

УДК 621.961.2

DOI: 10.31388/2078-0877-19-4-188-197

ПІДВИЩЕННЯ СТІЙКОСТІ ВИРУБНИХ ШТАМПІВ НА МАШИНОБУДІВНИХ ЗАВОДАХ

Мирненко Ю. П., старший викладач,

Пеньов О. В., к.т.н.,

Бакарджиєв Р. О., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

імені Дмитра Моторного

Тел. (0619)42-13-54

Анотація – робота присвячена підвищенню строків служби вирубних штамів шляхом створення на пуансонах та матрицях робочого шару, насиченого карбідами тугоплавких металів.

Холодна штамповка відноситься к числу найбільш високопродуктивних технологічних процесів металообробки, тому операції холодної штамповки з кожним роком знаходять все більше застосування у промисловості, у яких питома вага штампувальних листів становить 60 – 80 %. Використання листової штамповки на заводах сільськогосподарського машинобудування є одним з основних методів первинного формоутворення.

Наплавлення штамів. Наплавленням, тобто нанесенням розплавленого металу на поверхню виробу, нагріту до оплавлення, можливо утворювати на робочій поверхні шару деталі, який володіє заданими властивостями.

Наплавляти метал можливо різними способами, у залежності від масштабів виробництва, наплавлюваного металу, зварювального устаткування. Це може бути ручне або механізоване наплавлення відкритою дугою, наплавлення під флюсом, наплавлення плазмовим струменем .

При цьому легування наплавленого металу може бути здійснено із застосуванням спеціального легованого дроту, вводом легованих елементів у склад обмазки або у склад флюсу, порошкового дроту, наплавленням порошкоподібної шихти струмами високої частоти.

Твердосплавні штампи. Досвід, який має електрохімічна промисловість по застосуванню металокерамічних твердих сплавів при виготовленні вирубних штамів для тонколистової штамповки показує можливість й доцільність їх застосування. Для різних умов роботи стійкість таких штамів підвищується у

порівнянні із звичайними у 40 - 80 разів. Найбільш придатні для армування штампів однокарбідні вольфрамо-кобальтові сплави, так як у них показники міцності при вигині та ударній в'язкості більш високі, ніж у двокарбідних титано-вольфрамо-кобальтових сплавів.

При проектуванні твердосплавних штампів слід враховувати особливості фізико-механічних властивостей твердих сплавів. Виходячи з цього та враховуючи високу стійкість робочих елементів штампів, необхідно, щоб ці твердосплавні елементи працювали виключно на стискання як при їх кріпленні, так й під час роботи. Усі сталеві деталі повинні бути розраховані на тривалу експлуатацію, яка обчислюється мільйонами ударів. Конструкція штампів повинна мати підвищену жорсткість. Для усунення впливу неточності рухів повзуна пресу на штамп необхідно застосовувати хвостовики плаваючої конструкції та забезпечити мінімальний вхід пуансонів.

Ключові слова – холодна листова штамповка, виготовлення робочих елементів, наплавлення штампів, вибір марок електродів.

Постановка проблеми. Поставлена задача підвищити стійкість штампувального інструменту вирубних штампів.

Холодна штамповка відноситься к числу найбільш високопродуктивних технологічних процесів металообробки, тому операції холодної штамповки з кожним роком знаходять все більше застосування у промисловості, у яких питома вага штампувальних листів становить 60 – 80 %. Використання листової штамповки на заводах сільськогосподарського машинобудування є одним з основних методів первинного формоутворення.

Особливо велике розповсюдження отримала холодна листова штамповка, яка дозволяє виготовляти високопродуктивними методами мільйони деталей.

Природне прагнення конструкторів-технологів до збільшення у конструкціях машин питомого об'єму штампувальних деталей. Однак на практиці збільшення випуску штампувальних заготовок відбувається повільно й в основному не за рахунок інтенсифікації процесу, а за рахунок вводу у строй додаткового обладнання. Причина цього – мала стійкість штампувального інструменту при високій трудомісткості його виготовлення. Тому підвищення стійкості елементів штампів є вельми важливим завданням. Путь її рішення – виготовлення робочих елементів штампів з більш міцних та зносостійких матеріалів, ніж звичайні інструментальні сталі.

Для вирубних штампів, особливо широко застосовуваних на

заводах сільськогосподарського машинобудування, це може бути здійснено двома методами – утворенням на пуансонах й матрицях робочого шару з високолегованих карбідотворюючих елементів наплавлень або застосуванням при виготовленні цих деталей металокерамічних твердих сплавів. Перший метод застосовується на деяких заводах при реставрації зношених або відколовшихся ділянок пуансонів й матриць, другий – впроваджений для тонколистової штамповки на заводах електротехнічного машинобудування та приборобудування.

Вплив величини зазору між матрицею та пуансоном на τ_0

Величина зазору z істотно впливає на протікання процесу розділових операцій у тому числі на опір вирубки τ_0 . Опитами встановлено, що найменше значення τ_0 виходить при деяких середніх зазорах для кожного матеріалу й товщини (5—16% від s , для s від 1 до 10—12 мм). При малих зазорах ($z < 5\%$ від s) й достатньо великих зазорах ($z > 20—30\%$ від s) опір вирубки τ_0 , а з ним й загальне зусилля вирубки становиться більшим, ніж при оптимальних значеннях зазору. Пояснюється це тим, що крім дотичних напружень з'являються додаткові напруження від тертя (по $z < 5\%$ от s) і вигину (при $z > 20—30\%$ від s), внаслідок чого загальний опір вирубці, яке визначається за наведеною напругою збільшується на 15-20%. Звідси становиться очевидною вигідність роботи при нормальних (оптимальних) зазорах.

Зазор (або деякий інтервал їх), при якому опір й зусилля вирубки приймають мінімальні значення, називають оптимальним або нормальним. Для кожного матеріалу й товщини існують свої оптимальні величини зазорів.

Опитні криві, отримані при вирубки зі сталі (рис. 1).

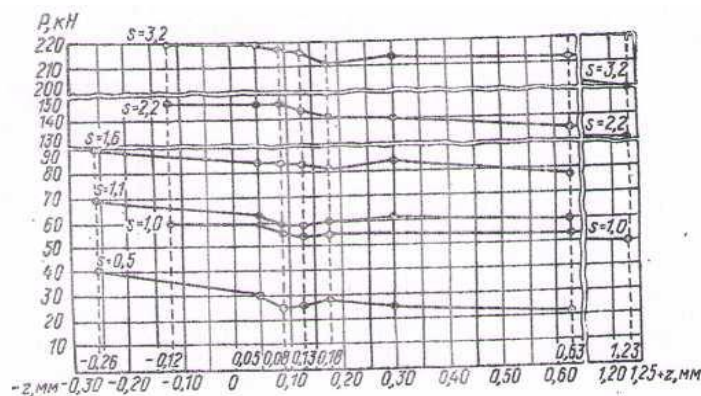


Рис.1. Криві залежності зусилля вирубки від величини зазору. Матеріал – сталь; матриця з циліндричним пояском; $D_k = 60$ мм; $h = 4$

Ціль даної роботи – перевірка можливості і доцільності цих методів при виготовленні вирубних штамів для деталей машин товщиною 3 – 5 мм.

Наплавлення штампів. Наплавленням, тобто нанесенням розплавленого металу на поверхню виробу, нагріту до оплавлення, можливо утворювати на робочій поверхні шару деталі, який володіє заданими властивостями.

Наплавляти метал можливо різними способами, у залежності від масштабів виробництва, наплавлюваного металу, зварювального устаткування. Це може бути ручне або механізоване наплавлення відкритою дугою, наплавлення під флюсом, наплавлення плазмовим струменем [1].

При цьому легування наплавленого металу може бути здійснено наступними програмами: застосуванням спеціального легованого дроту, вводом легованих елементів у склад обмазки або у склад флюсу, порошкового дроту, наплавленням порошкоподібної шихти струмами високої частоти.

Для умов інструментальних цехів заводів сільськогосподарського машинобудування з великою номенклатурою складних за профілем невеликих штампів слід вважати переважним застосування ручного електродугового наплавлення електродами з легуванням наплавленого шару за рахунок їх обмазки. При наявності на заводі зварювальних напівавтоматів й можливості заказати порошковий дріт необхідного складу доцільно застосовувати цей метод наплавлення.

З великої кількості різних наплавочних електродів, передбачених ГОСТ 10051-62, й дослідних, які випускаються різними підприємствами, для наплавлення робочих елементів вирізних штампів придатні такі, які дають високу твердість наплавленого шару й задовільний опір динамічним навантаженням. По класифікації Міжнародного інституту зварювання [2] це можуть бути сталі низьколеговані: (клас «*B*»), хромисті (клас «*E*»), швидкоріжучі (клас «*F*»), високохромисті чавуни (клас «*G*») та карбідні зернисті сплави (клас «*P*»).

Нами було вивчено шляхом дослідних наплавлень і металознавчого аналізу велику кількість наплавлень, виконаних різними електродами перерахованих вище класів. З електродів класу «*B*» найкращі результати при простій технології наплавлення дали електроди марки ЭН-60М (типа ЭН-60Х2СМ) дослідно-зварювального заводу (МОСЗ) й електроди ЭН-Х2ГСВ2Ф Краматорського інституту технології машинобудування (НИИПТМ). Наплавки класу «*E*», як правило, дають знижені твердість й вимагають дорогого високохромистого електродного дроту. Винятком є наплавлення порошкового дроту ПП-У15-Х12М-0 Інституту електрозварювання ім. Е. О. Патона (ІЭС), яка дає високу твердість. Наплавки класу «*F*» дають добрі результати, але високолеговані електроди дуже дорогі. Наплавки класів «*G*» и «*P*» також дають непогані результати, однак

технологія їх нанесення складна.

З трьох вищевказаних марок електродів було вирішено випробувати на штампах перші два, так як порошкові електроди необхідно наплавляти на напівавтоматах.

Об'єктами випробувань були пуансони-шестигранники для пробивки головок торцевих ключів 22 мм. Для полегшення обробки наплавлених шарів пуансони після наплавлення були відпалені, а після обробки загартовані. Твердість 58 - 60 HRC отримана після відпуску при 200° для наплавок ЭН-60М й 300° для наплавок ЭН-Х2ГСВ2Ф. Порівняльні випробування дослідних пуансонів дали результати, наведені у в табл. I.

Як видно з даних, наведених у таблиці, обидва види наплавок дають істотний ефект, при цьому електроди НИИПТМ у 1,5 - 2 рази мають більший ефект ніж електроди МОСЗ.

Таблиця 1 – Результати випробувань пуансонів-шестригранників

Вид пуансона	Серійні з сталі У-8	Наплавлювані (на сталь 45)	
		ЭН-60Х2СМ	ЭН-Х2ГСВ2Ф
Середня кількість пробитих головок ключів, тис. шт.	1,05	3,0	6,0
Співвідношення стійкості, %	100	286	572

Доцільно реставрувати зношені пуансони та матриці цими наплавочними електродами, а також налагодити виготовлення нових пуансонів й матриць із сталі 45 з наплавкою, що дасть більшу економію інструментальних сталей з одночасним підвищенням довговічності штампів.

Твердосплавні штампи. Досвід, який має електрохімічна промисловість по застосуванню металокерамічних твердих сплавів при виготовленні вирубних штампів для тонколистової штамповки [3] показує можливість й доцільність їх застосування. Для різних умов роботи стійкість таких штампів підвищується у порівнянні із звичайними у 40 - 80 раз. Найбільш придатні для армування штампів однокарбідні вольфрамо-кобальтові сплави, так як у них показники міцності при вигині та ударній в'язкості більш високі, ніж у двокарбідних титано-вольфрамо-кобальтових сплавів.

Вибір марок сплавів залежить від умов роботи. Для рубки товстолистової сталі найбільш придатні висококобальтові сплави марок ВК20, ВК25, ВК30. З досвіду Інституту надтвердих матеріалів для

рубки сталі товщиною 4 мм слід застосовувати сплави типу ВК20 або ВК20М. Вони мають високу твердість 84 – 86 НРА, достатню ударну в'язкість ($a_k = 0,45 - 0,55 \text{ кГм/см}^2$), високи межі міцності при стисканні ($\sigma_{сж} = 320 - 360 \text{ кГ/мм}^2$) та при вигині ($\sigma_{виг} = 175 - 225 \text{ кГ/мм}^2$).

При проектуванні твердосплавних штамів слід враховувати особливості фізико-механічних властивостей твердих сплавів (порівняно низька міцність при вигині та висока – при стисканні). Виходячи з цього та враховуючи високу стійкість робочих елементів штампу, необхідно, щоб ці твердосплавні елементи працювали виключно на стискання як при їх кріпленні, так й під час роботи. Усі сталі деталі повинні бути розраховані на тривалу експлуатацію, яка обчислюється мільйонами ударів. Конструкція штампу повинна мати підвищену жорсткість. Для усунення впливу неточності рухів повзуна пресу на штамп необхідно застосовувати хвостовики плаваючої конструкції та забезпечити мінімальний вхід пуансонів.

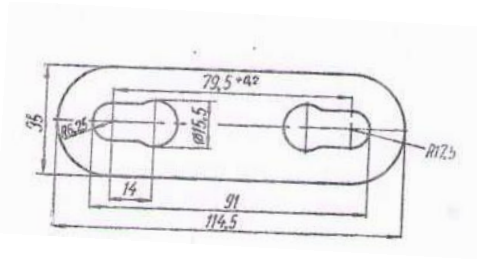


Рис.2. Планка транспортеру ТВК-80А (деталь ТВК-4124)

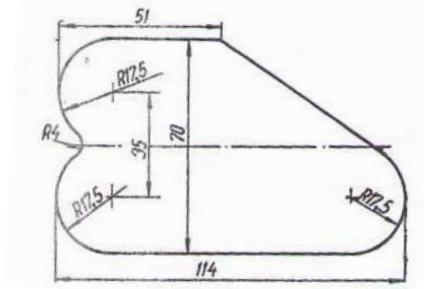


Рис.3. Заготовка стійки транспортеру ТВК-80А (деталь ТВК-4149)

Значні технологічні труднощі виникають при обробці твердосплавних деталей штамів. Рекомендовані ВНИИ тугоплавких металів й твердих сплавів метод обробки пластифікованих заготовок технологічно простий, але транспортування цих заготовок ускладнена, та й усадка їх при спіканні нерівномірна, що заставляє передбачати припуски на доводку. Ліпшим є метод електроіскрової обробки [4], який дозволяє у поєднанні із шліфуванням алмазними кругами отримати необхідну форму та якість поверхні твердосплавних елементів штамів. Креслення деталей показані на рисунках 2 і 3.

Твердосплавні елементи цих штамів виготовлені із сплаву ВК20М.

Контурні й пробивні пуансони для обох штампів цільні, контурні матриці - складні. На рис. 4 показані креслення пуансона і матриці для заготовки стійки, а на рис. 5 — пробивний пуансон і матриця для планки.

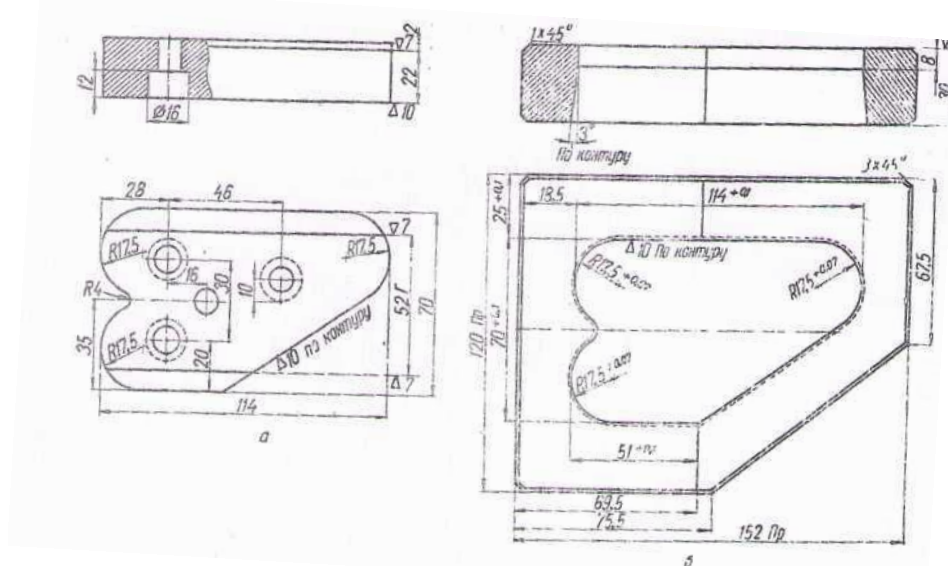


Рис. 4. Твердосплавні деталі штампу для заготовки: а – пуансон; б – складна матриця

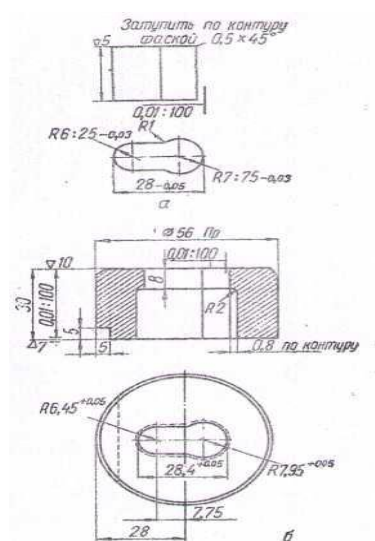


Рис. 5. Твердосплавні деталі штампу для планки: а – пробивний пуансон; б - матриця

Випробування штампів планки показали, що складна конфігурація невеликого по перетину пробивного пуансона (рис, 5, б) викликає у зоні перегину контуру велику напругу і руйнування. Довелося відмовитися від твердосплавних елементів. Контурні пуансон і матриця працювали добре.

Випробування штампів заготовки стійки показали повну його працездатність. Штмп передано в експлуатацію.

Випробування підтвердили повну можливість експлуатації твердосплавних штамів для товстолистової штамповки деталей, виключаючи пробивку невеликих отворів складної конфігурації.

Висновки. У статті описані методи виготовлення та випробування вирубних штамів, а також рекомендації по їх конструюванню та експлуатації.

Література:

1. Волосатов В.А. Безотходная и малоотходная штамповка листовых деталей, изд. 2-е, исправ. и доп. Л.: Машгиз, 1961, 151 с.
2. Нефедов А.П. Конструирование и изготовление штампов, М.: Машиностроение, 1973, 408 с.
3. Романовский В.П. Справочник по холодной штамповке, Л.: Машиностроение, 1979, 520 с.
4. Фрумин И. И и др. Технология механизированной наплавки. М., «Высшая школа», 1964.
5. Электроды для дуговой сварки и наплавки (каталог). К., «Наукова думка», 1967.
6. Новгородов А. А. Твердые сплавы, пригодные для армирования штампов. Сб. «Твердосплавные вырубные и пробивные штампы» (обмен опытом в электротехнической промышленности), № 347, 1960.
7. Артюхов и др. Изготовление твердосплавных матриц многопуансонных штампов одновременной прошивки. «Технология и организация производства», 1969, № 6.

ПОВЫШЕНИЕ СТОЙКОСТИ ВЫРУБНЫХ ШТАМПОВ НА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ЗАВОДАХ

Мирненко Ю.П., Пеньов О.В., Бакарджиєв Р.О.

Аннотация – работа посвящена увеличению сроков службы вырубных штампов путем образования на пуансонах и матрицах рабочего слоя, насыщенного карбидами тугоплавких металлов.

Холодная штамповка относится к числу высокопродуктивных технологических процессов металлообработки, поэтому операции холодной штамповки с каждым годом находят все большее использование в промышленности, в которых удельный вес штампованных листов составляет 60 – 80%. Использование листовой штамповки на заводах сельскохозяйственного машиностроения является одним из основных методов первичного формообразования.

Наплавка штампов. Наплавкой, то есть нанесением

расплавленного металла на поверхность изделия, нагретого до расплавленного состояния, возможно образовать на рабочей поверхности слоя детали, который обладает заданными свойствами.

Наплавлять металл можно разными способами, в зависимости от масштаба производства, наплавляемого слоя металла, сварочного оборудования. Это может быть ручная или механизированная наплавка открытой дугой, наплавка под слоем флюса, плазменной струей.

Твердосплавные штампы. Опыт работы в электрохимической промышленности по использованию металлокерамических твердых сплавов при изготовлении вырубных штампов для тонколистовой штамповки показывает возможность и целесообразность их использования. Для разных условий работы стойкость таких штампов повышают в сравнении с обычными в 40 -80 раз. Наиболее пригодные для армирования штампы однокарбидные вольфрамо–кобальтовые сплавы, так как в них показатели прочности при изгибе и ударной более высоки, чем у двухкарбидных титано–вольфрамо – кобальтовых сплавов.

При проектировании твердосплавных штампов следует учитывать особенности физико–механических свойств твердых сплавов. Исходя из этого и учитывая высокую стойкость рабочих элементов штампа, необходимо, чтобы эти твердосплавные элементы работали исключительно на сжатие как при их креплении, так и во время работы. Все стальные детали должны быть рассчитаны на длительную эксплуатацию, которая рассчитана на миллионы ударов. Конструкция штампа должна иметь повышенную жесткость. Для устранения влияния неточности движений ползуна прессы на штамп необходимо использовать хвостовики плавающей конструкции и обеспечить минимальный вход пуансонов.

Ключевые слова - холодная листовая штамповка, изготовление рабочих элементов, наплавки штампов, выбор марок электродов.

INCREASE OF FIRMNESS OF PUNCH-AND-DICE ON THE PLANTS OF ENGINEER

Mirnenko Y., Peniov O., Bakardzhyiev R.

Summary

The work is dedicated to increasing the life of die cutting dies by forming on the punches and dies a working layer saturated with

carbides of refractory metals.

Cold stamping is one of the high-performance metalworking processes, therefore, cold stamping operations are increasingly used in industry every year, when the proportion of stamped sheets is 60 - 80%. The use of sheet stamping at agricultural engineering enterprises is one of the main methods of primary molding.

The surface is dying. By surfacing, that is, by applying molten metal to the surface of a product heated to a molten state, it is possible to form a layer of the part on the working surface, which has the desired properties.

Metal can be applied in various ways, depending on the scale of production, the applied metal layer and welding equipment. This can be manual or mechanical surfacing with an open arc, surfacing under a flux layer, a plasma jet.

In this case, the alloying of the deposited metal can be carried out using a specially alloyed wire, introducing alloying elements into the coating or the composition of the flux, flux-cored wire, deposition of the powder charge by high-frequency currents, cored wire, fusion of a powder-like mixture with high-frequency currents.

Carbide dies. Experience in the electrochemical industry in the use of cermet hard alloys in the manufacture of die cutting dies for sheet stamping shows the possibility and expediency of their use. For different working conditions, the durability of such dies increases by 40-80 times compared with conventional ones. The most suitable for reinforcing dies are single carbide tungsten - cobalt alloys, since in them the bending strength and toughness are higher than that of two carbide titanium - tungsten - cobalt alloys.

When developing carbide dies, it is necessary to take into account the physicomachanical properties of hard alloys. Based on this and given the high resistance of the working elements of the stamp, it is necessary that these carbide elements work exclusively in compression both during their fastening and during operation. All steel parts must be designed for continuous operation, which is designed for millions of shocks. The design of the stamp should have increased rigidity. To exclude the influence of inaccurate movements of the press slider on the stamp, it is necessary to use shanks of a floating design and to ensure a minimum input of punches.

Keywords - cold sheet stamping, production of working elements, surfacing of dies, choice of electrode brands.