

УДК 621.86

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ НАДІЙНОСТІ І ДОВГОВІЧНОСТІ СВЕРДЛИЛЬНОГО ОСНАЩЕННЯ

Гевко І.Б. к.т.н., Гудь В.З. к.т.н., Босюк П.В.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

Представлено конструкцію стенду для дослідження надійності і довговічності свердлильного оснащення при виготовленні і відновленні деталей машин. Досліджено вплив технологічних параметрів процесу свердління і конструктивних параметрів кондукторних втулок на величину її зношування.

Свердлильні операції і відповідно технологічне оснащення широко використовуються при ремонті, відновленні і виготовленні деталей сільськогосподарських машин. Сучасний стан розвитку машинобудування з виготовлення і відновлення деталей машин 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 переналаджуваним на різні типорозміри деталей машин, кількість яких визначають потреби ринку.

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 рухів свердла по поверхні втулок. Під час використання обертових втулок на підшипниках, зношення контактної поверхні втулок відбувається в основному за рахунок лінійного переміщення свердла.

Для дослідження процесів зношення кондукторних втулок розроблено стенд для дослідження свердлильного оснащення зображено на рис. 1.

Стенд для дослідження свердлильного оснащення виконано у вигляді корпусу 1, в якому розміщений пневмоциліндр 2 з поршнем 3, який жорстко кріпиться до шток-рейки 4 круглого поперечного перерізу, на якій нарізані зуби 5, які є у взаємодії з зубами колонок 6 і рухомої втулки 7, яка внутрішнім отвором є у взаємодії з зовнішнім діаметром колони 8.

Колонки 6 жорстко встановлені в основі корпусу 1, верху до яких жорстко закріплено кондукторну плиту 9 з можливістю вертикального переміщення, рухомої втулки 7, яка внутрішнім діаметром є у взаємодії з зовнішнім діаметром колони 8.

Зверху колони рівномірно по колу виконано декілька пар осьових паралельних пазів 10, які в верхній частині колони 8 переходять в косі, які перетинаються при вершині 11, яка зміщена у ліву сторону від осі лівого паза 10. Колона по зовнішньому діаметру є у взаємодії з центральним отвором втулки 12 рухомої втулки 7 з можливістю відносного і осьового переміщення.

Рухома втулка жорстко закріплена відомим способом з оброблюваною заготовкою 13. У втулці 7 рівномірно по колу виконані радіальні пази 14 в кількості, рівній кількості пар осьових пазів 10, в які встановлені кульки 15 з можливістю осьового переміщення. З другої сторони кульки є у взаємодії з осьовими пазами колони з можливістю і вертикального переміщення по них.

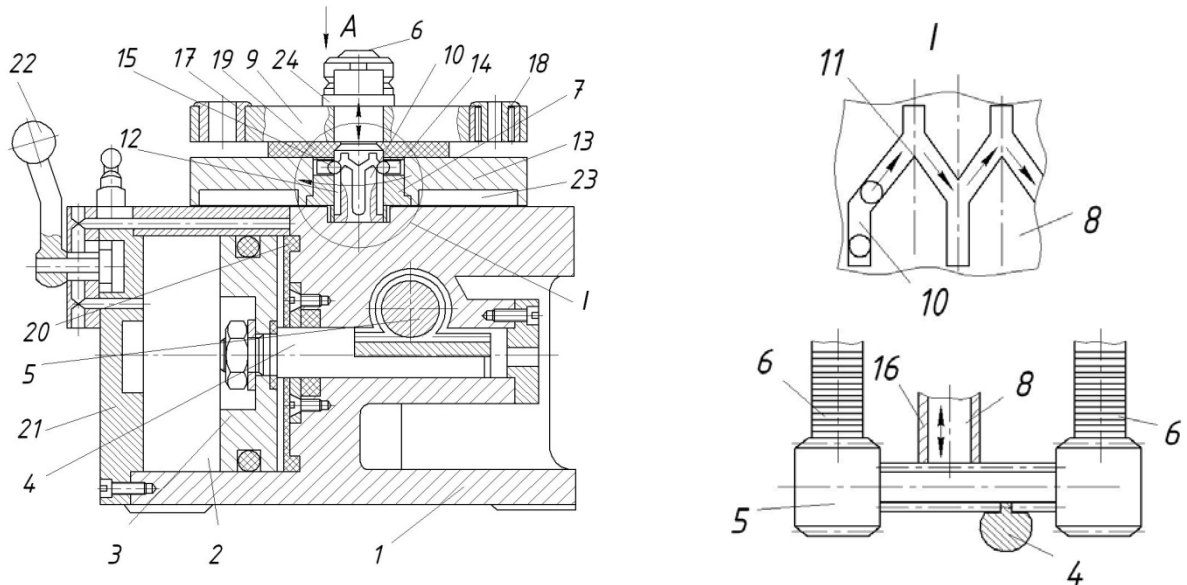


Рисунок 1 - Стенд для дослідження свердлильного оснащення

При цьому кульки переходять в косі пази і здійснюють початковий проворот заготовки 13 на певний кут. Крім цього колона 8 по зовнішньому діаметру є у взаємодії з внутрішнім діаметром втулки 16 з можливістю вертикального переміщення. На нижній частині цієї втулки виконані горизонтальні зуби (на кресленні не показано), які є у взаємодії з зубами 5 шток-рейки 4, крім цього з верхнього торця втулка 16 є у взаємодії з нижнім торцем заготовки 13. Після завершення піднімання вверх заготовки втулкою 16 вона починає опускатися вниз, при цьому кульки переходять по вершині 11 у сусідні пази, повертаючи кінцеву заготовку на заданий кут. Після цього заготовка опускається вниз разом з кондукторною плитою 9, яка жорстко фіксує її, і в цей час здійснюється процес свердління отворів.

Зверху кондукторної плити концентрично по колу встановлені впереміжку, наприклад, чотири жорстких втулки 17 і чотири у вигляді радіально упорних підшипників 18 різних діаметрів, наприклад, 4, 8, 12 і 16 мм. Причому кожна жорстка кондукторна втулка мінімального діаметра встановлена поряд з кондукторною втулкою максимального діаметра, а кондукторні втулки максимальних діаметрів, жорстка 17 і виконана з радіально-упорних підшипників 18, встановлені на кондукторній плиті 9 в радіально протилежних місцях, як і інші.

Для підвищення експлуатаційної надійності і довговічності конструкція стенда оснащена пружним кільцем 19, товщиною 5...10 мм, яке приєднано до

низу кондукторної плити 9. В процесі роботи пружне кільце є у взаємодії з заготовкою 13. Діаметр цього кільця є менший зони дії кондукторних втулок 17 і 18.

В пневмоциліндрі 2 в зоні горизонтального шток-рейки 4 встановлено пружне вертикальне кільце 20 з виступом із площини правого торця пневмоциліндра 2. Крім цього між лівим крайнім торцем шток-рейки 4 і правим торцем кришки 21 пневмоциліндра 2 встановлено зазор 3...5 мм для усунення ударів під час роботи.

Зверху колони 8 над кондукторною плитою 9 встановлена швидкозмінна розрізна шайба, яка забезпечує швидку заміну і встановлення заготовки 13.

Встановлення і закріплення заготовки 13 здійснюють з виточкою 23 для виходу свердл вниз на площину корпусу 1 відомим способом.

Робота станда для дослідження процесу зношення кондукторних втулок свердлильних пристроїв і свердел здійснюється наступним чином. Знімається розрізна шайба 24 з кондукторною плитою 9 і пружним кільцем 19, а на рухому втулку 7 встановлюється заготовка 13 внутрішнім отвором на яку зверху встановлюють кондукторну плиту 9 з пружним кільцем 19 і швидкозмінною розрізною шайбою.

3 пульта керування 22 здійснюють запуск стиснутого повітря у пневмоциліндр 2, при цьому поршень 3 переміщається вправо разом з шток-рейкою 4, при цьому зуби 5 шток рейки у рухомої втулки 7 прокручуються і піднімають вверх колонки 6 разом з кондукторною плитою 9 на необхідну величину. В цей час на колонку встановлюють заготовку 13 разом з втулкою 12, а кульки 15 встановлені у радіальні пази 14 і є у взаємодії з вертикальними осьовими пазами 10 колон. При переміщенні вверх заготовки кульки 15 переходять у косі пази вище точки їх перетину 11, а при їх опусканні з заготовкою кульки 15 кінцево повертають заготовку і вона разом з кондукторною плитою 9 опускається вниз і затискує заготовку. Після чого здійснюється технологічний процес свердління свердлами по стаціонарних кондукторних втулках і кондукторних втулках, виготовлених з радіально упорних підшипників. Зношення цих кондукторних втулок і свердл заміряють після свердління 100...500 отворів і здійснюється порівняльна характеристика зношення одних та других кондукторних втулок і свердл.

Величину зношування втулок для даних умов визначали 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 [1] $k = 2 \cdot 10^{-3} \text{ мкм/м}$.

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

$$\text{– для обертових втулок } h_1 = l_1 \cdot k \cdot w, \quad (1)$$

– для нерухомих втулок $h_2 = l_2 \cdot k \cdot w$. (2)

Шлях контакту між обертовою втулкою і свердлом визначають за формулою $l_1 = k_1 H(1 + k_2)$. (3)

Шлях контакту між нерухомою втулкою і свердлом визначають за формулою

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

Довжину свердління визначається з залежності:

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

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

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

Необхідну кількість втулок для виготовлення партії деталей визначають з залежності:

– обертових втулок

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

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

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

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

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

На рис. 3 представлено графік залежності величини зношення обертової втулки від кількості деталей в партії.

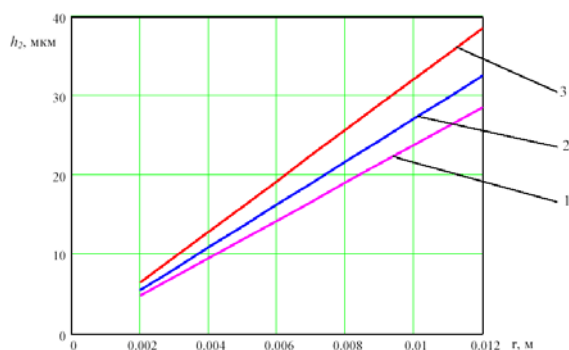


Рисунок 2 – Графік залежності величини зношення нерухої втулки від радіуса свердла: 1 - $S_1=0,2$ мм/об, 2 - $S_1=0,25$ мм/об; 3 - $S_1=0,3$ мм/об

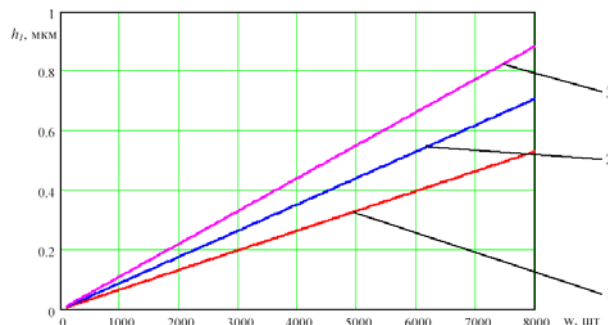


Рисунок 3 – Графік залежності величини зношення втулки від кількості деталей в партії: 1 - $H=20$ мм, 2 - $H=25$ мм; 3 - $H=30$ мм

Висновки. В результаті досліджень встановлено, що використання в якості кондукторних втулок радіально-упорних підшипників значно підвищує їх надійність і експлуатаційну довговічність, а також якісь оброблення отворів.

В результаті досліджень встановлено, що при збільшенні радіуса свердла і відповідно радіуса обробки величина зношення нерухої втулки зростає, а при зменшенні величини подачі величина зношення втулки збільшується, а при збільшенні кількості деталей в партії та висоти втулки величина зношення обертової втулки зростає.

Список літератури

1. Костецкий Б.И. Надежность и долговечность машин / Б.И. Костецкий, И.Г. Носовский, Л.И. Бернадский и др.. – К.: Техника, 1975. – 480 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. Сідашенко О.І. Ремонт машин / О.І. Сідашенко, О.А. Науменко, А.Я. Поліський та ін. – К.: Урожай. – 1994. 396 с.

4. Молодык Н.В. Восстановление деталей машин: справочник / Н.В. Молодык, А.С. Зенкин – М.- Машиностроение. – 1989. – 480 с.

5. Пат. 87620 UA, МПК (2014.01) B23B 49/00. Стенд для дослідження свердлильного оснащення / Гевко Б.М., Босюк П.В., Ляшук О.Л., Гевко І.Б. заявники Гевко Б.М., Босюк П.В., Ляшук О.Л., Гевко І.Б. – № u201311284 Заявл. 10.02.2014. Опубл. 10.02.2014. Бюл. № 3 – 5 с.

Аннотация

Исследование эксплуатационной надежности и долговечности сверлильного оборудования

Гевко И.Б., Гудь В.З., Босюк П.В.

Представлено конструкцію стенда для дослідження надійності і довговечності сверлильного оснащення при виготовленні і відновленні деталей машин. Досліджено вплив технологічних параметрів процесу сверлення і конструктивних параметрів кондукторних втулок на величину її износа.

Abstract

Research of operative drilling equipment reliability and durability

Gevko I.B., Gud' V.Z., Bosyk P.V.

The stand construction for reliability and durability of drilling equipment research during manufacturing and repair machine parts was presented. The influence of technical parameters of drilling process and conductor bushing construction parameters on value of its wearing was studied.