**IV. МАШИНОБУДУВАННЯ ТА МАТЕРІАЛОБРОБКА**

УДК 621.919

DOI: 10.37128/2520-6168-2019-1-10

**ОБРОБКА ГІЛЬЗ СИЛОВИХ ЦИЛІНДРІВ ГІДРОСИСТЕМ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ
МАШИН**

Будяк Руслан Володимирович, к.т.н.
Вінницький національний аграрний університет

R. Vydyak, PhD
Vinnytsia National Agrarian University

Описано прогресивний процес обробки глибоких отворів деталей машин типу гільз на основі комбінованого деформуюче – різального протягування. Показано, що оптимальним варіантом обробки отвору гільзи є деформуюче – різальне протягування. Під час роботи деформуючої частини інструменту конструкційні та низьколеговані пластичні сталі отримують холодне деформаційне зміцнення. Це знижує інтенсивність наростоутворення при різальному протягуванні і поліпшує оброблюваність останніх. Побудована модель взаємозв'язку явищ при різанні металу, зміцненого холодною деформацією. Розроблено і випробувано у виробничих умовах нову конструкцію комбінованого деформуюче – різального інструменту для обробки гільз гідроциліндрів, як силового виконавчого органу гідросистем сільськогосподарських машин.

Ключові слова: гільза, гідроциліндр, протягування, холодне деформаційне зміцнення, наріст, глибокий отвір.

Ф. 2. Рис. 9. Літ. 14.

1. Постановка проблеми

В сучасних умовах, за відсутністю суттєвої державної підтримки наукових досліджень в галузі механізації сільського господарства, конструкторської справи та взагалі власного сільськогосподарського машинобудування країни потрапляє майже у повну залежність від закордонних виробників сільськогосподарської техніки. Однак, існуючий зараз науковий та інженерний потенціал країни спроможний вирішувати на сучасному рівні питання проектування і конструювання сільськогосподарських машин сучасного технічного рівня [1].

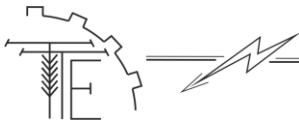
Тому є необхідність розгляду нових методик, технологій, процесів, зокрема, обробки гільз силових циліндрів гідросистем сільськогосподарських машин.

2. Аналіз останніх досліджень та публікацій

У всіх відомих процесах виготовлення гідроциліндрів [2 – 5] не витримується зміна напрямку головного руху в сусідніх операціях у результаті поверхні готових отворів набувають хвилястості, коли фінішною операцією є розкочування, або отримують на дзеркалі гільзи з шорсткістю $Ra = 0,16 - 0,32$ кілька глибоких (до 1 мкм) поздовжніх рисок при фінішних обробці деформуючими протяжками. Все це призводить до недопустимих перетікань і витікань робочої рідини, оскільки в гідросистемах сучасних машин тиск сягає 15 МПа. Перетікання і витікання робочої рідини з гідроциліндрів вочевидь зростатимуть ще й тому, що програми розвитку гідроприводу на найближче майбутнє передбачають перехід гідросистем машин на насоси типу НШ з тиском 25 МПа і вище.

Вітчизняний і зарубіжний досвід показує, що деякі труднощі можна подолати при використанні фізико – хімічних методів обробки. Ці методи формоутворення поверхонь деталей машин впливають не тільки на структуру і тривалість технологічного циклу, але і на створення нових конструкцій машин. Одним із головних напрямків науково – технічного прогресу є створення і впровадження принципово нових технологічних процесів. У вирішенні поставлених задач певну роль можуть грати ультразвукові методи обробки [6] та методи холодного пластичного деформування.

В даний час вітчизняні виробники гідравлічного обладнання для мобільних технологічних машин (ПрАТ «Гідросила АПМ», м. Кропивницький) впроваджують у виробництво типорозмірний ряд аксіальних роторнопоршневих насосів серії PVC. Існує нагальна потреба дослідження та удосконалення ряду їх технічних характеристик, що має вивести вказані насоси на рівень світових зразків [7].



3. Мета дослідження

Виходячи із сказаного була сформована мета цього дослідження, яка полягала у вдосконаленні процесу обробки гільз гідроциліндрів комбінованим протягуванням за рахунок холодного пластичного деформування матеріалу гільзи.

4. Основні результати дослідження

Розроблено математичну модель дії попередньої холодної деформації на оброблюваність сталей, з яких виготовляються гільзи гідроциліндрів. Моделлю є система рівнянь, у якій оброблюваність, що характеризується кутом зсуву β_1 , залежить від двох змінних – дотичних напружень τ на площині зсуву і переднього кута інструменту γ . У свою чергу, дотичні напруження пов'язані з мікротвердістю оброблюваного матеріалу видозміненою залежністю О. М. Розенберга

$$\tau = 0,185H_{\mu}, \quad (1)$$

а передній кут залежить від інтенсивності наростоутворення.

$$\begin{cases} \beta_1 = \alpha_0[f \tau] + \alpha_1[f \tau] \gamma + \alpha_2[f \tau] \eta + \dots + \alpha_n[f \tau] \gamma^n \eta^n \\ \alpha_n = b_{0n} + b_{1n} \tau + \dots + b_{kn} \tau^k \\ \gamma_3 = \frac{\ln T_0}{\beta_1} \end{cases} \quad (2)$$

де α_n, b_n – коефіцієнт рівнянь апроксимації; n, k – порядки рівнянь апроксимації; γ_3 – передній кут інструменту отриманий заточуванням; η – середній кут тертя на передній поверхні; T_0 – оптимальна стійкість інструменту.

Коефіцієнти у формулі (2) є функціями – поліномами. Прийнято, що залежність ймовірності оброблюваності сталей від попередньої холодної деформації носить експонентний характер.

Ступені поліноміальних рівнянь та значення коефіцієнтів визначається шляхом обробки експериментальних даних.

Наскрізне деформуюче протягування (НДП) трубчастих деталей типу гільз із пластичних сталей з відношенням товщини стінки до діаметра отвору $t_0 d_0 \approx 0,15$ дозволяє зміцнити серцевину деталей на 30 – 45%, причому мікротвердість матеріалу серцевини зменшується в бік зовнішнього діаметра гільзи на 25 – 30%

Товщина поверхневого шару, зміцненого додатковою деформацією зсуву, сягає 0,2 мм. Мікротвердість поверхні отворів після деформуючого протягування (ДП) сталей 10, 10ГН, 20Г і 35, які використовувались у нашому дослідженні, збільшувались відповідно на 130; 115; 99; і 90%. Таким чином, ДП з одним деформуючим елементом (ДЕ), що працює з натягом на сторону 0,15 мм, можна ефективно використати для холодного деформаційного зміцнення оброблювального матеріалу перед секцією з 2 – 3 зубців.

Ще одним фактором, яким характеризується ДП, є хвиля поза контактної деформації (ХПД). Висота ХПД знаходиться в межах $h_3=0,15-0,25$ мм, а усадка отвору після проходження ДЕ дорівнює $U_D=0,015-0,25$ мм,

Спільним недоліком машин з гідросистемами є витікання та перетікання робочої рідини при значеннях тиску до 15 МПа. Це видно із рис. 1, де показано елементи конструкції гідросистем борони і сміттевозу відповідно після циклу експлуатації. Під циліндрами на землі видно плями робочої рідини, що витекли з гідросистем.



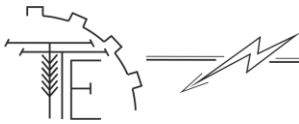
а)



б)

Рис. 1. Гідрофікована борона дискова важка причіпна БДВП – 7,2:

а – загальний вид борони; б – елементи конструкції гідросистеми сміттевозу КО 431–02



Досліди щодо виявлення закономірностей процесу різання було проведено на стендах, створених на базі верстатів з використанням вимірювального модуля, що складався з динамометра УДМ – 600, підсилювача сигналів тензодатчиків ТОПА3 3 – 02 та шлейфового осцилографа Н 071.2 (рис. 2). Зразки для досліджень було виготовлено із сталей марок 10, 10ГН, 20Г, 35 і 40Х (рис. 3).



Рис.2. Дослідницький модуль



Рис. 3. Трубні дослідні зразки

Методика застосування холодного пластичного деформування полягала в наступному. В тих випадках, коли була потрібна значна кількість металу для експериментів, застосовувався одновісний стиск останнього. У всіх інших випадках використовувалось наскрізне ДП. Ступінь деформації контролювався замірами твердості. Інструменти для дослідів було виготовлено із сталі Р6М5 ГОСТ 19265–73 і спеченого твердого сплаву ВК 15М.

Зона стружкоутворення була досліджена шляхом миттєвої зупинки та фіксації процесу за допомогою пристрою «різець, що падає» (рис. 4).

У дослідженні застосовувались сучасні прилади, зокрема електронні мікроскопи РЕМ-1064 і скануючий аналізатор "Camscan 4-DV"; мікротвердомір "Dataletty 150" фірми "Shimadzu"; профілограф-профілометр "Talisuri-5"; швидкодiючий прилад "Taliscan" для тривимірного сканування ОП. В експериментах використовувалась WEB- камера EWEL та ПК останнього покоління.

Для перевірки отриманих результатів досліджень у виробничих умовах вибрано гідрофіковану техніку передпосівного обробку ґрунту, комунальну техніку і автосамоскиди.

Експерименти показали, що процес комбінованого деформуюче – різального протягування протікає в умовах наростуостворення. Проте інтенсивність останнього значно зменшується при деформуючому протягуванні. При цьому абразивні виступи, які періодично залишає нарiст, руйнується приблизно навпiл, причому їхня нижня частина стає вершиною гребінця на обробленій поверхні з твердістю, що відповідає високій твердості наросту. У той же час верхня, теж досить тверда, частина стає вільною і виконує свої абразивні функції стосовно оброблюваної поверхні.

Сказане підтверджується мікрофотографіями і мікрорентгеноспектрограми задньої поверхні та обробленої поверхні (рис. 5). На підставі була побудована фізична модель формування ОП (рис. 6).

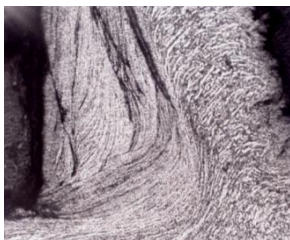


Рис. 4. Зона стружкоутворення при вільному
Мікрофотографія та
ортогональному різанні сталі 10ГН зі швидкістю
 $v = 0,08$ м/с при товщині зрізу $S_z = 0,05$ мм;
передній кут $\gamma = 0^\circ$, МОР – сульфозфрезол Р

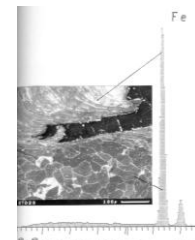
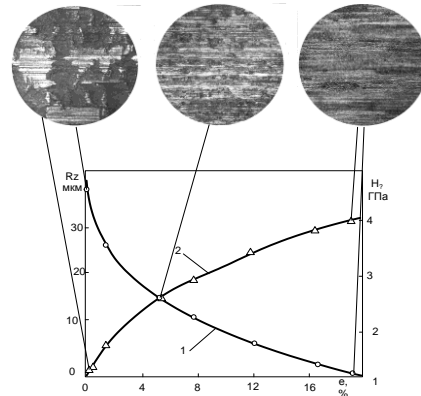
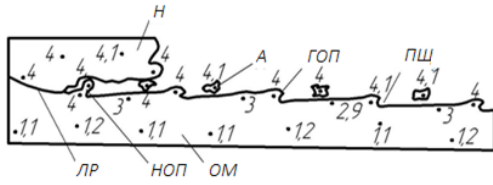
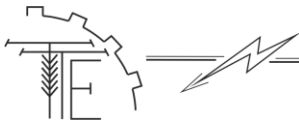


Рис. 5.
мікрорентгеноспектрограма задньої
поверхні наросту та ОП з частинкою
наросту, що залишилась на останній

Таким чином, при різанні пластичного матеріалу спостерігається два конкуруючі види механічного зношування – адгезійний і абразивний при високій шорсткості ОП. Це підтверджується приведеними на рис. 7 залежностями висоти мікронерівностей ОП та їхньої мікротвердості від



величин
и
поперед
ньої
деформа
ції.

Рис.6. Фізична модель формування ОП: Н – тіло наросту; НОП – частинка наросту, що залишилась на ОП; А – абразивна частинка, що відділилась від частинки наросту; ГОП – регулярні частинки наросту; ПШ – поверхневий шар ОП; ЛР – різальна кромка; ОМ – частинки і абразивні частинки ОП.

Рівності Rz (1) ОП і H_c (2) від величини h при вільному $v = 0,15$ м/с, $S_z = 0,15$ мм; $\rho = 0,008$ мм; МОР – різальна кромка і ОП. Цифрами подано відповідні значення Rz і H_c при $h = 1, 2, 3, 4$ мм.

Експерименти показали також, що попереднє холодне деформаційне зміцнення оброблюваного матеріалу дозволяє суттєво підвищити коефіцієнт заповнення стружкових канавок $1/K$ різальної протяжки. Це пояснюється, що стружка краще “завивається” у валик. Із рис. 8 видно, що таким чином можна підвищити $1/K$ з 0,17 – 0,32 до 0,65.

Ще одним результатом експериментів є висновок про те, що для поверхні гільз гідроциліндрів фактор хвилястості має велике значення, оскільки впливає на небажане витікання і перетікання робочої рідини із системи. У діючих процесах на хвилястість не звертають уваги (рис. 9).

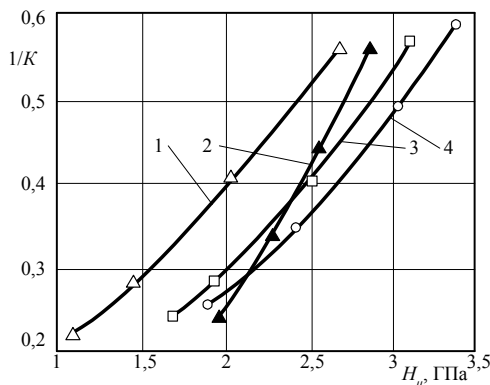


Рис. 8. Залежності допустимого ступеня заповнення стружкової канавки, $1/K$ при протягуванні від мікротвердості ОП після ХДЗ для сталей 10 (1), 10ГН (2), 20Г (3) і 35 (4): $v = 0,15$ м/с; $S_z = 0,05$ мм; різець двохзубий – сталь Р6М5; $\gamma = 15^\circ$; $\alpha = 1^\circ$; $\rho = 0,008$ мм; $h_c = 5$ мм; $t_c = 10$ мм; МОР – сульфид-фрезол

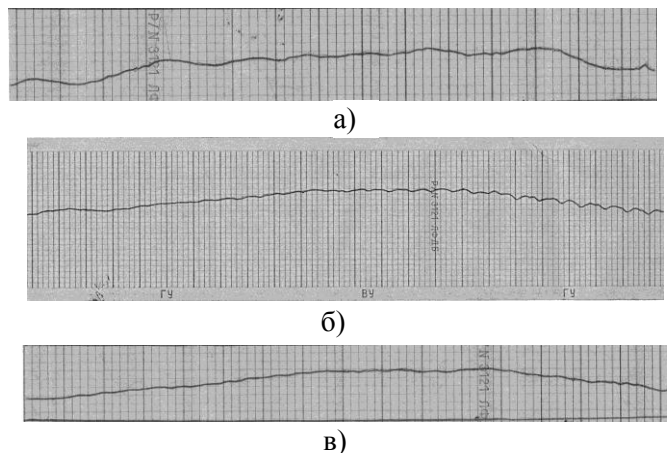
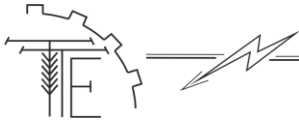


Рис. 9. Приклади хвилястості поверхні готових гільз гідроциліндрів, виготовлених за діючою заводською технологією. ВУ1000; ГУ5: а – ТМЗ, м. Турбів; б – ТОВ «АгроМастерПлюс», м. Мелітополь; в – трубна заготовка, Румунія



Хвилястість пояснюється інтерференцією максимумів шорсткості від кількох видів обробки, оскільки напрям головних рухів усіх цих операцій зберігається. Застосування комбінованої обробки ліквідує хвилястість ОП шляхом зміни головних рухів протягування та розкатки 90° .

5. Обговорення результатів дослідження

Вплив фізико – механічних та геометричних властивостей поверхні після комбінованого протягування на оброблюваність гільз полягає в наступному [8 – 13]. Товщина холодного зміцнення і текстурованості поверхневого шару сягає 0,2 мм, а коефіцієнт тертя на ЗП зубця протяжки знижується попереднім ХДЗ з 0,5 – 0,7 до 0,2 – 0,35. У поверхневому шарі виникають сприятливі тангенціальні залишкові напруження. Висота нерівностей ОП знижується до 35 разів.

Комбіноване протягування отвору дозволяє підняти межу текучості серцевини, за рахунок чого можна підняти тиск робочої рідини в гідроциліндрі на 10 – 15%. Установлено, що при сумарній деформації НДП 6% межа текучості σ_T матеріалу серцевини зростає відповідно: сталь 10 – з 230 до 265 МПа; сталь 10ГН – з 360 до 410 МПа; сталь 20Г – з 280 до 320 МПа; сталь 35 – з 330 до 375 МПа.

Результати досліджень слугують вихідними даними для розробки комбінованих протяжок [11] та процесу обробки отворів гільз гідроциліндрів за схемою “комбіноване протягування – розкатка”. Цими початковими даними є: креслення деталі, інформація про заготовку і оброблюваний матеріал, тип виробництва. Товщина дефектного шару на трубній заготовці може сягати 0,5 мм.

6. Висновки

1. Установлено, що основною причиною перетікання і витікання робочої рідини з циліндрів гідросистем машин сільськогосподарського призначення є недостатня якість робочої поверхні гільзи. Розроблена математична модель дії попереднього холодного деформування на оброблюваність сталей, що слугують матеріалом гільз гідроциліндрів. Оптимальним варіантом обробки отвору гільзи є деформуюче – різальне протягування у поєднанні з фінішним розкочуванням. Це дозволяє поліпшити комплекс фізико - механічних та геометричних характеристик поверхні гільзи, і підвищити опір стінки внутрішньому тиску. Зміна напрямків головного руху при протягуванні та розкочуванні на $\pi/2$ дає можливість ліквідувати хвилястість поверхні.

2. При різальному протягуванні існують два види механічного зношування, що конкурують – адгезійний і абразивний. Природа гребінців на ОП полягає у їхньому періодичному виникненні завдяки наростові. Вершини гребінців взаємно зношуються з абразивними частинками, утвореними наростом. Розроблена фізична модель формування обробленої поверхні при деформуючому – різальному протягуванні. Модель враховує наростоутворення. Показано, що попереднє деформаційне зміцнення може призвести до зменшення шорсткості обробленої поверхні до 35 разів.

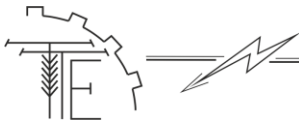
3. Визначено, що допустимий ступінь заповнення I/K стружкової канавки при різальному протягуванні гільз із сталей 10, 10ГН, 20Г і 35 для товщини зрізування $t = 0,015 - 0,1$ мм і глибин канавок $h_c = 3 - 10$ мм, використовуючи деформуючу обробку, можна підвищити з 0,17 до 0,65.

Установлено, що зміна напрямку головних рухів при протягуванні та розкочуванні дозволяє ліквідувати хвилястість поверхні гільзи і суттєво знизити витоки і перетікання робочої рідини

Розроблено рекомендації щодо проектування та нову конструкцію комбінованого деформуючого – різального інструменту для обробки глибоких отворів. Виробничі дослідження процесу, побудованого за схемою обробки отвору гільзи «комбіноване протягування - розкатка» показали ефективність нової технології за рахунок підвищення КВМ до 0,85.

Список літератури

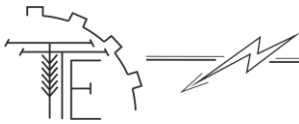
1. Калетнік Г. М. Основні питання розвитку галузі механізації сільського господарства в Україні / Г. М. Калетнік, В. В. Адамчук, В. М. Булгаков, В. М. Кюрчев, В. Т. Надикто // Техніка, енергетика, транспорт АПК, 2016. - №3 (95). – С. 6 – 12.
2. Резенберг А. М. Механика пластического деформирования в процессах резания и деформирующего протягивания / А. М. Розенберг. – К.: Наук. думка, 1990. – 320 с.
3. Грабченко А. М. Интегрированные процессы обработки материалов резанием: учебник / А. М. Грабченко, В. А. Залого, Ю. М. Внуков и др. – Сумы: Университетская книга, 2017. – 451 с.
4. Callister W. D. Material Science and Engineering: an Introduction / W.D. Callister. – NY: John Wiley & Sons, 2000. – 871 p.



5. Гранкін С. Г. Надійність сільськогосподарської техніки: підручник / С. Г. Гранкін, В. С. Малахов, М. І. Черновол, В. Ю. Черкун. – К.: Урожай, 1998. – 208 с.
6. Турич В. В. Визначення режимів обробки в процесі ультразвукового вигладжування з попереднім зазором / Турич В. В., Руткевич В. С. // Техніка, енергетика, транспорт АПК, 2017. - №4 (99). – С. 37 – 42.
7. Іванов М. І. Силкові характеристики механізму регулювання кута нахилу похилого диска регульованого аксіального роторнопоршневого насоса / М. І. Іванов, О. М. Переяславський, С. А. Шаргородський, І. М. Ковальова // Вібрації в техніці та технологіях, 2017. - №2. – С. 37 – 42.
8. Будяк Р. В. Охоплююче протягування в технологіях виготовлення шестерень внутрішнього евольвентного зачеплення / Р. В. Будяк. – Словаччина, 2019.
9. Будяк Р. В. Дослідження шорсткості, хвилястості та кривизни отвору поверхні гільз після протягування / Р. В. Будяк, В. М. Бандура // Восточно – Европейський журнал передових технологій, 2014. - № 1/5 (67). – С. 38 – 40.
10. Посвятенко Е. К. Основні напрямки синтезу ресурсозберігаючих процесів виготовлення гідроциліндрів машин / Е. К. Посвятенко, Р. В. Будяк // Високі технології в машинобудуванні: Зб. наук. пр. НТУ «ХП». – Х.: НТУ «ХП», 2009. – Вип. 2(19). – С. 128 – 134.
11. Будяк Р. В. Підвищення надійності гідроциліндрів машин технологічними методами / Р. В. Будяк // Зб. наук. праць ВДАУ: технічні науки. – Вінниця, 2010. – Вип. 4. – С. 66 – 68.
12. Серета Л. П. Основи розробки ресурсозберігального процесу та комбінованого інструменту для отримання якісних поверхонь глибоких отворів гільз гідроциліндрів / Л. П. Серета, Р. В. Будяк // Промислова гідравліка і пневматика, 2010. - №4. – С. 84 – 88.
13. Патент на винахід 89326 Україна, МПК (2014.01) B23P 15/00. Комбінована деформуючо – різальна протяжка / Посвятенко Е. К., Паладійчук Ю. Б., Посвятенко Н. І., Будяк Р. В.; власник Вінницький національний аграрний університет; -№ u201314974; заявл. 20.12.2013, Бюл. №7.

References

- [1] Kaletnik, H., Adamchuk, V. Bulhakov, V. Kyurchev, V. Nadykto, V. (2016) *Osnovni pytannya rozvytku haluzi mekhanizatsiyi sil's'koho hospodarstva v Ukraini [Main issues of the development of the mechanization of agriculture in Ukraine]*, 3 (95), 6 – 12, Tekhnika, enerhetyka, transport APK [in Ukrainian].
- [2] Rezenberg, A. (1990) *Mekhanika piasticheskoho deformirovanie v procesah rezaniya I deformiruyucheho protiahvaniya [Mechanics of plastic deformation in the processes of cutting and deforming stretching]* Kiev: Nayk. rob [in Ukrainian].
- [3] Hrabchenko, A., Zaloha, V., Vnukov, Y. (2017) *Intehrirovaniye procesov obrabotki materialov rezaniem: ychebnik [Integrated processing of materials by cutting: a textbook]* Sumy: Universalna kniha [in Ukrainian].
- [4] Callister W. D. Jr. (2000) *Material Science and Engineering*. NY: John Willey & Sons.
- [5] Hrankin, S., Malakhov, V., Chernovol, M., Cherkun, V. (1998) *Nadiynist silskohospodarskoi tehniky [Reliability of agricultural machinery]* Kiev: Urozhay [in Ukrainian].
- [6] Turych, V., Rutkevych, V. (2017) *Vyznachennya rezhymiv obrobky v protsesi ul'trazvukovoho vyhladzhuvannya z poperednim zazorom [Determination of processing modes in the process of ultrasonic smoothing with a preliminary gap]*, 4 (99), 37 – 42, Tekhnika, enerhetyka, transport APK [in Ukrainian].
- [7] Ivanov, M., Pereyaslavs'kyu, O., Sharhorods'kyu, S., Koval'ova, I. (2017) *Sylovi kharakterystyky mekhanizmu rehulyuvannya kuta nakhyly pokhyloho dyska rehul'ovanoho aksial'noho rotornoporshnevoho nasosa [Power characteristics of the mechanism for adjusting the angle of inclination of the slope of the adjustable axial rotary piston pump]*, 2 (85), 37 – 42, Vibratsiyi v tekhnitsi ta tekhnolohiyakh [in Ukrainian].
- [8] Budyak, R. (2019) *Ohopiyyche protiahyvania v tehnolohiyah vuhotovlenia shesteren vnytrishnoho evelventnoho zachepienia [Coverage in the technology of manufacturing gears of internal engagement]* [in Ukrainian].
- [9] Budyak, R., Bandura, V. (2014) *Doslidjenia shorstkosti hvuliastosti ta krivuzna otvory poverhni hilz pislia protiahyvaniya [Investigation of roughness, wavelength and curvature of the surface hole of the shells after dragging]*, 1/5 (67), 38 – 40, Vostochno – Yevropeyskiy zhurnal peredovikh tekhnologiy. [in Ukrainian].



- [10] Posvyatenko, E., Budyak, R. (2009) *Osnovni napriamku suntezy resyrsozberihaychuh procesiv vuhotovleniia hidrocylindriv mashyn [The main directions of synthesis of resource-saving processes of manufacture of hydraulic cylinders of machines]*, 2(19), 128 – 134, Kharkiv: Vusoki tehnolohii v mashynobydyvani: Zb. nauk. pr. NTU "HPI". - Kh. "HPI" [in Ukrainian].
- [11] Budyak, R. (2010) *Pidvushcheniia nadiinosti hidrocylindriv mashyn tehnolohichnumu metodamu [Increase of reliability of hydraulic cylinders of machines by technological methods]*, 4, 66 – 68, Vinnytsya. Sb. Zb nauk prac VDAY : tehnicni i nauky [in Ukrainian].
- [12] Sereda, L., Budyak, R. (2010) *Osnovu rozrobku resyrsozberihalnoho procesy ta kombinovanoho instrymentu dlia otrumania yakisnuh poverhon hlubokuh otvoriv hilz hidrocylindriv. [Fundamentals of development of resource saving process and combined tool for obtaining qualitative surfaces of deep holes of cylinders of hydraulic cylinders]*, 4, 84 – 88, Promislova hidravlika i pnevmatika [in Ukrainian].
- [13] Posvyatenko, E., Palyadichuk, Y., Posvyatenko, N., Budyak, R. (2013) *Kombinovana deformyuchozrizalna protyazka [Combined deformation-cutting cutting]*, Patent na vunahid 89326 Ukraine, MPK B23P 15/00, Vinnytsia National Agrarian University, u 2013 14974, stated. 20.12.2013, Byl. 7 [in Ukrainian].

ОБРАБОТКА ГИЛЬЗ СИЛОВИХ ЦИЛИНДРОВ ГИДРОСИСТЕМ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН

Описан прогрессивный процесс обработки глубоких отверстий деталей машин типа гильз на основе комбинированного деформирующее - режущего протягивания.

Показано, что оптимальным вариантом обработки отверстия гильзы является деформирующе резательное протягивание. Во время работы деформирующего части инструмента конструкционные и низколегированные пластические стали получают холодное деформационное упрочнение. Это снижает интенсивность наростоутворення при режущем протягивании и улучшает обрабатываемость последних. Построена модель взаимосвязи явлений при резке металла, укрепленного холодной деформацией. Разработан и испытан в производственных условиях новая конструкция комбинированного деформирующее – режущего инструмента для обработки гильз гидроцилиндров, как силового исполнительного органа гидросистем сельскохозяйственных машин.

Ключевые слова: гильза гидроцилиндра, протягивание, холодное деформационное упрочнение, нарост, глубокое отверстие.

Ф. 2. Рис. 9. Лит. 14.

PROCESSING OF GILLS OF POWER CYLINDERS BY HYDROCYSTALS OF AGRICULTURAL MACHINES

The progressive process of processing deep openings of machine parts type sleeves on the basis of combined deformation - cutting forecasting is described.

It has been shown that the optimal variant of the shell aperture processing is deformation - cutting stretching. During the work of the deforming part of the tool, the structural and low-alloyed plastic steels receive cold deformation strengthening. This reduces the intensity of build-up during cutting and improves the handling of the latter. A model of the interrelation of phenomena when cutting metal strengthened by cold deformation was constructed. The new construction of a combined deformation - a cutting tool for processing cylinder liners of hydraulic cylinders, as a power executive body of agricultural machinery hydrosystems, was developed and tested in production conditions.

Key words: shell, hydrocylinder, stretching, cold deformation strengthening, growth, deep hole.

F. 2. Fig. 9. Ref. 14.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА

Будяк Руслан Володимирович – кандидат технічних наук, старший викладач кафедри «Агроінженерії та технічного сервісу» Вінницького національного аграрного університету (вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, 21008, Україна, e-mail: rusbudyak.vnau@gmail.com).



Будяк Руслан Владимирович – кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры «Агроинженерии и технического сервиса» Винницкого национального аграрного университета (ул. Солнечная, 3, г. Винница, 21008, Украина, e-mail: rusbudyak.vnau@gmail.com).

Budyak Ruslan Volodimirovich – PhD, Senior Lecturer of the “Department of Agroengineering and Technical Service of the Vinnytsia National Agrarian University (3, Sonyachna st., Vinnytsia, Ukraine), e-mail: rusbudyak.vnau@gmail.com).