

DOI 10.32820/2079-1747-2021-27-43-49

УДК: 621.97.07

**КРИТЕРІЙ ГРАНИЧНОГО ЗНОШУВАННЯ НАПРЯМНИХ ЕЛЕМЕНТІВ
ПЕРЕНАЛАГОДЖУВАНИХ ШТАМПІВ****Фролов Е.А.,¹ Дерябкіна Е.С.,² Агарков В.В.,³ Муравльов В.В.⁴***Полтавський національний технічний університет імені Ю. Кондратюка¹
Харківський національний технічний університет сільського господарства
імені Петра Василенка²**Державне підприємство «Харківстандартметрологія»³
Полтавський державний аграрний університет⁴***Інформація про авторів:**

Фролов Євгеній Андрійович: ORCID 0000-0002-9415-1066, naumova.olga1@mail.ru доктор. техн. наук, професор, професор кафедри технології машинобудування, Полтавський національний технічний університет ім. Ю. Кондратюка, Першотравневий проспект, 24, м. Полтава, Україна.

Дерябкіна Євгенія Станіславівна: Ідентифікатор ORCID 0000-0002-5531-0124, 216464g@gmail.com, канд. техн. наук, доцент, доцент каф. технологічних систем ремонтного виробництва, Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. Петра Василенка, вул. Алчевських, 44 м. Харків, Україна.

Агарков Віктор Васильович - Ідентифікатор ORCID 0000-0001-9883-0480, 290@mti.kharkov.ua канд. техн. наук, заст. директора, Державне підприємство "Харківстандартметрологія", вул. Мироносицька, 36, м. Харків, Україна.

Муравльов Володимир Вячеславович: ORCID: 0000-0002-3221-0411; mvv02021975@ukr.net; кандидат технічних наук; доцент кафедри галузеве машинобудування, Полтавський державний аграрний університет, вул. Сковороди, 1/3, м. Полтава, Україна.

Визначений критерій граничного зношування направляючих елементів УЗПШ для розділових операцій. Випробування на надійність проводились у виробничих умовах, робота компонувань штампів вважалась надійною до моменту втрати точності параметрів штампівки, причиною якої є межовий знос направляючих елементів переналагоджуваних штампів.

Встановлено, якщо величина зміщення перевищує величину зазору між робочими частинами штампів, відбувається їх зарубування. При нерівномірному розташуванні зазору стійкість штампів знижується у 1,5 рази. Блоки УЗПШ оснащені направляючими елементами, які виготовлені по 5-му квалітету точності (для УПШ) і 6-7 квалітету точності (для УЗШ). Приведені значення найменших двосторонніх зазорів між матрицею і пуансоном (Z_{\min}), для яких придатні компонування УЗПШ з направляючими елементами, що виконані по 6-7 квалітету точності з умови зміщення плити у горизонтальній площині.

Виконаний розрахунок величини зміщення пуансона відносно номінального положення (m) при обертанні на кут α для компонувань УСПШ з діагональним або осьовим розташуванням направляючих колонок. Приведені величини зміщення пуансона від номінального положення при обертанні верхньої плити діагональної або осьової компоновки УЗПШ, значення найменших зазорів між матрицею і пуансоном, для яких придатні блоки з направляючими ковзання по 5 квалітету точності.

Ключові слова: універсальний збірний переналагоджуваний штамп, розділові операції, граничний знос, напрямні елементи, матриця, пуансон.

Frolov E.A., Deryabkina E.S., Agarkov V.V., Muravlyov V.V. "Criteria for the limit wear of the guide elements of re-adjustable dies".

The criterion of the limiting wear of the USPSH guiding elements for separation operations has been determined. Reliability tests were carried out in production conditions, the operation of the die layouts was considered reliable until the loss of the accuracy of the stamping parameters, the cause of which is the extreme wear of the guide elements of the re-adjustable dies.

It has been established that if the displacement value exceeds the gap between the working parts of the dies, the latter are hacked. With an uneven position of the gap, the stability of the dies is reduced by 1.5 times. USPSH blocks are equipped with guiding elements, which are made according to the 5th grade of accuracy (for USPSH) and 6-7 grade of accuracy (for USSH). The values of the smallest double-sided gaps between the matrix and the punch (z_{\min}) are given, for which the UZPSH arrangements with guiding elements made according to 6-7 accuracy grades are suitable for the condition of plate displacement in the horizontal plane.

The calculation of the value of the displacement of the punch relative to the nominal position (m) when turning through the angle α for USPSH layouts with a diagonal or axial arrangement of guide columns has been performed. The values of the displacement of the punch from the nominal position during the rotation of the upper plate of the diagonal or axial arrangement of the UZPSH, the value of the smallest gaps between the matrix and the punch, for which blocks with sliding guides of the 5th grade of accuracy are suitable, are given.

Keywords: universal prefabricated re-adjustable dies, separation operations, limit wear, guide elements, matrix, punch.

Вступ

Поява і розвиток нових видів прогресивної штампового оснащення поставили перед виробництвом ряд нових проблем. Однією з таких проблем є підвищення надійності і довговічності штампів стосовно експлуатаційних умов.

Існуючі традиційні методи аналізу та оцінки надійності штампів, орієнтовані на прості поєднання елементів і вузлів, не можуть в повній мірі задовольняти потреби надійності і довговічності складної системи оборотних штампів [1-4]. Необхідний розвиток методів оцінки і забезпечення надійності цих штампів з урахуванням їх специфіки (можливість перебудови структури, зміни в широких межах параметрів штампованих деталей і серійності виробництва).

Постановка проблеми

Кількісні характеристики надійності системи оборотних штампів [3-7] оцінювалися на підставі експериментальних даних і аналітичного розрахунку.

Випробування на надійність проводилися у виробничих умовах при штампуванні деталей на річну програму. Робота компоновок штампів вважалася надійною і працездатною до моменту втрати точності штампованих деталей, причиною якої був граничний знос направляючих елементів переналагоджуваних штампів.

Встановлення граничного зносу є надзвичайно складним завданням, так як до деталей будь-яких конструкцій пред'являються найрізноманітніші вимоги.

До теперішнього часу методика розрахунку граничних зносів розроблена недостатньо для переналагоджуваних штампів в силу своїх конструктивних особливостей [8-10].

Метою досліджень було визначення критеріїв граничного зношування напрямних елементів переналагоджуваних штампів для розділових операцій.

Результати досліджень

Першим завданням, яку доводиться вирішувати при розрахунку граничних зносів і по ним термінів служби деталей машин, є встановлення критеріїв граничного зносу.

Довговічність роботи універсально-збірних переналагоджуваних штампів (УСПШ) в значній мірі залежить від якості виготовлення системи направляючих елементів.

У компоновках УСПШ між направляючою колонкою і отвором в направляючій обоймі є зазор, в межах якого неминуче зміщення верхньої частини щодо нижньої.

Якщо величина зміщення перевищує величину зазору між робочими частинами штампа, відбувається зарубаніє останніх. При нерівномірному розташуванні зазору стійкість штампів знижується в 1,5 рази.

Блоки УСПШ забезпечені направляючими елементами, виготовленими по 5 квалітету точності для універсальних переналагоджуваних штампів і 6 - 7 квалітету точності для універсальних збірних штампів.

Верхня плита таких штампів зміщується щодо нижньої в горизонтальній площині (рис.1 - а) і при повороті на кут α (рис.1 - б).

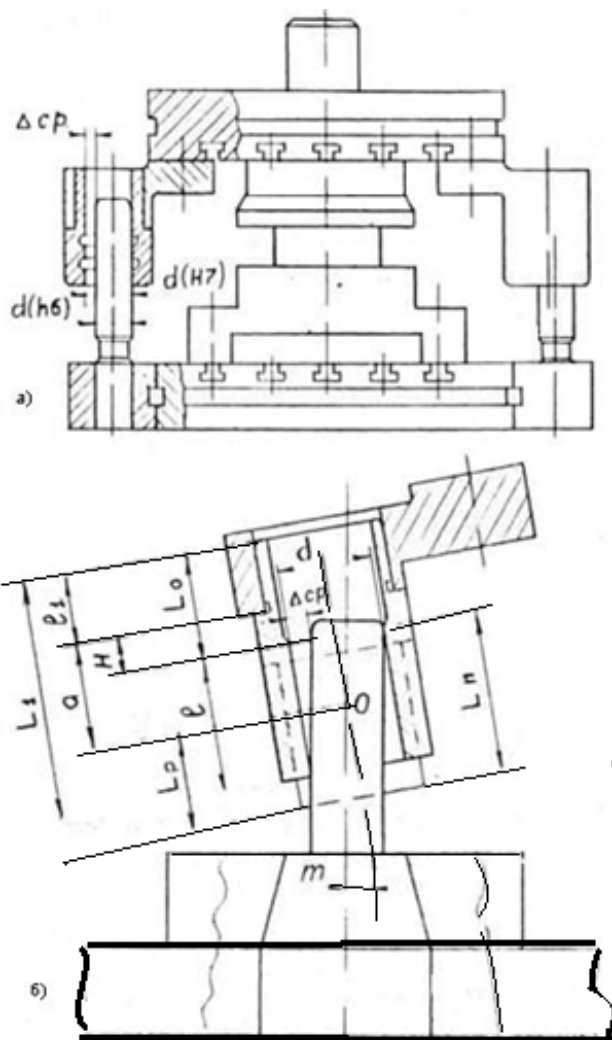


Рис.1 – Схема зміщення верхньої плити штампа щодо нижньої:
а - в горизонтальній площині; б - при повороті на кут " α ".

У горизонтальній площині зміщення відбувається на величину середньо вирогідному зазору між напрямними елементами.

Зсув розраховується за формулою:

$$\Delta = \pm \frac{1}{2} \Delta_{cp} = \pm \frac{\Delta A + \Delta C}{4}, \quad (1)$$

де ΔA - допуск на отвір направляючої втулки; ΔC - допуск на діаметр направляючої колонки.

Абсолютна ж величина зміщення пуансона від номінального положення дорівнює $m = 2\Delta = \Delta_{cp}$. Знак "±" означає, що плити зміщуються відносно один одного в обидва боки від номінального положення.

Найменший двосторонній зазор між матрицею і пуансоном (Z_{\min}), при якому може бути використана компоновка УСПШ, приймається рівним $Z_{\min} = k m$,

де k - коефіцієнт, що враховує допустиму нерівномірність розподілу зазору в штампах, $k = 1,3 \div 1,4$.

У табл. 1 наведені значення найменших двосторонніх зазорів між матрицею і пуансоном (Z_{\min}), для яких придатні конструювання УСПШ з напрямними елементами, виконаними по 6 - 7 квалітету точності з умов зміщення плити в горизонтальній площині.

Таблиця 1- Величини зазорів, мм

Габаритні розміри блоку в плані L×B, мм	Діаметри напрямних колонок d, мм	Зазори, мм		
		у напрямних		між матрицею і пуансоном Z_{\min} , мм
		найбільший $\Delta A + \Delta C$	середній $\Delta_{cp} = m$	
280×250	28	0,037	0,019	0,027
320×280	32	0,044	0,022	0,031
360×310	32	0,044	0,022	0,031
360×360	32	0,044	0,022	0,031
400×350	40	0,044	0,022	0,031
480×360	40	0,044	0,022	0,031

Зсув пуансона щодо матриці при повороті верхньої плити блоку на кут α може відбуватися в площині центрів обох колонок і втулок (напрямних обойм). При повороті плити в площині однієї пари напрямних елементів зміщення пуансона щодо матриці матиме найбільше значення. Кут повороту плити визначається за формулою

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\Delta_{cp}}{l}, \quad (2)$$

де Δ_{cp} - середнє вирогідна величина зазору між отвором напрямної обойми і колонкою; l - довжина контактної поверхні напрямної обойми з колонкою.

Таким чином, довжина контактної поверхні визначає кут повороту плити, тобто впливає на точності характеристики блоку.

Направляючі втулки (обойми) мають контактну поверхню тільки на частині довжини ($l = l_1 - l_a$), яка виступає з плити. З умов технологічності їх виготовлення на довжині L_0 зроблена розточування.

Зробимо розрахунок величини зміщення пуансона щодо номінального положення (m) при повороті на кут α для компоновок УСПШ з діагональним або осьовим розташуванням напрямних колонок.

Довжина напрямної частини втулки прийнята рівною довжині контактної поверхні колонки з втулкою: $l = L_1 - L_0$

Відстань від центру повороту до нижньої площини верхньої плити:

$$a = \frac{l}{2} + (L_0 - l) \quad (3)$$

Розрахункова довжина пуансона, на якій відбувається зміщення при повороті на кут α :

$$L_p = (L_n + H) - a, \quad (4)$$

де H - товщина підкладної плити; L_n - довжина пуансона.

Зсув пуансона m' , дорівнює $m' = \pm L_p \operatorname{tg} \alpha$

де $\operatorname{tg} \alpha = \frac{\Delta_{cp}}{l}$, тоді $m' = \pm \Delta_{cp} \frac{L_p}{l}$.

Абсолютне (двостороннє) зміщення пуансона щодо номінального положення дорівнює подвоєному значенню

$$m = 2m' = 2\Delta_{cp} \frac{L_p}{l}$$

Величини зміщення пуансона від номінального положення при повороті верхньої плити діагональної або осьової компоновки УСПШ на кут α наведені в табл. 2.

Таблиця 2 - Величини зміщення пуансона

Габаритні розміри блоку в плані L×B	Діаметр колонки, d, мм	$l_0 = L_1 - L_0$	$a = \frac{l}{2} + (L - l_1)$	L_n	$L_p = (L_n + H) - a$	$\frac{\Delta_{наиб}}{\Delta_{cp}}$	m	z_{min}
280×250	28	56	30	60	34	$\frac{0,037}{0,019}$	0,022	0,031
320×280	32	71	37,5	75	41,5	$\frac{0,044}{0,022}$	0,026	0,056
360×310	32	71	37,5	75	41,5	$\frac{0,044}{0,022}$	0,026	0,056
360×360	32	71	37,5	75	41,5	$\frac{0,044}{0,022}$	0,026	0,056
400×350	40	71	37,5	75	41,5	$\frac{0,044}{0,022}$	0,026	0,056
400×360	40	71	37,5	75	41,5	$\frac{0,044}{0,022}$	0,026	0,056

У табл. 3 наведені значення найменших зазорів між матрицею і пуансоном, для яких придатні блоки з направляючими ковзання по 5 квалітету точності.

Таблиця 3 - Найменші зазори між матрицею і пуансоном

Габаритні розміри блока у плані L×B	Діаметр колонки, d, мм	Зазор, мм		
		У напрямних		між матрицею і пуансоном Z_{\min} , мм
		найбільший $\Delta A_1 + \Delta C_1$	середній $\Delta_{cp} = m$	
280×250	28	0,022	0,011	0,015
320×280	32	0,022	0,011	0,015
360×310	32	0,022	0,011	0,015
360×360	32	0,022	0,011	0,015
400×350	40	0,026	0,013	0,018
480×360	40	0,026	0,013	0,018

Висновки

Аналізуючи значення найменших двосторонніх зазорів між матрицею і пуансоном (Z_{\min}), наведених в табл. 1 і 3, можна зробити наступні висновки:

1. Величина граничного зносу напрямних елементів системи УСПШ лімітується вимогами точності розташування пуансонів щодо матриць і визначається максимально допустимим зазором в з'єднанні "спрямовуюча колонка - втулка (обойма)".

2. При повертанні плити зміщення пуансона більше в 1,3 - 1,9 рази, ніж при її горизонтальному переміщенні. Такі конструкції компонок УСПШ можуть бути використані при виконанні розділових операцій листового штампування матеріалів товщиною понад 1,5 мм.

3. Підвищення точності конструкції компонок УСПШ може бути досягнуто за рахунок збільшення довжини контактної поверхні l.

4. Компоновання УЗПШ з направляючими елементами ковзання 6 - 7 квалітетів точності Н7/h6 при відповідному збільшенні довжини робочих поверхонь втулок можна застосовувати для операцій штампування при двосторонньому зазорі між робочими частинами штампа у межах 0,022-0,031 мм.

5. Подальше збільшення параметрів характеризує точність компонок УСПШ, що досягається шляхом застосування напрямних елементів ковзання з полем допуску h5.

Встановлено кількісні характеристики і критерії граничного зношування напрямних елементів УЗПШ, що забезпечують точності характеристики штампованих деталей.

Список використаних джерел:

- Агарков В. В. Совершенствование универсально-сборных переналаживаемых штампов путем оптимизации конструктивных параметров компонок в условиях машиностроительных производств : дис. ... канд. техн. наук / В. В. Агарков. – Харьков, 2013. – 210 с.
- Универсально-сборные переналаживаемые штампы для листовой штамповки / Н. К. Резниченко, Г. И. Ищенко, В. В. Агарков, А. Я. Мовшович // Вісник інженерної академії України. – 2011. – Вип. 3. – С. 95–98.
- Мовшович А. Я. Конструкции и технологические возможности специализированных переналаживаемых гибочных штампов / А. Я. Мовшович, Ю. А. Кочергин // Вестник Национального технического университета «КПИ». – Киев : НТУУ «КПИ», 2010. – С. 250–254.
- Фролов Е. А. Выбор эффективного метода интенсификации процессов формообразования деталей сложных форм из высокопрочных конструкционных сталей / Е. А. Фролов, О. Г. Носенко, Е. С. Дерябкина // *Машинобудування* : зб. наук. пр. / Укр. інж.-пед. акад. – Харків, 2012. – Вип.10. – С. 248–252.
- Отраслевая система переналаживаемой технологической оснастки для ускоренной технологической подготовки производства / Н. Д. Жолткевич и др. – М. : ЦНИИ информ., 1988. – 248 с.

6. Кочергин Ю. А. Обоснование возможности применения упрочняющих покрытий для повышения износостойкости гибочных штампов / Ю. А. Кочергин // *Збірник наукових праць Української державної академії залізничного транспорту* : зб. наук. пр. // УкрДАЗТ. – Харків, 2009. – Вип. 110. – С. 111–115.
7. Повышение износостойкости направляющих элементов штамповой оснастки методом эпиламирования / А. Я. Мовшович, Е. С. Дерябкина, М. Г. Ищенко, М. Е. Федосеева // *Обработка материалов давлением*. – 2012. – № 4 (33). – С. 232.
8. Кочергин Ю. А. Повышение технологических возможностей штамповой оснастки и точности деталей при П-образной гибке / Ю. А. Кочергин, А. Я. Мовшович, Е. А. Фролов // *Сборник научных трудов ДГМА*. – Краматорск, 2010. – Вып. 3 (24). – С. 92–97.
9. Мовшович А. Я. К вопросу влияния конструктивно - технологических факторов на усилие штамповки при П-образной гибки / А. Я. Мовшович, М. М. Буденный // *Високі технології в машинобудуванні* : зб. наук. пр. / Нац. техн. ун-т "ХПІ". – Харків, 2009. – Вип. 2 (19). – С. 110–116.
10. Исследование влияния покрытий и способов производства направляющих элементов на их износостойкость / Е. А. Фролов, Н. К. Резниченко, Е. С. Дерябкина, С. И. Кравченко, В. В. Агарков, С. Г. Ясько // *Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии* / Нац. аэрокосмический ун-т им. М. Е. Жуковского "ХАИ". – Харьков, 2020. – № 89. – С. 33–47.

References:

1. Agarkov, VV 2013, 'Sovershenstvovanie universalno-sbornyih perenalazhivaemyih shtampov putem optimizatsii konstruktivnyih parametrov komponovok v usloviyah mashinostroitelnyih proizvodstv', *Kand.tekh.n. thesis*, Harkov.
2. Reznichenko, NK, Ischenko, GI, Agarkov, VV, Movshovich, AYa & Reznichenko, NK 2011, 'Universalno-sbornyie perenalazhivaemye shtampyi dlya listovoy shtampovki', *Visnik Inzhenernoyi akademiyi Ukrayini*, iss.3, pp. 95-98.
3. Movshovich, AYa & Kochergin, YuA 2010, 'Konstruktsii i tehnologicheskie vozmozhnosti spetsializirovannyih perenalazhivaemyih gibochnyih shtampov', *Vestnik Natsionalnogo tehniceskogo universiteta Kievskij politehnicheskij institut*, Kiev, pp. 250-254.
4. Frolov, EA, Nosenko, OG & Deryabkina, ES 2012, 'Vyibor effektivnogo metoda intensivatsii protsessov formoobrazovaniya detaley slozhnyih form iz vyisokoprochnyih konstruktivnyih staley', *Mashinobuduvannya, Ukrainka inzhenerno-pedahohichna akademiia*, Kharkiv, iss.10. pp. 248-252.
5. Zholtkevich, ND et al. 1988, *Otraslevaya sistema perenalazhivaemoy tehnologicheskoy osnastki dlya uskorennoy tehnologicheskoy podgotovki proizvodstva*, Centralnyj nauchno-issledovatel'skij institut upravleniya, jekonomiki i informacii, Moskva.
6. Kochergin, YuA 2009, 'Obosnovanie vozmozhnosti primeneniya uprochnyayuschih pokrytity dlya povsheniya iznosostoykosti gibochnyih shtampov', *Zbirnik naukovih prats Ukrainskoyi derzhavnoyi akademiyi zallzничного транспорту*, Ukrainskiy derzhavnyi universytet zaliznychnoho transportu, Kharkiv, iss. 110, pp.111-115.
7. Movshovich, AYa, Deryabkina, ES, Ischenko, MG & Fedoseeva, ME 2012, 'Povyishenie iznosostoykosti napravlyayuschih elementov shtampovoy osnastki metodom epilamirovaniya', *Obrabotka materialov davleniem*, no.4 (33), p.232.
8. Kochergin, YuA, Movshovich, AYa & Frolov, EA 2010, 'Povyishenie tehnologicheskikh vozmozhnostey shtampovoy osnastki i tochnosti detaley pri P-obraznoy gibke', *Sbornik nauchnyih trudov Donbasskoj gosudarstvennoj mashinostroitelnoj akademii*, Kramatorsk, iss. 3 (24), pp. 92-97.
9. Movshovich, AYa & Budennyiy, MM 2009, 'K voprosu vliyaniya konstruktivno - tehnologicheskikh faktorov na usilie shtampovki pri P-obraznoy gibki, Visoki tehnologiyi v mashinobuduvanni, Zbirnik Natsionalnogo tehniceskogo universiteta Kharkivskiy politehnichnyi instytut, Kharkiv, iss. 2 (19), pp.110-116.
10. Frolov, EA, Agarkov, VV, Yasko, SG, Reznichenko, NK, Deryabkina, ES & Kravchenko, SI 2020, 'Issledovanie vliyaniya pokrytity i sposobov proizvodstva napravlyayuschih elementov na ih iznosostoykost', *Otkrytyie informatsionnyie i kompyuternyie integrirovannyye tehnologii*, Nacionalnyj ajerokosmicheskij universitet imeni ME Zhukovskogo Harkovskij aviacionnyj institut, Harkov, no. 89, pp. 33-47.

Стаття надійшла до редакції 22 травня 2021 року