

РОЗРАХУНОК ВИКОНАВЧИХ РОЗМІРІВ ЕЛЕКТРОДІВ-ІНСТРУМЕНТІВ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ СПОСОБОМ РОЗМІРНОЇ ОБРОБКИ ЕЛЕКТРИЧНОЮ ДУГОЮ РОБОЧИХ ДЕТАЛЕЙ РОЗДІЛОВИХ ШТАМПІВ СУМІЩЕНОЇ ДІЇ

Описана методика расчета исполнительных размеров электродов-инструментов для изготовления рабочих деталей разделительных штампов совмещенного действия способом размерной обработки электрической дугой в совокупности со способом получения сопряженных пар рабочих деталей разделительных штампов. Использование такого подхода обеспечивает изготовление рабочих сопряженных пар разделительного штампа в 5-10 раз.

The design procedure of the executive sizes of electrodes-instruments for manufacturing of working details of dividing stamps of the combined action by way of dimensional processing by an electric arch in aggregate with way of reception of the interfaced pairs working details of dividing stamps is described. Using this approach ensures the production of interfaced pairs working details of dividing stamps in 5-10 times.

Листові деталі, що складають в машинобудуванні близько 70%, виготовляють з використанням розділових штамів. Вартість виготовлення таких штампів та їх стійкість визначається, перш за все, технологіями виготовлення їх спряжених пар робочих деталей таких як пуансони та матриці, пуансон-матриці та матриці-пуансони, а також знімачи та виштовхувачи, які надалі будемо називати робочими деталями. Традиційним методом виготовлення таких деталей є механічна обробка. Широкого застосування набули процеси електроіскрової (електроімпульсної) обробки. Останні, порівняно з механічною обробкою, забезпечують високу економічну ефективність одержання таких деталей без подальшої слюсарної доводки. Проте процеси електроіскрової обробки забезпечують порівняно невисоку продуктивність обробки.

Альтернативою таким процесам є спосіб розмірної обробки електричною дугою (РОД) [1], що заснований на використанні стаціонарної електричної дуги, і який порівняно з електроіскровою обробкою дозволяє підвищити продуктивність в 5-10 разів, і до того ж, в сукупності із запропонованим нами способом отримання спряжених пар робочих деталей розділових штампів [2] дозволяє отримувати спряжені робочі деталі розділових штампів з високими показниками економічної ефективності. Спосіб отримання спряжених пар робочих деталей розділових штампів отримав назву спосіб розмірної обробки електричною дугою в сукупності із способом керованого зносу електрод-інструменту (РОД СКЗ ЕІ).

Треба зазначити, що розроблений процес РОД СКЗ ЕІ може бути застосований для одержання будь-яких спряжених пар деталей, а не тільки для одержання спряжених пар робочих деталей розділових штампів. В цьому зв'язку зазначимо, що за технологічними вимогами процес виготовлення спряжених пар робочих деталей розділових штампів є одним з найбільш складних з відомих технологій, бо, по-перше, водночас, треба забезпечити високу і регульовану якість обробки (шорсткість обробленої поверхні та зону термічного впливу) та точні і регульовані значення зазору між спряженими парами (починаючи від його нульових значень), а, по-друге, є багатофункціональним, коли, наприклад, для штампів суміщеної дії для вирубання-пробивання, є необхідним забезпечити спряження чотирьох взаємопов'язаних деталей (пуансон-матриці, матриці-пуансона, знімача та виштовхувача) по семи спряжених поверхнях і все це, за умови застосування процесу РОД СКЗ ЕІ, з використанням одного графітового ЕІ, що вимагає детального дослідження такого процесу.

Для одержання спряжених пар з необхідним зазором між пуансоном і матрицею використовують спосіб РОД СКЗ ЕІ, коли пуансон-інструмент і проміжний пуансон-електрод виготовляють методом зворотного копіювання із застосуванням первинного графітового ЕІ, а матрицю отримують методом прямого копіювання проміжним пуансон-електродом, забезпечуючи необхідний зазор між пуансоном і матрицею. При цьому, використовуючи факт зносу графітового ЕІ, отримують безступеневий пуансон змінного по довжині поперечного перерізу з ухилом ψ , з якого одержують пуансон-інструмент та пуансон-електрод, виконавчі розміри якого визначаються як сума відповідних розмірів пуансон-інструмента та величини, яка являє собою різницю штампувального та міжелектродного зазору.

На рис. 1 показано умовна схема для розрахунку виконавчих розмірів ЕІ для одержання спряженої пари "пуансон-матриця", з умовним розташуванням пуансонів-інструментів і проміжних пуансонів-електродів, відповідно до отриманих зазорів у спряженій парі, на яку накладається шкала "Товщина матеріалу s – Зазор z ,..

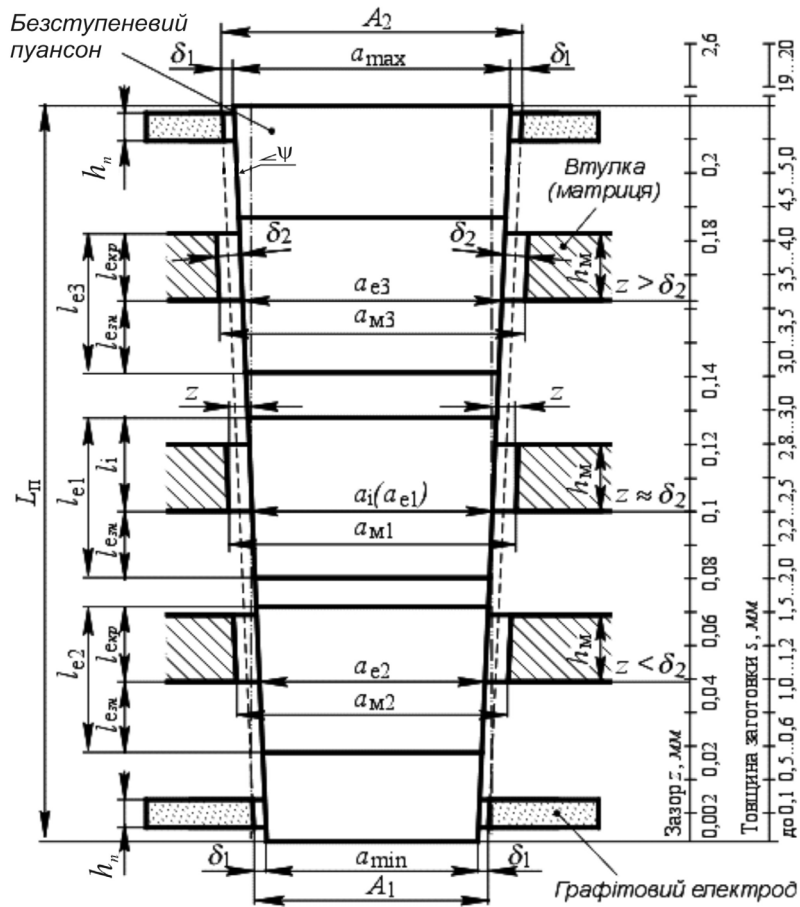


Рис. 1. Умовна схема для розрахунку виконавчих розмірів ЕІ

При цьому потрібний розмір пуансон-електрода:

$$a_e = a_m - 2\delta_2, \quad (1)$$

де a_m – розмір матриці, δ_2 – міжелектродний зазор між металевим ЕІ та матрицею.

Виконавчий розмір пуансон-інструмента:

$$a_i = a_e - (z - \delta_2), \quad (2)$$

де z – односторонній зазор між пуансоном і матрицею.

Виконавчий розмір графітового ЕІ:

$$\text{коли } z < \delta_2, \text{ то } A_i = a_e + 2\delta_1; \quad (3)$$

$$\text{коли } z > \delta_2, \text{ то } A_i = a_i + 2\delta_1, \quad (4)$$

де δ_1 – міжелектродний зазор між графітовим ЕІ та безступеневим стержнем.

Для розширення діапазону регулювання зазорів способу РОД СКЗ ЕІ запропоновано такі форми і розміри робочого пояса: графітовий ЕІ з робочим пояском прямокутного перерізу (рис. 2, а), графітовий ЕІ з робочим пояском, що має похилу поверхню з кутом α (рис. 2, б), графітовий ЕІ з похилою поверхню, кут якої визначається з урахуванням торцевого зносу γ_r графітового ЕІ для забезпечення постійної висоти робочого пояса (рис. 2, в).

На умовній схемі (рис. 2) показано характер зносу графітового ЕІ залежно від форми робочого пояса і його вплив на форму твірної поверхні пуансона.

З урахуванням технологічної складності виготовлення робочих поясів графітових ЕІ найбільш простою формою робочого пояса є прямокутна. Для визначення висоти останнього необхідно виконати розрахунок оптимального уклону безступеневого пуансона ψ (згідно умовної схеми на рис. 1), що залежить від величини зазору z .

Оптимальне значення уклону безступеневого пуансона ψ , мм/мм:

$$\text{коли } z < \delta_2, \text{ то } \psi = \frac{\delta_2 - z}{l_e} = \frac{\delta_2 - z}{2h_M}; \quad (5)$$

$$\text{коли } z > \delta_2, \text{ то } \psi = \frac{z - \delta_2}{l_i + l_e} = \frac{z - \delta_2}{l_i + 2h_M}, \quad (6)$$

де l_i – висота пуансона-інструмента, l_e – висота пуансона-електрода.

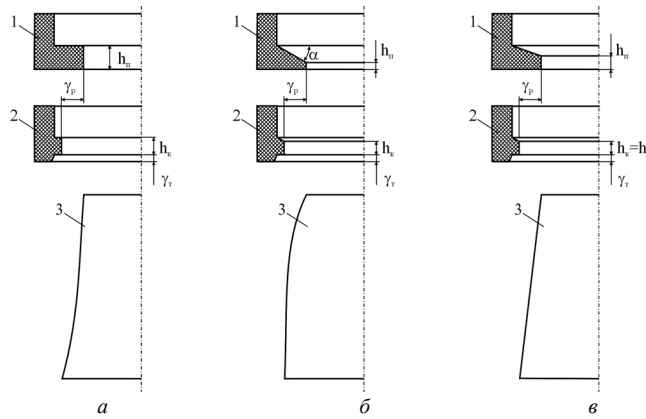


Рис. 2. Форми робочого пояса ЕІ та їх вплив на геометрію торцевої поверхні безступеневого пуансона

На рис. 3 та рис. 4 показано, відповідно, графіки впливу змінних факторів: сили струму $I(x1)=100...400A$, статичного тиску $P_s(x2)=1...1,4MPa$, висоти робочого пояса ЕІ $h(x3)=0,5...1,5mm$ на уклон безступеневого пуансона ψ та залежність зносу графітового ЕІ γ_n .

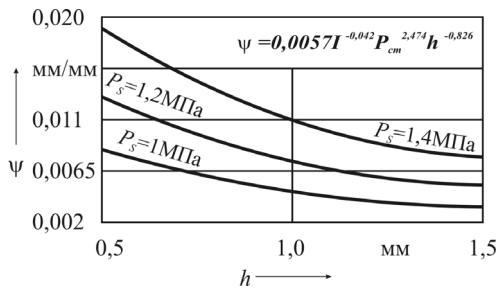


Рис. 3. Графік впливу змінних факторів h та P_s на уклон пуансона ψ ($I=100A$)

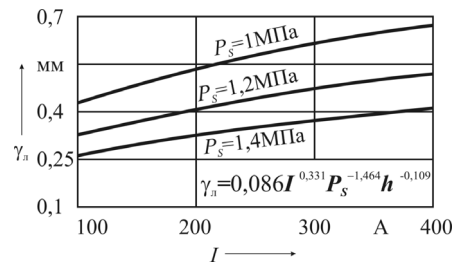


Рис. 4. Графік впливу змінних факторів I та P_s на знос графітового ЕІ γ_n ($h=0,5mm$)

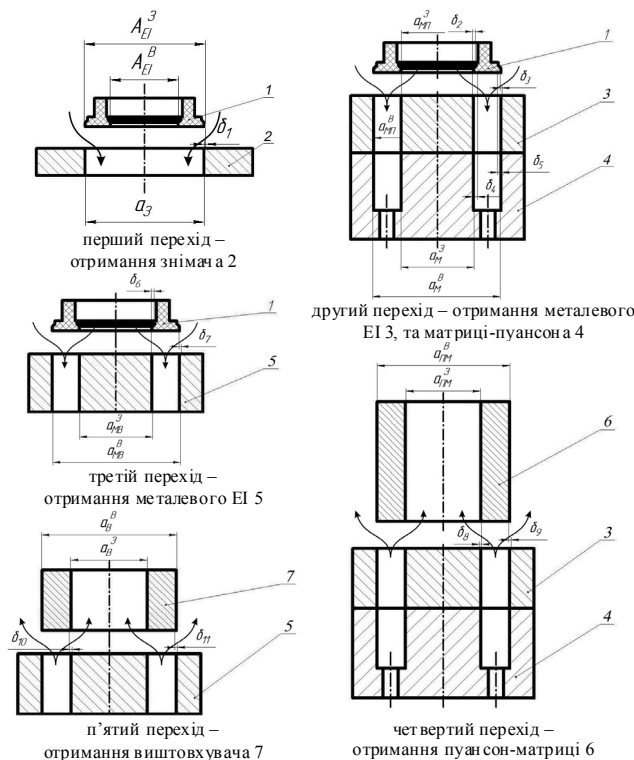


Рис. 5. Технологічна схема виготовлення комплекту робочих спряжених пар штампів суміщеної дії

Отримані залежності дозволяють зробити висновок, що уклон пуансона ψ (див. рис. 3) визначається перш за все статичним тиском робочої рідини P_s , другим по степеню впливу фактором є величина робочого пояса електрод-інструмента h , третім – сила технологічного струму I , а знос графітового ЕІ γ_n (див. рис. 4) визначається перш за все статичним тиском робочої рідини P_s , другим по ступеню впливу фактором є сила технологічного струму I , третім – величина робочого пояса електрод-інструмента h .

Отримані залежності дозволяють керувати основним технологічними факторами процесу РОД СКЗ ЕІ для отримання необхідних значень уклону пуансона ψ та зносу графітового ЕІ γ_n .

Для штампів суміщеної дії для вирубування-пробивання, є необхідним забезпечити спряження чотирьох взаємопов'язаних деталей (пуансон-матриці, матриці-пуансона, знімача та виштовхувача) по семи спряжених поверхнях, з цією метою запропоновано спосіб електроерозійної обробки робочих спряжених пар штампів суміщеної дії (рис. 5), виготовлення яких відбувається в певній послідовності за декілька переходів з використанням одного графітового ЕІ.

Розрахунок виконавчих розмірів ЕІ здійснюють в такій послідовності:

- 1) по заданим кресленням пуансон-матриці 6 та матриці-пуансона 4 визначити величину зазору z між спряженими поверхнями цих деталей;

2) залежно від того $z > \delta_2$ чи $z < \delta_2$ вибирають послідовність виготовлення металевого ЕІ 3 та матриці-пуансона 4 за методикою наведеною на рис. 1, тобто, якщо $z > \delta_2$ то спочатку виготовляють металевий ЕІ 3, а потім матрицю-пуансон 4, при $z < \delta_2$ навпаки;

3) залежно від того $z > \delta_2$ чи $z < \delta_2$ визначають величину уклону ψ за формулами (5), (6);

4) Визначають переходи виготовлення спряжених пар робочих деталей. Для випадку, коли $z > \delta_2$: перший перехід – графітовим ЕІ 1 виготовляють знімач 2; другий перехід – графітовим ЕІ 1 виготовляють металевий ЕІ 3 потім матрицю-пуансон 4; третій перехід – графітовим ЕІ 1 виготовляють металевий ЕІ 5; четвертий перехід – металевим ЕІ 3 виготовляють пуансон-матрицю 6; п'ятий перехід – металевим ЕІ 5 виготовляють виштовхувач 7. Для випадку, коли $z < \delta_2$ послідовність переходів зберігається тільки в другому переході спочатку графітовим ЕІ 1 виготовляють матрицю-пуансон 4 потім металевий ЕІ 3;

5) Залежно від послідовності виготовлення металевого ЕІ 3 та матриці-пуансона 4 (див. другий перехід) розраховують розміри графітового ЕІ. Для випадку, коли $z > \delta_2$ розмір графітового ЕІ 1:

- для зовнішнього контуру

$$A_{EI}^3 = A_{MPI}^3 + \gamma_{MEI}^6 + \gamma_3, \quad (7)$$

де: A_{MPI}^3 – зовнішній початковий розмір графітового ЕІ 1 для виготовлення матриці-пуансона 4, γ_{MEI}^6 – величина лінійного зносу графітового ЕІ 1 при виготовленні внутрішнього контуру металевого ЕІ 3, γ_3 – величина лінійного зносу графітового ЕІ 1 при виготовленні знімача 2.

- для внутрішнього контуру

$$A_{EI}^B = A_{MPI}^6 - \gamma_{MEI}^3, \quad (8)$$

де A_{MPI}^6 – внутрішній початковий розмір графітового ЕІ 1 для виготовлення матриці-пуансона 4, γ_{MEI}^3 – величина лінійного зносу графітового ЕІ 1 при виготовленні зовнішнього контуру металевого ЕІ 3.

Для випадку, коли $z < \delta_2$ розмір графітового ЕІ 1:

- для зовнішнього контуру

$$A_{EI}^3 = A_{MPI}^3 + \gamma_3. \quad (9)$$

- для внутрішнього контуру

$$A_{EI}^B = A_{MPI}^6. \quad (10)$$

6) Розраховують розмір робочої частини знімача 2

$$a_3 = A_{EI}^3 + 2\delta_1 - \gamma_l^3, \quad (11)$$

де δ_1 – величина міжелектродного зазору, γ_l^3 – відносний діаметральний знос графітового ЕІ 1 при виготовленні знімача 2.

7) Для випадку, коли $z > \delta_2$ розраховують:

Зовнішній розмір робочої частини металевого ЕІ 3

$$a_{MPI}^3 = A_{EI}^B - 2\delta_2 + \gamma_l^3 + \gamma_l^{MPI}, \quad (12)$$

де δ_2 – величина міжелектродного зазору, γ_l^{MPI} – відносний діаметральний знос графітового ЕІ 1 при виготовленні металевого ЕІ 3.

Внутрішній розмір робочої частини металевого ЕІ 3

$$a_{MPI}^B = A_{EI}^3 + 2\delta_3 - \gamma_l^{MPI}, \quad (13)$$

де δ_3 – величина міжелектродного зазору.

Зовнішній розмір робочої частини матриці-пуансона 4

$$a_M^3 = A_{EI}^B - 2\delta_4 + \gamma_l^3 + \gamma_l^{MPI} + \gamma_l^M, \quad (14)$$

де δ_4 – величина міжелектродного зазору, γ_l^M – відносний діаметральний знос графітового ЕІ 1 при виготовленні матриці-пуансона 4.

Внутрішній розмір робочої частини матриці-пуансона 4

$$a_M^B = A_{EI}^3 + 2\delta_5 - \gamma_l^{MPI} - \gamma_l^M, \quad (15)$$

де δ_5 – величина міжелектродного зазору.

Для випадку, коли $z < \delta_2$ розраховують:

Зовнішній розмір робочої частини матриці-пуансона 4

$$a_M^3 = A_{EI}^B - 2\delta_4 + \gamma_l^3 + \gamma_l^M. \quad (16)$$

Внутрішній розмір робочої частини матриці-пуансона 4

$$a_M^B = A_{EI}^3 + 2\delta_5 - \gamma_l^M. \quad (17)$$

Зовнішній розмір робочої частини металевого ЕІ 3

$$a_{МП}^3 = A_{EI}^B - 2\delta_2 + \gamma_l^3 + \gamma_l^{МП} + \gamma_l^M. \quad (18)$$

Внутрішній розмір робочої частини металевого ЕІ 3

$$a_{МП}^B = A_{EI}^3 + 2\delta_3 - \gamma_l^{МП} - \gamma_l^M. \quad (19)$$

8) Розраховують зовнішній розмір робочої частини металевого ЕІ 5 для виготовлення виштовхувача 7

$$a_{MB}^3 = A_{EI}^B - 2\delta_6 + \gamma_l^3 + \gamma_l^{МП} + \gamma_l^M + \gamma_l^{MB}, \quad (20)$$

де δ_6 – величина міжелектродного зазору, γ_l^{MB} – відносний діаметральний знос графітового ЕІ 1 при виготовленні металевого ЕІ 5 для виготовлення виштовхувача 7.

Внутрішній розмір робочої частини металевого ЕІ 1 для виготовлення виштовхувача 7

$$a_{MB}^B = A_{EI}^3 + 2\delta_7 - \gamma_l^{МП} - \gamma_l^M - \gamma_l^{MB}, \quad (21)$$

де δ_7 – величина міжелектродного зазору.

9) Розраховують зовнішній розмір робочої частини пуансон-матриці 6

$$a_{ПМ}^3 = a_{МП}^B - 2\delta_8 + \gamma_l^{ПМ}, \quad (22)$$

де δ_8 – величина міжелектродного зазору, $\gamma_l^{ПМ}$ – відносний діаметральний знос металевого ЕІ 3 при виготовленні пуансон-матриці 6.

Внутрішній розмір робочої частини пуансон-матриці 6

$$a_{ПМ}^B = a_{МП}^3 + 2\delta_9 - \gamma_l^{ПМ}, \quad (23)$$

де δ_9 – величина міжелектродного зазору.

10) Розраховують зовнішній розмір робочої частини виштовхувача 7

$$a_B^3 = a_{MB}^B - 2\delta_{10} + \gamma_l^B, \quad (24)$$

де δ_{10} – величина міжелектродного зазору, γ_l^B – відносний діаметральний знос металевого ЕІ 5 при виготовленні виштовхувача 7

Внутрішній розмір робочої частини виштовхувача 7

$$a_B^B = a_{MB}^3 + 2\delta_{11} - \gamma_l^B, \quad (25)$$

де δ_{11} – величина міжелектродного зазору.

Висновки.

1. Спосіб РОД СКЗ ЕІ забезпечує підвищення продуктивності виготовлення робочих спряжених пар розділового штампа суміщеної дії в 5-10 разів із забезпеченням високих показників економічної ефективності.

2. Розроблено методику розрахунку виконавчих розмірів ЕІ для виготовлення способом РОД СКЗ ЕІ робочих деталей розділових штампів суміщеної дії, що дозволяє виконати розробку технологічних процесів для виготовлення останніх.

3. За умови використання одного графітового ЕІ є можливим виготовити комплект робочих спряжених пар розділового штампа суміщеної дії, способом РОД СКЗ ЕІ, із забезпеченням необхідної точності виготовлення та якості робочих поверхонь деталей зазначеного штампа.

Список літератури

1. Носуленко В. І. Розмірна обробка металів електричною дугою: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра техн. наук: спец. 05.03.07 "Процеси фізико-технічної обробки" / В.І. Носуленко. – К., 1998. – 32 с.
2. Пат. 353511 А Україна, МПК ВН23Н 9/12, В23Н 1/00. Спосіб одержання спряжених пар робочих деталей розділових штампів. / В. І. Носуленко, І. А. Гросул, О. С. Чумаченко заявник і патентовласник Кіровоградський державний технічний університет. - №99095322; Заявл. 28.09.99; Опубл. 15.03.2001, Бюл. №2.
3. Пат. 29603 Україна, МПК (2006) В23Н1/00. Спосіб електроерозійної обробки робочих спряжених пар штампів суміщеної дії. / Носуленко В.І., Шмельов В.М., Великий П.М., Чумаченко О.С.; заявник і патентовласник Кіровоградський національний технічний університет. - №u200704716; Заявл. 27.04.2007; Опубл. 25.01.2008.