналагоджувального кондуктора (рис. 1.) [5], який виконано у вигляді кондукторної плити 1 з кондукторними втулками 2. Знизу кондукторної плити по її центру рівномірно по колу виконані радіальні, наприклад, три, пази 14 типу ластівчиного хвоста, які є у взаємодії з трьома розрізними секціями базуючих і затискних елементів 15 циліндричної форми з можливістю радіального їх переміщення. По зовнішньому діаметру базуючі і затискні елементи є у взаємодії з внутрішнім отвором 3 оброблюваної деталі 4. По зовнішньому діаметру базуючих і затискних елементів 15 по середині їх висоти виконано циліндричну U – подібну канавку 5, яка є у взаємодії з стискувальною циліндричною пружиною 6, яка стискує три секції базуючих і затискних елементів до середини.

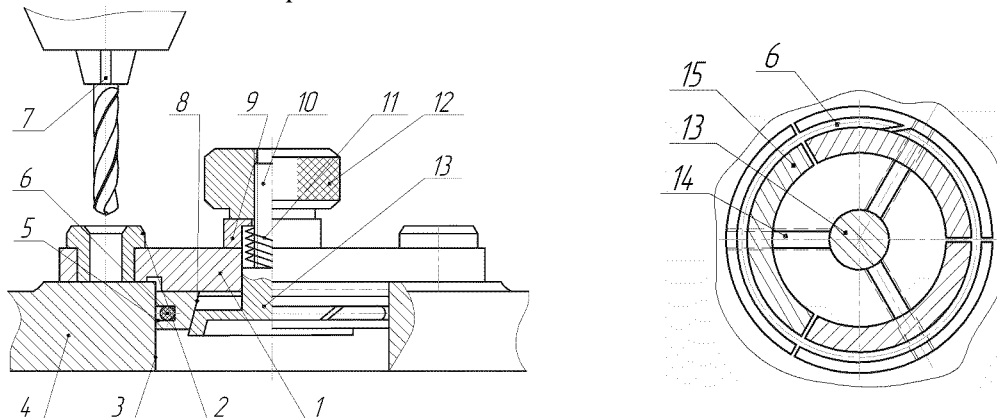


Рисунок 1 – Накладний переналагоджувальний сверлильний кондуктор

По внутрішньому діаметру базуючі і затискні елементи виконані у вигляді внутрішнього конуса 8, який є у взаємодії з аналогічною конусною поверхнею затискного елемента 13 циліндричної форми, який у верхній частині виконаний у вигляді шпильки 10. Для зручності експлуатації кондуктора зверху між кондукторною плитою 1 і нижнім торцем гвинтового затискного барабана на шліці встановлено розпірну втулку 9, яка внутрішнім ступінчастим отвором є у взаємодії з розтискною циліндричною пружиною 11. Оброблення отворів в оброблюваній деталі 6 здійснюється свердлами 7, зенкерами або розвертками.

Робота накладного кондуктора здійснюється наступним чином. Базування кондуктора здійснюється по внутрішньому діаметру 3 оброблюваної деталі 4. При цьому затискний гвинтовий барабан 12 викручують зі шпильки 10 і під дією пружин 6 і 11 базуючі затискні елементи 15 стискуються до центра таким чином, щоб його зовнішній діаметр був менший внутрішнього діаметра 3 оброблюваної деталі. Після чого накладний кондуктор накладають на оброблювану деталь 4 і за допомогою затискного барабана закріплюють його. Після чого здійснюють технологічний процес оброблення отворів. Після його завершення гвинтовий затискний барабан 12 викручують зі шпильки, а конічний затискний елемент 13 під дією пружини 11 зміщується вниз, базуючі і затискні елементи 15 сходяться до центра під дією стискувальної пружини 6 і звільняють деталь від затиску. Кондуктор накладний переставляють на оброблення іншої деталі. До переваг кондуктора відноситься - підвищення точності базування кондуктора і оброблення деталей.

Друга конструкція переналагоджуваного сверлильного кондуктора (рис.2.) [6] 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 провертання з внутрішнім кільцем підшипника і свердлом. 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.

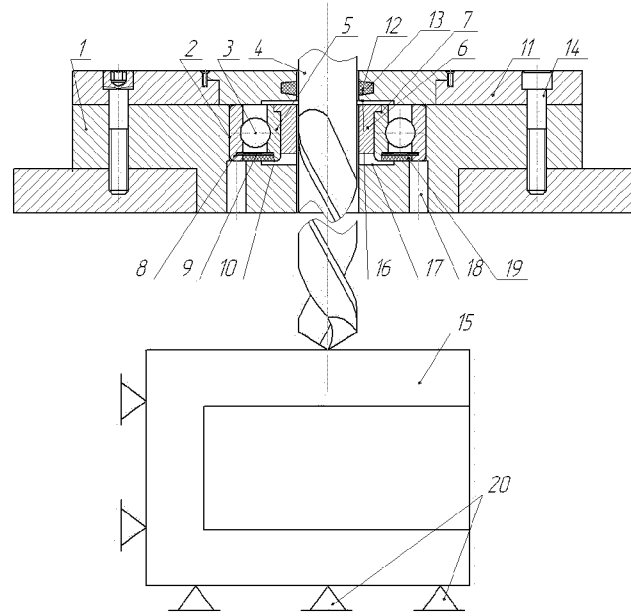


Рисунок 2 – Кондукторна плита із обертовою втулкою [5]

Знизу в кондукторній плиті 1 під зовнішнім кільцем підшипника виконано два радіально розміщені наскрізні отвори 18 діаметром більшим товщини зовнішнього кільця підшипника, які є у періодичні взаємодії з випресуваними пальцями в разі ремонту чи потреби заміни змінної втулки (на кресленні не показано). Під стопорним кільцем 9 встановлено ущільнююче войлочне кільце 19 для герметизації і запобігання витікання мастила з зони тертя.

Зверху верхньої плити 1 встановлено затискну плиту 11 з войлочно-змащувальним кільцем 13, для змащення свердла 4 під час роботи.

Робота переналагоджувального свердлильного кондуктора здійснюється відомим способом. Заготовка 15 встановлюється на опорні бази 20 і закріплюється. Для забезпечення змащення в зону кульок підводиться мастило через маслянку, яка на кресленні не показана.

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 визначають інтенсивністю зношування  $k$ , яка залежить від матеріалу втулки та свердла, їхньої твердості, шорсткості поверхонь, використання змазувально-охолоджуючі рідини (ЗОР), та інше. Інтенсивність зношування визначаємо експериментально. Оскільки тертя між втулкою і свердлом нормальне, без патологічних особливостей, згідно з літературними даними

$$k = 2 \cdot 10^{-3} \frac{MKM}{M} \quad [1]$$

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

– для обертових втулок

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

де  $h_1$  – 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 нерухокої втулки, мкм;

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

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 нерухокою 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;

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

$r$  – радіус свердла, м.

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 нерухогими визначають з залежності:

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

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

Необхідну кількість втулок для виготовлення партії деталей визначають з залежності:

– обертових втулок

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

де  $m_1$  – необхідна кількість обертових втулок;

$h_1$  – величина зношення обертової втулки, мкм;

$h_{\max}$  – максимально допустима величина зношення втулки, мкм;

– нерухомих втулок

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

де  $m_2$  – необхідна кількість нерухомих втулок;

$h_2$  – величина зношення нерухомої втулки, мкм;

$h_{\max}$  – 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

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

Економічний ефект від застосування обертових втулок визначають за формулою:

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

де  $C$  – економічний ефект від застосування обертових кондукторних втулок, грн;

$C_1$  – 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.

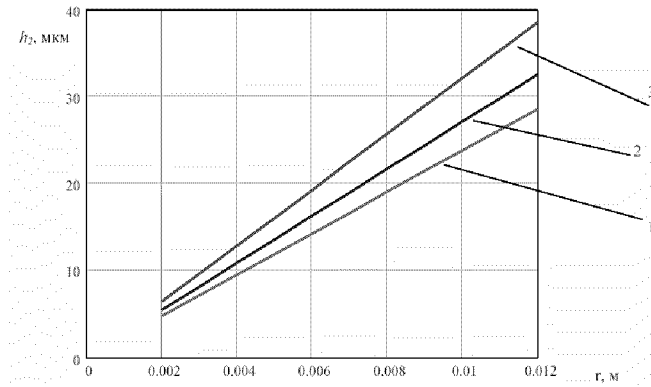
Собівартість використання обертової втулки

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

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

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 при величині партії деталей 10000 шт. становить 132 грн.

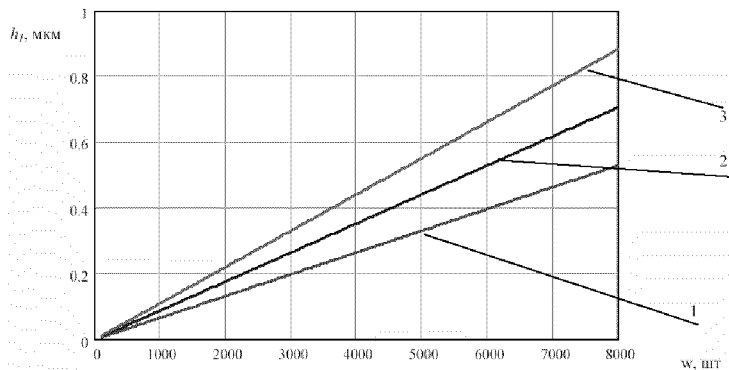
Графік залежності величини зношення нерухомої втулки від радіуса робочого свердла показано на рис. 3 звідти видно, що при збільшенні радіуса свердла і відповідно радіуса оброблення величина зношення нерухомої втулки зростає, а при зменшенні величини подачі величина зношення втулки зменшується.



1 –  $SI=0,2$  мм/об; 2 –  $SI=0,25$  мм/об; 3 –  $SI=0,3$  мм/об

Рисунок 3 – Графік залежності величини зношування нерухомої втулки від радіуса свердла

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



1 –  $H=20$  мм; 2 –  $H=25$  мм; 3 –  $H=30$  мм

Рисунок 4 – Графік залежності величини зношення втулки від кількості деталей у партії:

Згідно з цього графіка 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. Розроблена конструкція накладного переналагоджувального сверлильного кондуктора, який забезпечує точне базування і підвищену якість оброблення. 2. Приведено конструкцію кондукторної плити із обертовими втулками на базі радіальних підшипників для свердління отворів і системою змащення при осьових переміщеннях. Переваги кондукторної плити: простота конструкції, можливість переналагодження на свердління й інших діаметрів у заготовках, зменшення сил тертя свердла з кондукторною втулкою через підшипник і систему осьового змащення, відповідно збільшення точності оброблювальних отворів і зменшення енерговитрат та спрацювання свердл і кондукторних втулок. 3. 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.

## Список літератури

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. Пономаренко С. В., Стефанів В. М., Гевко І.Б., Ляшук О.Л., Диня В.І. 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. Пат. № 43226 Україна. МПК В23В 49/00. Кондукторна плита свердлильного пристрою. / Гупка Б.В., Стойко І. І., Гевко І. Б. заявник і власник патенту Тернопільський державний технічний університет імені Івана Пулюя. – №и 2001042269; заявл. 05.04. 01; опубл. 05.11. 01, Бюл. №10, 2001.

*А. Гагалюк, А. Гупка, В. Клендий, І. Кучвара, В. Крук*

**Обоснование параметров переналаживаемых кондуктор для сверления отверстий**

Представленная конструкция переналаживаемого кондуктора для сверления отверстий деталей машин, обеспечивающий повышение прочности и долговечности кондукторов. Приведены теоретические зависимости износа поверхности кондуктора от конструктивных параметров и параметров взаимодействия системы сверления и кондукторной втулки. Экономически обосновано внедрение усовершенствованной конструкции.

*A. Gagalyuk., A.Gupka, V. Klendiy, I.Kuchvara, V. Cruk*

**A ground of parameters of adjusting conductor is for wimbling**

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. he theoretical dependence of wear of surface of conductor bushes from structural arameters and parameters of co-operation of system drill and bush are developed. conomical viability of the improved construction is calculated.

Одержано 20.01.12