

Фролов Є.А.

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

Муравльов В.В.

Полтавський державний аграрний університет

Дерябкіна Є.С.

Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка

Агарков В.В.

Державне підприємство «Харківстандартметрологія»

E-mail: naavoneska@gmail.com

**ВПЛИВ ДЕТОНАЦІЙНО - ГАЗОВОЇ ОБРОБКИ НА
ЗНОСОСТІЙКІСТЬ ФОРМОТВОРНИХ ЕЛЕМЕНТІВ
ПЕРЕНАЛАГОДЖУВАНИХ ЗГІНАЛЬНИХ
ШТАМПІВ**

УДК:621.7.793.65.07

Фролов Є.А., Муравльов В.В., Дерябкіна Є.С., Агарков В.В. «Вплив детонаційно - газової обробки на зносостійкість формотворних елементів переналагоджуваних згинальних штампів»

Експериментально визначено, що найбільш перспективним рішенням, яке впливає на працездатність переналагоджуваних згинальних штампів, є нанесення детонаційно-газових зносостійких покриттів на їх робочі частини. Дослідження зносостійкості формотворних елементів переналагоджуваних штампів, що зміцнені методом детонаційно-газового нанесення покриттів, дозволили розробити найбільш раціональні конструктивно-технологічні рішення, які відповідають вихідним вимогам з підвищення зносостійкості формотворних елементів розробленої конструкції переналагоджуваного згинального штампів.

В задачу досліджень входило дослідження впливу зміцнюючих методів обробки основних формуючих елементів штампів на їх зносостійкість. В процесі випробувань у якості матеріалу, який штампують, використовувалися сталі Ст3 та 1Х18Н10Т товщиною 4 і 8 мм. Випробування проводилося на однокривошипному пресі простої дії марки К2130М зусиллям 1000кН. У якості критерію зносостійкості приймалася збільшення двостороннього зазору між згинальною матрицею та пуансоном в межах 0,15...0,20 мм на довжині згинання до 100 мм. На кожному з випробувальних експериментах було отримано від 10 до 15 тис. деталей, що відповідало умовам серійного виробництва в сучасних умовах. Зміцнення робочих поверхонь формотворчих елементів спеціалізованих згинальних штампів детонаційно-газовим методом підвищує їх зносостійкість в 1,8-2,4 рази в порівнянні з формотворними елементами, які виготовлені зі сталі У8А і термооброблені до твердості 52...56 HRC. При цьому зносостійкість змінних пластин пуансонів в 2,3-2,5 рази вище, ніж у змінних вкладишів матриць.

Ключові слова: переналагоджувані згинальні штампів, випробування, формотворчі елементи, пуансон, матриця, детонаційно-газове напилювання, зносостійкість.

Фролов Є. А., Муравльов В.В., Дерябкіна Є.С., Агарков В.В. "Влияние детонационно-газовой обработки на износостойкость формообразующих элементов переналаживаемых гибочных штампов"

Експериментально встановлено, що найбільш перспективним рішенням, впливаючим на работоспособність переналаживаемых гибочных штампов, является нанесение детонационно - газовых износостойких покрытий на их рабочие части. Исследование износостойкости формообразующих элементов переналаживаемых штампов, упрочненных методом детонационно-газового нанесения покрытий позволили разработать наиболее рациональные конструктивно-технологические решения, которые соответствуют исходным требованиям по повышению износостойкости формообразующих элементов разработанной конструкции переналаживаемого гибочного штампа.

В задачу исследований входило исследование влияния упрочняющих методов обработки основных формообразующих элементов штампов на их износостойкость. В процессе испытаний в качестве штампующего материала, использовались стали Ст3 и 1Х18Н10Т толщиной 4 и 8 мм. Испытание проводилось на однокривошипном прессе простого действия марки К2130М усилием 1000кН. В качестве критерия износостойкости принималась увеличения двустороннего зазора между гибочной матрицей и пуансоном в пределах 0,15 ... 0,20 мм на длине гибки до 100 мм. На каждом из испытательных экспериментов было обработано от 10 до 15 тыс. деталей, что отвечало условиям серийного производства в современных условиях. Упрочнение рабочих поверхностей формообразующих элементов специализированных гибочных штампов детонационно-газовым методом повышает их износостойкость в 1,8-2,4 раза по сравнению с формообразующими элементами, изготовленными из стали У8А и термообработанных до твердости 52 ... 56 HRC. При этом износостойкость сменных пластин пуансонов в 2,3-2,5 раза выше, чем у сменных вкладышей матриц.

Ключевые слова: переналаживаемые гибочные штампів, испытания, формообразующие элементы, пуансон, матрица, детонационно-газовое напиление, износостойкость.

E.A. Frolov, V.V. Muravlyov, E.S. Deryabkina, V.V. Agarkov "Influence of detonation and gas treatment on wear resistance of forming elements of pre-adjustable bending stamps"

It has been experimentally determined that the most promising solution that affects the performance of reconfigurable bending dies is the application of detonation-gas wear-resistant coatings on their working parts. Studies of wear resistance of forming elements of reconfigurable dies, reinforced by detonation-gas coating, allowed to develop the most rational design and technological solutions that meet the initial requirements to increase the wear resistance of forming elements of the developed design of adjustable bending stamp.

The research task included the study of the influence of reinforcing methods of processing the main forming elements of dies on their wear resistance. During the tests, steel St3 and 1X18H10T with a thickness of 4 and 8 mm were used as a stamping material. The test was performed on a single-crank press of simple action brand K2130M with a force of 1000 kN. As a criterion of wear resistance was taken to increase the bilateral gap between the bending matrix and the punch in the range of 0.15... 0.20 mm at a bending length of up to 100 mm. In each of the test experiments was found from 10 to 15 thousand parts that met the conditions of mass production in modern conditions. Strengthening the working surfaces of the forming elements of specialized bending dies by detonation-gas method increases their wear resistance by 1.8-2.4 times compared with the forming elements, which are made of U8A steel and heat treated to a hardness of 52... 56 HRC. At the same time wear resistance of replaceable plates of punches is 2,3-2,5 times higher, than at replaceable inserts of matrices.

Keywords: adjustable bending dies, tests, forming elements, punch, matrix, detonation-gas spraying, wear resistance.

Актуальність проблеми

Надійна працездатність спеціалізованих переналагоджуваних згинальних штампів залежить від величини напрямку і способу передачі навантажень, а також від фізичного стану обладнання, спирання та закріплення штампів на столах пресів [1-5].

Зовнішній вплив, тобто навантаження на робочі елементи конструкції, обумовлюється наявністю складного напружено - деформованого стану оброблюваного матеріалу в зоні дії формотворних елементів штампів. Для нормальних умов експлуатації необхідно, щоб матеріал для їх виготовлення не піддавався змінанню, не викрашувався і відносно слабо нагрівався.

Аналіз останніх досліджень

Найбільш перспективним напрямком підвищення стійкості робочих елементів переналагоджуемого згинального штампів і його основних деталей (рис.1 поз. 3, 5) є використання приповерхневого методу зміцнення шляхом нанесення детонаційно – газових покриттів на їх робочі поверхні (пуансон – матриця) [6 – 14].

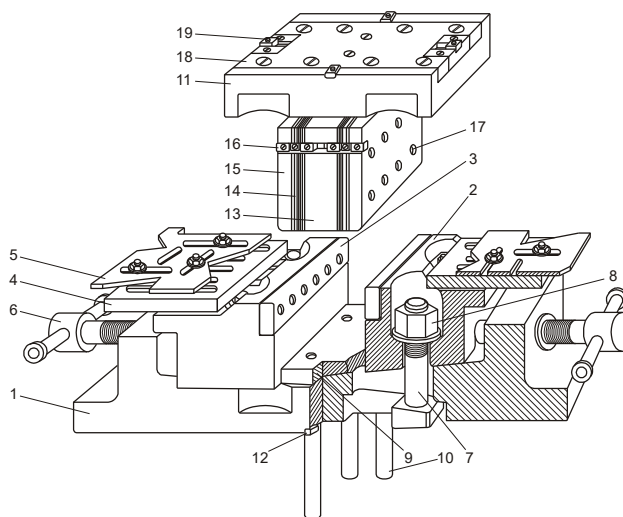


Рис.2. Базова конструкція змінного переналагоджуваного пакету

1 – матрицетримувач; 2 – полуматриця; 3 – змінний вкладиш; 4 – планка установча; 5 – рамка, що фіксує; 6 – гвинт регулювальний; 7 – болт стягнутий; 8 – гайка; 9 – виштовхувач-притискач; 10 – штовхач; 11 – тримач; 12 – шпонка установча; 13 – підстава пуансона; 14 – пластина регулювальна; 15 – пластина бічна; 16 – шпонка; 17 – гвинт; 18 – пластина притискна; 19 – шпонка установча

В літературі і керівних технічних матеріалах не знайдені рекомендації і дослідження по застосуванню методу детонаційного покриття на стійкість пуансонів і матриць для виконання згинання листових штампувань. У зв'язку з цим виникає необхідність проведення виробничих випробувань штампів з робочими елементами, що зміцнені детонаційно-газовим багатопшаровим покриттям великої щільності.

Формулювання мети дослідження

Метою даної роботи є дослідження та оцінка впливу детонаційно-газового покриття на зносостійкість і довговічність формотворчих елементів згинальних штампів, параметри точності згинання.

Результати дослідження

Дослідження зносостійкості формотворчих елементів штампів, зміцнених методом детонаційно-газового нанесення покриттів дозволили виробити найбільш раціональні конструктивно-технологічні рішення, що задовольняють вихідним вимогам в частині підвищення зносу розроблених конструкцій [10]. Однак, як в розрахункових схемах, так і при експериментах в лабораторних умовах, досить важко врахувати весь набір умов експлуатації штампів у виробничому циклі, в тому числі, установки, закріплення і налагодження штампів.

Для визначення впливу неврахованих факторів і параметрів, а також похибок обчислень і лабораторних вимірювань на зносостійкість формотворчих елементів і якість штампованих деталей, представляється необхідним проведення натурних виробничих випробувань розробленого штампового оснащення в реальних умовах експлуатації. У завдання виробничих випробувань входило дослідження впливу виду і режимів напилювання, марки матеріалу основи і покриття, технологічних параметрів експлуатації і серійності виробництва на зносостійкість ріжучих елементів штампів.

Детонаційно-газове зміцнення формотворчих елементів штампів виконувалося з метою підвищення службово-експлуатаційних характеристик шляхом високошвидкісного імпульсного напилювання на їх робочі поверхні порошкоподібних матеріалів в розплавленому стані. В результаті на поверхні утворювався шар покриття, що має нові властивості відмінні від властивостей матеріалу підкладки.

Отримані результати порівнювалися з результатами зносостійкості формотворчих елементів переналагоджуваних згинальних штампів, виготовлених зі сталі У8А, яка термооброблена до твердості 58 ... 63 HRC, при штампуванні аналогічної номенклатури деталей в умовах діючого виробництва.

У всіх випробовуваних конструкціях напрямні елементи встановлювалися на базових підставах і закріплювалися шляхом заливання епоксидним компаундом ЕД6, а їх робочі поверхні зміцнювали детонаційно-газовим методом.

В процесі випробувань в якості матеріалу, який штампують, використовувалася сталі Ст3 і 1Х18Н10Т товщиною 4 і 8 мм. Випробування проводилися на однокривошипному пресі простої дії марки К2130М зусиллям 1000 кН. У якості критерію зносостійкості приймалося збільшення двостороннього зазору між згинальною матрицею і пуансоном в межах 0,15...0,20 мм на довжині згинання до 100 мм. На кожному з випробовуваних штампів було встановлено від 10 до 15 тис. деталей, що відповідало умовам серійного виробництва в сучасних умовах.

Детонаційногазове нанесення зміцнюючого покриття вироблялося на модернізованій установці «АДУ-Об» із застосуванням гідравлічного маніпулятора, товщина покриття – 0,2...0,25 мм з підшаром товщиною 0,07 мм. Робочий цикл складався з ряду операцій, які виконувалися для здійснення процесу детонаційно-газового напилювання:

- продування ствола флегматизуючим газом (азотом) від гарячих продуктів детонації (ПД) попереднього пострілу;
- заповнення стовбура горючою сумішшю (ГС);
- створення демпфіруючої пробки (відсічення);
- подача порошкового матеріалу;
- ініціювання вибуху.

Точність переміщень для отримання якісного покриття забезпечувалася гідравлічним маніпулятором в автоматичному режимі. Для переміщення деталей, що напилюють, використовувалися три головні рухи маніпулятора:

- горизонтальний рух столу маніпулятора по лінійній координаті;
- вертикальний рух столу-траверси по координаті;
- при необхідності, обертання патрона із закріпленою в ньому деталлю навколо горизонтальної осі – круговий рух в кутовій координаті φ .

Оскільки нерівномірність по товщині має вирішальне значення для отримання якісного покриття, при оптимізації переміщення формотворчих елементів за умов, перш за все, приймалася рівномірність щільності одиначної плями напилювання по всій поверхні, яку зміцнюють, а також технологічна доцільність мінімізації числа команд на маршові переміщення (позиціонування) деталей, що забезпечують необхідну якість.

Як показали виробничі випробування, нерівномірність по товщині покриття, що напилюють, призводить до появи чорноти після механічної обробки, або до зайвої витрати матеріалу. Напівматриці і підстави пуансонів виготовлялися зі сталі 12ХН3А з подальшою цементацією і загартуванням до твердості 56...62 HRC. Змінні вкладиші матриць і робочі пластини пуансонів виготовлялися зі сталі 45 термообробленої до твердості 28...32 HRC.

Виходячи з діючих навантажень, у якості матеріалу зміцнюючого покриття застосовувалися порошки ПТ-19Н-01, ПТ-10Н-01 і ВК 20. Твердість покриття для матриць 1200 HV, для пуансонів – 1100 HV. Адгезійна міцність – 250...350 МПа, напруження, що зрізують – $\tau_{cp} = 500$ МПа. Покриття наносилося на відкриті зовнішні поверхні формотворчих елементів, кут напилювання – $(90 \pm 1,5)^{\circ}$. Краї зміцнювальних поверхонь повинні мати округлість радіусом не менше 1 мм, допускалося застосування фасок $1 \times 45^{\circ}$. Деталі повинні бути остаточно оброблені крім місць, що підлягають зміцненню. У цих місцях повинен бути вилучений шар металу, що дорівнює товщині, покриття, що зміцнює.

Підготовка поверхні, зберігання і транспортування підготовлених під зміцнення деталей проводилося у приміщенні при температурі не нижче 18°C і відносній вологості не вище 75%. При цьому не допускалася наявність в навколишньому середовищі речовин, що сприяють корозії поверхонь, що зміцнюють. Поверхні, що підлягають зміцненню, піддавалися струменево-абразивній обробки в спеціальній камері при тиску стисненого повітря 0,4...0,6 МПа, відстань від зрізу сопла повітряного пістолета до оброблюваної поверхні 40...70 мм, кут нахилу потоку $60...90^{\circ}$.

Поверхні деталей, що не підлягають зміцненню, захищалися від впливу струменево-абразивної обробки (а також подальшого напилювання) спеціальними екранами. Після деталі обдувалися стисненим повітрям для видалення частинок абразиву. Якість підготовки поверхні деталі під зміцнення контролювалося зовнішнім оглядом із застосуванням лупи 4-кратного збільшення, шорсткість поверхні Rz 80...100 по ГОСТ 2789.

Порошкові матеріали перед використанням просушували при температурі: для металевих і металокерамічних покриттів – $120...150^{\circ}\text{C}$; для керамічних покриттів – $250...300^{\circ}\text{C}$ протягом не менше 1,5 годин на деках з нержавіючої сталі і періодично перемішували. Товщина шару насипання порошку при цьому повинна бути не більше 15 мм. Приготування механічних сумішей порошків проводилося в спеціальному барабані, для змішування використовувалися змішувальні тіла (йоржі, кулі і т.п.).

В якості робочих газів застосовувалися: ацетилен технічний по ГОСТ 5457, кисень газоподібний по ГОСТ 5583, азот газоподібний по ГОСТ 9293 і стиснене повітря по ГОСТ 8673.

Стиснене повітря, що використовується для струменево - абразивної обробки, повинне бути очищене від мастила, вологи і бути не нижче 7 - 9 класів забрудненості по ГОСТ 17433.

Тривалість перерви між струменево-абразивної обробкою і напилюванням зміцнюючого покриття не перевищувала 6...8 год. Перед напилюванням поверхня деталі повинна бути сухою і чистою і відповідати першому ступеню обезжирювання по ГОСТ 9.402.

Деталь, яку зміцнюють, за допомогою спеціального оснащення закріплювалася на маніпуляторі, що забезпечує необхідну свободу переміщення щодо стовбура детонаційної установки, таким чином, щоб виключити перешкоди на шляху потоку частинок, що напилюють. Поверхні деталі, які не підлягають покриттю, були захищені металевими екранами.

Дистанція напилювання залежно від типу порошкового матеріалу і режиму коливалася від 35 до 200 мм.

Підшарок і основне покриття напилюють з однієї установки пошарово, при цьому необхідна товщина покриття досягалася шляхом циклічного напилювання одиничних плям, зі зміщенням однієї плями щодо іншої на крок, що не перевищує половину діаметра стовбура установки до 10 мм.

Припуск під шліфування покриття був не менше 0,05 мм на сторону.

Для охолодження покриття, яке напилювали, використовувався обдув струменем стисненого повітря.

В процесі напилювання допускалися короткочасні (до 10 хв.) паузи між нанесенням окремих шарів з метою охолодження, зовнішнього огляду і вимірювання товщини покриття. Після детонаційно-газового зміцнення, деталі з покриттями, при необхідності піддавалися механічній обробці з метою забезпечення необхідних розмірів і шорсткості зміцнених поверхонь відповідно до вимог конструкторської документації. Механічна обробка детонаційно-газових покриттів здійснювалася методом шліфування. Для шліфування застосовувалися абразивні матеріали; електрокорунд білий і нормальний, електрокорунд легований хромом і титаном (марок 91А і 92А), карбід кремнію зелений (карборунд), а також алмаз.

Зважаючи на високу твердість покриттів застосовувалися шліфувальні круги з керамічними зв'язками середньої м'якості (СМ1, СМ2) і м'які алмазні круги, як правило, на металевій зв'язці. Поперечна подача при шліфуванні була в межах 0,01 ... 0,04 мм/хід. Застосовувалося інтенсивне охолодження 0,3% - вим водним розчином кальцинованої соди.

Контроль якості зміцнених деталей виконувався відповідно до вимог ГОСТ 27953 і ГОСТ 9.304. Зовнішній вигляд напиленої і прошліфованої деталі контролювався із застосуванням лупи 4-кратного збільшення (ГОСТ 25706). Покриття має бути рівномірним, без тріщин, раковин, сколів, відшарувань (здуття).

Шорсткість поверхні покриття повинна відповідати вимогам конструкторської документації і контролюватися шляхом візуального порівняння зі зразками шорсткості по ГОСТ 2789. Обміри зміцненої деталі проводилися універсальними вимірювальними засобами. Контроль товщини напилюваного покриття здійснювався шляхом визначення розмірів деталі до і після напилювання і подальшої механічної обробки.

Контроль якості покриття по показникам, що визначаються при руйнівних методах контролю, а саме: міцність зчеплення покриття з основою і його твердість, проводився на зразках-свідках. Виготовлялося три зразка-свідка на партію однотипних деталей, зміцнених за зміну (одним і тим же покриттям). Зразки-свідки виготовлялися з того ж матеріалу, проходили ту ж термообробку і мали таку ж твердість, що і деталі, які зміцнювали. Детонаційно-газове зміцнення і подальша механічна обробка покриття на зразках-свідках виконані по тій же технології, що і зміцнені деталі. Зразки-свідки представляли собою штифтові зразки з кутом конусності 30°.

Покриття товщиною 0,3 мм напилювали на торець конусного штифта, вставленого і закріпленого у втулку, потім штифт відривався від покриття на розривній випробувальній

машині Р-05 ГОСТ 7855, при цьому вимірювалося зусилля відриву. Міцність зчеплення покриття з основою (адгезія) визначалася як відношення зусилля відриву до площі торця штифта.

Твердість покриття визначається за методом Віккерса відповідно до ГОСТ 2999, випробувальне навантаження 50 Н.

При необхідності проведення дослідження мікроструктури покриття, рентгеноструктурного і мікрорентгеноспектрального аналізів, а також інших досліджень використовувалися ті ж зразки.

У разі виявлення неякісного покриття воно видалялося механічним способом і наносилося повторно.

В результаті виробничих випробувань встановлено, що в процесі виготовлення партії деталей в кількості 15 тис. штук зі сталі Ст3 товщиною 4 мм зносу робочих поверхонь змінних пластин згинальних пуансонів і змінних вкладишів згинальних матриць зміцнених порошковим матеріалом ВК20 не спостерігалось. Шорсткість робочих поверхонь змінних деталей матриць і пуансонів відповідала Rz 80.

Зносостійкість змінних деталей згинальних пуансонів і матриць і при виготовленні партії деталей в кількості 15 тис. штук зі сталі Ст3 товщиною 8 мм приведена в табл. 1.

Таблиця 1

Зносостійкість формотворчих елементів спеціалізованих згинальних штампів, зміцнених ВК 20

Найменування деталей	Знос формотворчих елементів, мкм							
	Кількість деталей, які відштампували, тис. шт.							
	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0	12,0	14,0	15,0
Змінні вкладиші матриці	1,0	1,5	2,5	4,0	6,3	8,5	9,8	10,5
Змінні пластини пуансонів	–	–	1,0	1,5	2,45	3,51	4,2	4,5
Сумарне зношування	1,0	1,5	3,5	5,5	8,75	12,01	14,0	15,0

Зміцнення робочих поверхонь формотворчих елементів спеціалізованих згинальних штампів детонаційно-газовим методом підвищує їх зносостійкість в 1,8...2,4 рази в порівнянні з формотворчими елементами, виготовленими зі сталі У8А, термообробленої до твердості 52...56 HRC. При цьому зносостійкість змінних пластин пуансонів в 2,3...2,5 рази вище, ніж у змінних вкладишів матриць.

Висока зносостійкість твердосплавних покриттів пов'язана як з природою компонентів, які входять у їх склад, так і зі структурою покриттів. Тверда складова покриття (карбід вольфраму) вкраплена в м'яку основу матриці (сталь 45).

У покритті і в матеріалі навантаження сприймає, головним чином, тверда складова, зменшуючи тим самим глибину деформування. М'яка основа згинальної матриці перешкоджає крихкому руйнуванню зерен карбіду вольфраму, тобто структура твердого сплаву являє собою класичну структуру антифрикційного матеріалу. Результати дослідження зносостійкості при виробничих випробуваннях спеціалізованих переналагоджуваних згинальних штампів за своїм характером показників не відрізняються від зносу формотворчих елементів, виготовлених з термообробленої інструментальної сталі У8А [5, 6].

На зносостійкість формотворчих елементів спеціалізованих згинальних штампів, виконаних з детонаційними покриттями ВК 20, найбільший вплив надають домінуючі конструктивно-технологічні чинники: товщина матеріалу, який штампують, його фізико-механічні характеристики, технологічний зазор між матрицею і пуансоном, його рівномірний розподіл по всьому периметру згинання, матеріал формотворчих елементів і його хіміко-термічна обробка.

На рис. 2 показана залежність зміни зазору між формотворчими елементами спеціалізованих згинальних штампів, зміцнених ВК 20, у процесі виробничих випробувань, при виготовленні партії деталей в кількості 15 тис. штук з матеріалу Ст3 товщиною 8 мм.

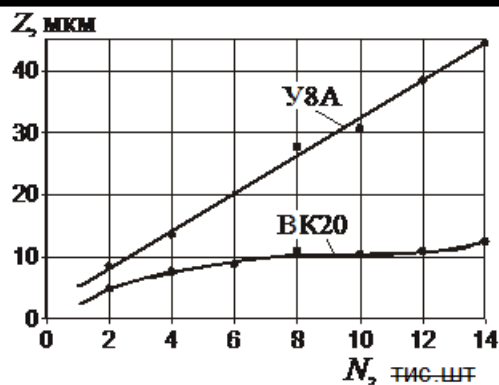


Рис. 2. Зміна зазору в процесі виробничих випробувань.

Аналіз отриманих результатів показав, що в процесі виробничих випробувань, спостерігалось рівномірне збільшення зазору між формотворними елементами спеціалізованих згинальних штампів при штампуванні партії деталей 15 тис. штук.

При цьому сумарна величина зазору формотворних елементів була незначною і не чинила суттєвого впливу на параметри точності (пружнення матеріалу) згинання.

Висновки

1. Максимальна зміна величини двостороннього зазору в результаті сумарного зносу зміцнених формотворних елементів переналагоджуваних згинальних штампів склала 12,0 мкм, при штампуванні деталей зі сталі Ст3 товщиною 8 мм, що в 2,5 - 3,0 рази менше, ніж при штампуванні з формотворними елементами, виготовленими зі сталі У8А, що пройшли термічну обробку.

2. Зміцнення робочих поверхонь формотворчих елементів спеціалізованих загальних штампів детонаційно-газовим методом підвищує їх зносостійкість в 1,8...2,4 рази в порівнянні з формотворними елементами, які виготовлені зі сталі У8А і термооброблені до твердості 52...56 HRC. При цьому зносостійкість змінних пластин пуансонів в 2,3...2,5 рази вище, ніж у змінних вкладишів матриць.

Дослідження працездатності штампів з формотворними елементами, зміцненими детонаційно-газовим методом, показало технологічну можливість і економічну доцільність їх застосування в широкому діапазоні від дрібносерійного до серійного виробництва при згинанні деталей простої та складної форм товщиною від 0,5 до 10 мм.

Список використаних джерел

1. Резниченко Н.К. 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.

2. Буденный М.М. Перспективы развития исследований и разработка новых конструкций штамповой оснастки на основе композитов / М.М. Буденный // Резание и инструмент в технологических системах: сб. науч. трудов Харьков гос. политехн. ун-та "ХПИ". – Х., 2005. – Вып. 58. – С.25-28.

3. Мовшович А.Я. Конструкции и технологические возможности специализированных переналаживаемых гибочных штампов / А.Я Мовшович, Ю.А. Кочергин // Вестник Национального технического университета «КПИ». – К.: НТУУ «КПИ». – 2010. – С. 250 – 254.

4. 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. – Х., 2012. – Вип.10. – С. 248-252.

5. Жолткевич Н.Д. 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. Исследование влияния технологических факторов на износостойкость формообразующих элементов гибочных штампов / Ю. А. Кочергин, Е.А. Фролов, А.Я. Мовшович // Збірник наукових праць Української державної академії залізничного транспорту: зб. наук. пр. УкрДАЗТ. – Вип. 113. – Х., 2010. – С.111-115.

7. 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. - Вип. 110. – Х., 2009. – С.92-100.

8. Кочергин Ю.А. Повышение технологических возможностей штамповой оснастки и точности деталей при П-образной гибки / Ю.А. Кочергин, А.Я. Мовшович, Е.А. Фролов // Сборник научных трудов ДГМА. – Вып. 3(24). – Краматорск, 2010. – С. 92-97.

9. Мовшович А.Я. К вопросу влияния конструктивно- технологических факторов на усилие штамповки при П-образной гибки / А.Я. Мовшович, Ю.А. Мовшович, М. М. Буденный // Високі технології в машинобудуванні: зб. наук. пр. Нац. техн. ун - ту "ХПИ". – Вип.2(19). – Х., 2009. – С.110-116.

10. Мовшович А.Я. Аналитическое определение износостойкости формообразующих элементов специализированных переналаживаемых штампов для гибки листовых деталей / А.Я. Мовшович, Ю.А. Кочергин, И.К. Кириченко, Н.Д. Жолткевич // Вестник национального технического университета "ХПИ". Тематический выпуск: Новые решения в современных технологиях: сб. науч. тр. Нац. техн. ун-та "ХПИ". – № 43. – Х., 2010. – С.125 - 130.

11. Мовшович А.Я. Повышение износостойкости направляющих элементов штамповой оснастки методом эпиламинирования / А.Я. Мовшович, Е.С. Дерябкина, М.Г. Ищенко, М.Е. Федосеева // Обработка материалов давлением. – №4 (33). – Х., 2012. – С.232.

12. Росляков В.Ф. Детонационное напыление покрытий / В.Ф. Росляков, А. И. Зверев, С.Ю. Шариков, Е.А. Астахов // Л.: Судостроение.- 1979. - С. 122-125.

13. Власенко В.Н. Детонационно-газовое упрочнение деталей дозировочных насосов / В.Н. Власенко // Вестник национального технического университета "ХПИ": сб. науч. тр. - Вып. 11. – Х., 2001. – С. 54-57.

14. Буденный М.М. Исследование износостойкости рабочих частей разделительных штампов из некоторых инструментальных сталей / М.М. Буденный, Н.Д. Жолткевич, А.Я. Мовшович // Сб. науч. тр. VII-го международного научного - технического семинара. Харьков - ХДПУ- Алушта. – 1997. – С.45-47.

References

1. Reznichenko N., Ishchenko G., Agarkov V., Movshovich A. Universal - prefabricated changeable dies for sheet stamping // Bulletin of the Engineering Academy of Ukraine. – 2011. V. 3. – pp. 95-98.

2. Budyonny M. Prospects for the development of research and development of new structures of die equipment based on composites // Cutting and tools in technological systems: collection of articles. scientific. works of Kharkov state. polytechnic university "KhPI". – 2005.– Issue 58. – pp.25-28.

3. Movshovich A., Kochergin Yu. Designs and technological capabilities of specialized readjustable bending stamps // Bulletin of the National Technical University "KPI". NTUU "KPI. – 2010. – pp. 250 - 254.

4. Frolov E., Nosenko O., Deryabkina E. The choice of an effective method for intensifying the processes of forming parts of complex shapes from high-strength structural steels // Mashinobuvannya: zb. sciences. pr. Ukr.ynz. – 2012. –v. 9. – pp. 148-161.

5. Zholtkevich N. Industry system of readjustable technological equipment for accelerated technological preparation of production. TsNII inform. – Moskva, 1988.
6. Kochergin Yu., Frolov E., Movshovich A. Collection of Science Practitioners of the Ukrainian State Academy of Railway // Transport: zb. sciences. ave. UkrDAZT. – 2010. – V. 113. – pp. 111-115.
7. Kochergin Yu. Substantiation of the possibility of using hardening coatings to increase the wear resistance of bending dies // Collection of Science Practices of the Ukrainian State Academy of Retail Transport: zb. sciences. ave. UkrDAZT. – 2009. – v. 110. – pp. 92-100.
8. Kochergin Yu., Movshovich A., Frolov E. Improving the technological capabilities of stamping equipment and the accuracy of parts during P- shaped bending // Collection of scientific works of the DSEA. – 2010. – Issue. 3 (24). – pp. 92-97.
9. Movshovich A., Budyonny M. On the question of the influence of constructive and technological factors on the stamping effort at P-shaped flexible // Visoki technologies in mechanical engineering: zb. sciences. pr. Nat. tech. un - tu "KhPI". – 2009. – v. 2 (19). – pp.110-116.
10. Movshovich A., Kochergin Yu., Kirichenko I., Zholtkevich N. Determination of the wear resistance of the forming elements of specialized readjustable stamps for flexible sheet parts // Bulletin of the National Technical University "KhPI". Thematic issue: New solutions in modern technologies: collection of articles. scientific. tr. Nat. tech. university "KhPI". 2010. – no. 43. – pp. 125 - 130.
11. Movshovich A., Deryabkina E., Ishchenko M., Fedoseeva M. Increasing the wear resistance of the die equipment guide elements by epilamation method Processing of materials by pressure'. – 2012. – no. 4 (33). – pp. 232.
12. Roslyakov V., Zverev A., Sharikov S., Astakhov E. Detonation spraying of coatings // Shipbuilding. – 1979. – pp. 122-125.
13. Vlasenko V. Detonation-gas hardening of dosing pump parts // Bulletin of the National Technical University "KhPI": collection of articles. scientific. tr. 2001. – Issue. 11. – pp. 54-57.
14. Budyonny M., Zholtkevich N., Movshovich A. Investigation of wear resistance of working parts of dividing dies from some tool steels // Coll. scientific. tr. VII-th international scientific and technical seminar. Kharkiv - KhDPU – Alushta. – 1997. – pp.45-47.