

**Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України
Донбаська державна машинобудівна академія**

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

**до лабораторних робіт з дисципліни
«Гаряче об'ємне штампування»**

**(для студентів спеціальності 6.090404
очної форми навчання)**

Затверджено
на засіданні
методичної ради
Протокол № 1 от 22.09.2011
Перезатверджено
на засіданні
методичної ради
Протокол № 1 от 22.08.2012

Краматорськ 2011

Методичні вказівки до лабораторних робіт з курсу «Гаряче об'ємне штампування» для студентів спеціальності 6.090404 очної форми навчання. / укл. : Я.Г. Жбанков, Л.І. Алієва. – Краматорськ : ДДМА, 2011 – 24 с.

Методичні вказівки містять рекомендації студентам для виконання лабораторних робіт з дисципліни «Гаряче об'ємне штампування», основні відомості за темами робіт, контрольні питання перевірки знань студентів.

Укладачі:

Я.Г. Жбанков, ас.
Л.І. Алієва, доц.

Від. за випуск

І. С. Алієв, проф.

ЗМІСТ

	с.
Лабораторна робота №1. Вплив об'єму заготовки на заповнення рів- чака відкритого молотового штампа.....	4
Лабораторна робота №2. Вивчення конструктивних особливостей рівчаків молотових штампів	8
Лабораторна робота №3. Вивчення конструктивних особливостей обрізних і пробивних штампів	10
Лабораторна робота №4. Дослідження впливу швидкості деформу- вання на заповнення рівчаків при висаджуванні в кільцях	12
Лабораторна робота №5. Вивчення конструктивних особливостей встановлення, кріплення і налагодження штампів ГKM.....	14
Лабораторна робота №6. Дослідження стійкості висадження при штампуванні на ГKM.....	16
Лабораторна робота №7. Дослідження впливу кута скоса торця заго- товки на стійкість при висадженні на ГKM	20
ЛІТЕРАТУРА.....	23

Лабораторна робота №1

Вплив об'єму заготовки на заповнення рівчака відкритого молотового штампа

Мета роботи: вивчити характер течії металу при заповненні рівчака відкритого штампа; виявити залежність питомого зусилля в процесі деформації від об'єму вихідної заготовки і зміну сили деформування в залежності від стадії заповнення рівчака штампа.

Короткі теоретичні відомості

Сутність процесів обробки металів тиском полягає, насамперед, у зміні форми вихідних заготовок під дією прикладених до них сил і обумовлюється здатністю металів при дотриманні певних умов деформуватися без руйнування, тобто піддаватися пластичній деформації.

За видом вихідного матеріалу, однотипністю конструкцій штампів та аналогією в технологічних прийомах штампування поділяється на листове (гаряче і холодне) й об'ємне (гаряче і холодне).

Гаряче об'ємне штампування полягає в деформації заготовки (найчастіше це сортовий і товстолистовий прокат), що нагріта до температур вище температури рекристалізації в спеціальному інструменті (штампі). На відміну від вільного кування, де в процесі деформування немає обмеження течії металу в сторони, під час штампування для чіткого заповнення рівчаків необхіден опір течії металу з рівчака на поверхню роз'єму між деформуючою верхньою та нижньою частинами штампа. Такий опір у відкритих штампах дозволяє отримати облойна канавка, в яку витікає надлишок металу заготовки, що називається облой.

Весь процес заповнення рівчака штампа умовно можна розбити на чотири стадії. На першій стадії, коли верхня і нижня частини штампів дотикаються до заготовки, що деформується, починається вільне осадження. Зазор між заготовкою та стінками рівчака в штампі великий і метал заготовки має можливість вільно розтікатися в сторони без обмеження.

Після певного ступеня деформації заготовка починає контактувати зі стінками рівчака штампа. Вільне осадження закінчується. Стінки рівчака штампа надають підпиральний вплив на течію металу, змінюється схема напруженого стану. Настає друга стадія заповнення рівчака. Зростає питома сила штампування. Метал частково заповнює порожнину рівчака й інтенсивно тече в облой до тих пір, поки зазор між штампами стане настільки малим, що витіснення металу в нього не стане енергетично більш витратним ніж заповнення рівчака штампа. Крім того облой починає охолоджуватись і опір деформуванню металу в облої стає набагато вище, ніж металу нагрітої заготовки. У цей момент починається третя стадія штампування. Метал заготовки інтенсивно тече в порожнину рівчака штампа і заповнює його. На цій стадії присутнє незначна течія металу в облой. Коли рівчак

виявляється заповненим, настає четверта стадія. Надлишки об'єму металу в рівчаку видавлюються в облой. Але для цього потрібна велика сила, тому що видавлювання у вузьку щілину облойної канавки металу, що охолонув, ускладнене. Тому на четвертій стадії сила штампування і питомий тиск найвищі.

При відсутності третьої стадії штампування рівчак виходить незаповнений і поковка не має необхідних розмірів. Така поковка бракується, даний вид браку називається недоштампуванням. Відсутність третьої стадії штампування можливо з кількох причин:

а) невірно сконструйована облойна канавка і велика частина металу заготовки витікає в облой;

б) невірно підібрані розміри заготовки, об'єм заготовки занадто малий.

Даний вид браку є не виправним і поковки відправляються на переплавку.

При відсутності четвертої стадії штампування верхня і нижня частини штампа не можуть зімкнутися, між ними залишається занадто великий зазор. Поковка в даному випадку буде мати більші ніж необхідно висотні розміри. Даний вид браку також називається недоштампуванням. Відсутність четвертої стадії можливо з наступних причин:

а) невірно сконструйована облойна канавка;

б) невірно підібрані розміри заготовки, об'єм заготовки занадто великий;

в) охолола заготовка, недостатньо потужності молота для штампування.

Даний вид браку є виправним. У перших двох випадках даний брак виправляється обрізанням облоя на поковці та доштампуванням її в тому ж самому штампі. У третьому випадку поковку підігрівають і доштамповують.

Послідовність виконання роботи

Три свинцевих циліндричних зразка різного об'єму деформуються у відкритому штампі. Зразки мають однаковий діаметр і різну висоту, D_0 , H_1 , H_2 , H_3 .

Деформування виконується на випробувальній машині або пресі, що має силовимірювальний пристрій. Деформування до необхідних розмірів здійснюється за чотири послідовних натискання із замірами розмірів заготовки.

1. Після кожного натиску необхідно зняти показання з силовимірювального пристрою і занести в таблицю 1.1 силу деформування P і величину обтиску за один натиск Δh .

Таблиця 1.1 – Результати розрахунків

№ зразка	D ₀ , мм	H ₀ , мм	Натиск	Висота зразка після обтиску h, мм	Обтиск Δh, мм	Сумарний обтиск ΣΔh, мм	ε, %	Сила деформування Р, кН	Питома сила деформування q, МПа	К
I			1							
			2							
			3							
			4							
II			1							
			2							
			3							
			4							
III			1							
			2							
			3							
			4							

2. Встановити абсолютну деформацію за натиск:

$$\begin{aligned}\Sigma\Delta h_1 &= H_0 - h_1; \\ \Sigma\Delta h_2 &= H_0 - h_2 \text{ і т.д.}\end{aligned}$$

3. Встановити відносну деформацію за натиск:

$$\varepsilon = \frac{\Sigma\Delta h_i}{H_0} \cdot 100\% .$$

4. Розрахувати середню площу поперечного перерізу зразка на кожному натиску:

$$F_{cpi} = \frac{V}{h_i} ,$$

де V – об’єм заготовки, мм³, h_i – висота зразка після і-го обтиску.

5. Розрахувати питому силу деформування за кожен натиск:

$$q_i = \frac{P}{F_{cpi}} .$$

6. Побудувати графічні залежності сили деформування та питомої

сили від відносного ступеня деформації:

$$P = f(\varepsilon);$$

$$q = f(\varepsilon).$$

7. Сила деформування, наближено може бути обчислена за формулою:

$$P = 0,8 \cdot K \cdot \sigma_B \cdot F_{cp},$$

де K – коефіцієнт, що відображає вплив схеми напруженого стану;
 σ_B - межа міцності свинцю ($\sigma_B \approx 15..20$ МПа),

Беручи до уваги наведену вище формулу для встановлення сили деформування, встановити коефіцієнт K і побудувати залежність $K = f(\varepsilon)$.

8. Зробити висновки по роботі.

Контрольні питання

1. Яким чином залежать питома сила і сила деформування від стадії заповнення рівчака?

2. Яким чином впливає об'єм заготовки на питому силу штампування? Чому?

3. Як змінюється схема напруженого стану по мірі заповнення рівчака металом заготовки?

4. Чим відрізняється питома сила штампування від межі плинності метала?

5. За якою стадією заповнення штампа необхідно підбирати обладнання для штампування?

6. Яка різниця між силою та питомою силою деформування?

Лабораторна робота №2

Вивчення конструктивних особливостей рівчаків молотових штамів

Мета роботи: вивчити призначення та конструктивні особливості заготівельних і штампових рівчаків молотових штамів.

Короткі теоретичні відомості

Штамування на молотах виконують в однорівчачових і багаторівчачових штампах, що складаються з двох половинок, які закріплюються хвостовиками (за допомогою клинів і шпонок) у бабі та штампотримача молота.

Рівчаки молотових штамів поділяються на кінцеві, заготівельні та допоміжні. До кінцевих рівчаків відносяться чорновий і чистовий. Чистовий рівчак слугує для отримання поковки з остаточними розмірами. За формою та розмірами рівчак у точності повторює креслення поковки, тому його розміри роблять за гарячими розмірами поковки з урахуванням температурної усадки 1,2-1,5%. Спочатку розміри чистового рівчака виконують за номінальними розмірами гарячої поковки мінус нижнє граничне відхилення. Чистовий рівчак містить облойну канавку, в яку витікає в процесі деформування заготовки облой. Розміри облойної канавки визначаються залежно від складності поковки та площі її проекції на поверхню роз'єму штампа. Чорновий рівчак або попередній має форму дуже близьку до форми чистового рівчака, але контури його відрізняються більш плавними переходами, великими радіусами закруглення кутів штампа. Лінійні розміри чорнового рівчака дещо відрізняються від розмірів чистового для того, щоб заготовку з нього можна було без труднощів укласти в кінцевий рівчак. Висотні розміри чорнового рівчака більше висотних розмірів чистового, тому що в цьому рівчаку відсутня облойна канавка і метал, що буде витіснятися в облой у чистовому рівчаку, ще знаходиться в тілі заготовки. Призначення чорнового рівчака - підготовка заготовки до чистового рівчака для попередження інтенсивного зносу останнього.

До заготівельних рівчаків відносяться перетискний, підкочувальний (відкритий і закритий), протяжний (відкритий і закритий), формувальний, згинальний і висадочний. Заготівельні рівчаки знаходять застосування при перерозподілі металу вихідної заготовки та надання їй форми близької до форми поковки.

Підкочувальний рівчак слугує для збільшення площі поперечного перерізу заготовки в одних ділянках за рахунок зменшення поперечного перерізу вихідної заготовки в інших ділянках без зміни її довжини. За формою та розмірами рівчак для підкочування відкритого та закритого типу повторюють епюру діаметрів. Відкритого типу робиться з краю штампового кубика, а закритого типу має стінку і характеризується більш жорсткою схемою напружено-деформованого стану заготовки при штампуванні

та має більший коефіцієнт підкочування.

Протяжний рівчак застосовують для збільшення довжини вихідної заготовки за рахунок зменшення площі поперечних перерізів у необхідних зонах. Відкритого типу виконується з краю штампа, а закритого типу має стінку, що дозволяє збільшити ступінь витяжки.

Перетискний рівчак застосовують для перетискання заготовки зі зменшенням площі поперечного перерізу на одній ділянці та незначним переміщенням металу в сусідніх ділянках.

Формувальний рівчак використовують для додання заготовці форми, близької до форми поковки в площині роз'єму.

Згинальний рівчак застосовують для вигину заготовки відповідно до конфігурації поковки в плані.

Висадочний рівчак застосовують для отримання на заготовці стовщення та підгонки конфігурації заготовки максимально близько до конфігурації поковки.

До допоміжних рівчаків відносяться площадка для осадження і відрубний ніж. Площадку для осадження застосовують для збільшення поперечних розмірів заготовки за рахунок зменшення висотних, також вона використовується для збивання з заготовки окалини, що утворилась у результаті нагрівання. Відрубний ніж використовується при штампуванні поковок від прутка або з поворотом для відділення отриманої поковки від заготовки.

Вибір заготівельних рівчаків, призначених для перерозподілу металу заготовки вздовж її вісі, здійснюється за допомогою діаграм А.В. Ребельського на основі аналізу розрахункової заготовки та епюри діаметрів.

Послідовність виконання роботи

1. Встановити розміри молотового штампа і виконати ескіз штампів у трьох проекціях із зазначенням розмірів.
2. Зробити ескізи всіх рівчаків штампу.
3. На основі розмірів чистового рівчака скласти креслення гарячої поковки і розрахункової заготовки.
4. За габаритами штампового кубика встановити масу падаючих частин молота прийнявши до уваги, що маса верхньої частини штампа складає 30% від маси падаючих частин молота.
5. Розрахувати площу вільної поверхні штампу, що приходить на 1 тону маси падаючих частин молота, і встановити правильність його розмірів. Якщо площа складає не менше 150 см^2 на 1 тону маси падаючих частин, то штамп виготовлено правильно.
6. Зробити висновки по роботі.

Контрольні питання

1. Як класифікуються поковки, що штамнуються на молоті?

2. Правило вибору площини роз'єму штампа.
3. Призначення, особливості конструювання та режими роботи основних заготівельних рівчаків.
4. Призначення попереднього рівчака.
5. Види облойних канавок.
7. Що таке контрольний кут штампа?
8. З якого матеріалу виготовляються молотові штампи, і яку термічну обробку вони проходять?

Лабораторна робота №3

Вивчення конструктивних особливостей обрізних і пробивних штамів

Мета роботи: вивчити конструктивні особливості обрізних і прошивних штамів.

Короткі теоретичні відомості

Після штампування на молотах і штампувальних пресах у відкритих штампах поковка виходить з облоєм. Тому однією з найважливіших операцій у загальному циклі технології виробництва поковок є відділення або обрізання облою. У переважній більшості випадків обрізання облою відбувається в штампах, встановлених на обрізних пресах.

Сутність процесу обрізання облою полягає в тому, що поковка з облоєм укладається на матрицю, що має ріжучу кромку по контуру поковки. Натисканням пуансона поковка зміщується відносно облою і таким чином відбувається їх розділення. Штампи, в яких відбувається обрізання облою і пробивання перетинки, за своєю конструкцією поділяються на прості, послідовні та комбіновані.

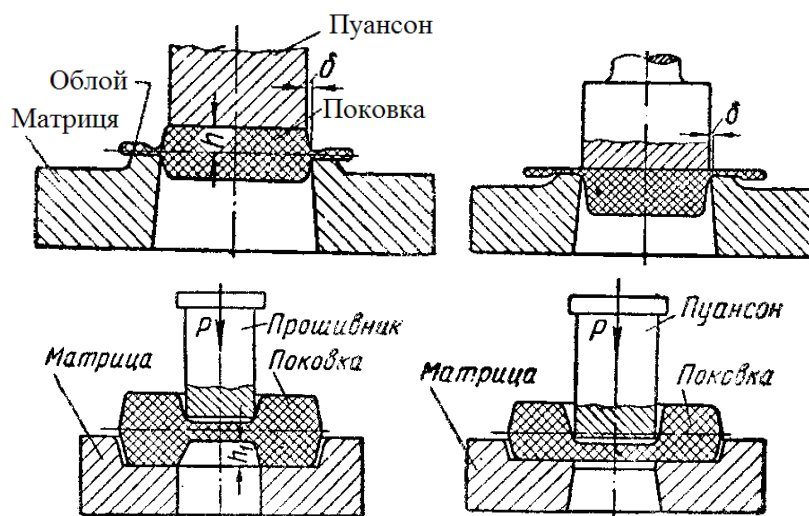


Рисунок 3.1 - Схеми обрізання облою і пробивання перетинки в штампах простій і послідовної дії

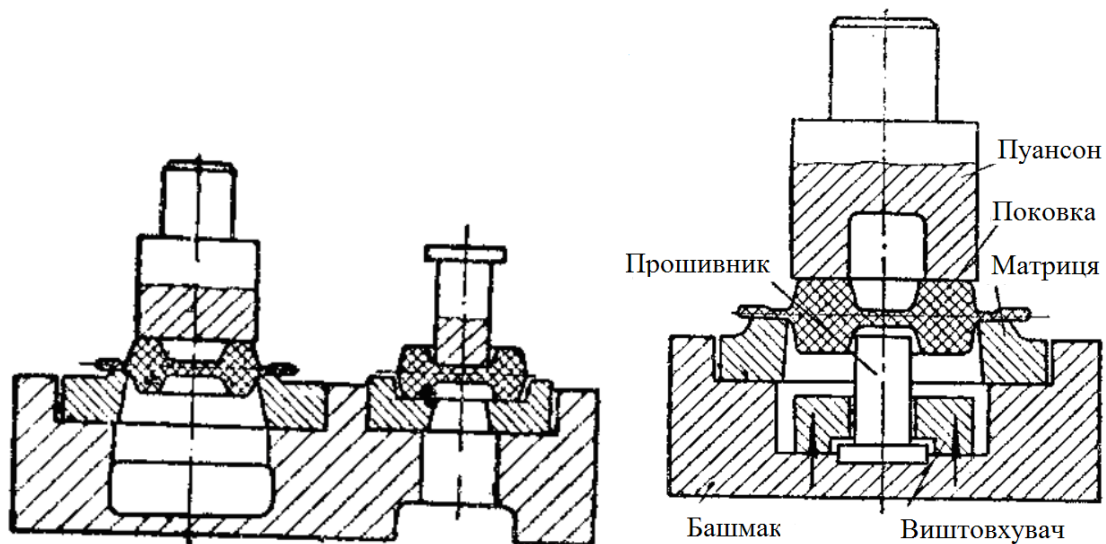


Рисунок 3.2 - Схеми обрізання облоя та пробивання перетинки в штампах послідовної та комбінованої дії

Обрізання облоя, а також пробивання отворів є типовими операціями, які здійснюються на обрізних пресах. Однак на цих пресах можливе здійснення й інших процесів, таких як правка і згинання. Часто на одному пресі здійснюється декілька операцій. Найбільш поширеними є обрізання-пробивання, обрізання-правка й обрізання-згинання.

Обрізання облоя, а також пробивання перетинки здійснюється в холодному і гарячому стані. Вибір способу залежить від:

- а) властивостей матеріалу, що штампується;
- б) розмірів поковки і наявності необхідної потужності преса для зрізання облою за всім контуром поковки в холодному стані;
- в) наявності додаткових операцій, які повинні бути виконані безпосередньо після обрізання облоя в гарячому стані.

Послідовність виконання роботи

1. Встановити основні розміри штампа для обрізання та прошивання і виконати його ескіз у трьох проекціях із зазначенням розмірів.

2. На основі розмірів рівчаків штампа, виконати ескіз схем прошивання й обрізання із зазначенням основних розмірів.

3. На основі розмірів інструмента враховуючи, те що поковка виготовлена зі сталі 45 ($\sigma_B \approx 590$ МПа при 20°C) і процес здійснюється при кімнатній температурі 20°C встановити силу обрізання облою та прошивання перетинки за формулою:

$$P = 1,4 \cdot \sigma_B \cdot F_{cp}$$

де F_{cp} - площа зрізу, встановлюється як добуток товщини шару, що зрізується і його периметра, мм^2 .

Прийняв, що поковка отримана відкритим штампування на молоті, встановити товщину облоя за формулою:

$$h_0 = 0,015 \cdot \sqrt{F_{np}} ,$$

де F_{np} - площа проекції поковки на поверхню роз'єму штампа, розрахувати з розмірів поковки отриманих вимірюванням матриці для обрізання, мм².

4. Зробити висновки щодо доцільності здійснення процесу обрізання та прошивання в холодному стані.

5. Виконати висновки по роботі.

Контрольні питання

1. На якому обладнанні здійснюється обрізання облоя?
2. Які фактори впливають на силу обрізання облоя?
3. В яких випадках необхідно заготовку підігрівати перед обрізанням облоя?

4. Яким чином впливає операція обрізання облоя на складання креслення поковки?

5. З яких матеріалів виготовляються обрізні матриці та пуансони?

Лабораторна робота №4

Дослідження впливу швидкості деформування на заповнення рівчаків при висадці в кільцях

Мета роботи: дослідити вплив швидкості деформування та наявності змащування на заповнення рівчаків металом при штампуванні на гідравлічних і механічних пресах.

Короткі теоретичні відомості

При розробці технологічних процесів штампування круглих в плані поковок, що мають вертикальні виступи у вигляді тонких ребер, бобишек та інших елементів, що важко заповнюються, виникають певні труднощі при виборі вихідної заготовки, конструюванні та розміщуванні рівчаків у штампі. Одним з важливих моментів при розробці технологічного процесу штампування таких поковок є також правильний вибір виду обладнання для штампування.

На заповнення металом рівчаків штампа впливають наступні фактори: швидкість деформування, геометричні параметри поковки та вихідної заготовки, умови контактного тертя, величина штампувальних ухилів і ступінь деформації.

Послідовність виконання роботи

1. Штампувати заготовки зі свинцю на гідравлічній випробувальній машині та кривошипному пресі зі ступенем деформації 50%, з використанням змащення та без нього.

2. Вимірити висоту отриманих виступів на заготовках, результати занести в таблицю 4.1.

Таблиця 4.1 – Вимірювання виступів на заготовках при різних умовах деформування

Вид обладнання	Номер зразка	Наявність змащування в штампі	Висота виступу, мм	
			у верхній половині штампа	у нижній половині штампа
Гідравлічна випробувальна машина	1	Присутнє		
	2	Відсутнє		
Кривошипний прес	1	Присутнє		
	2	Відсутнє		

3. Беручи до уваги те, що при штампуванні зразка зі свинцю змащення у вигляді машинного мастила забезпечує коефіцієнт тертя, що дорівнює 0,2 за законом тертя Зібеля, а при відсутності змащення, коефіцієнт тертя дорівнює 0,4, побудувати графік залежності величини виступу на заготовці від коефіцієнта тертя і швидкості деформування. Швидкості деформування для випробувальної машини та кривошипного преса прийняти рівними відповідно 1 і 10 мм/с.

4. Зарисувати zdeформовані зразки, зробити висновки по роботі.

Контрольні питання

1. Як впливає величина штампувальних ухилів на заповнення рівчака?

2. Як використовують вплив швидкості деформування на течію металу в порожнині штампа?

3. Оцініть вплив змащення на заповнення рівчаків.

4. Оцініть вплив радіусів закруглень на характер заповнення порожнини штампа.

5. Чому при штампуванні на молоті ділянки, що складно заповнюються на поковці розташовують у верхній частині штампа?

Лабораторна робота №5

Вивчення конструктивних особливостей пристрій, кріплення та налагодження штамів ГKM

Мета роботи: вивчити пристрій, кріплення та налагодження штамів горизонтально-кувальної машини (ГKM).

Короткі теоретичні відомості

ГKM - це кривошипний прес, у якого повзун з шатуном рухаються в горизонтальному напрямку. ГKM має два повзуна: головний і затискний (бічний). Кінематична схема ГKM наведена на рис. 5.1. Боковий повзун у більшості випадків затискає й утримує частину заготовки, що не деформується при висадженні. Боковий повзун переміщується перпендикулярно головному та сила на ньому складає 0,3-0,35 від номінальної сили ГKM.

Штамп ГKM, на відміну від штамів молотових і штамів КГШП, мають додаткову поверхню роз'єму та складаються з трьох частин: деформуючих пуансонів і двох напівматриць. Пруток металу, з якого штампується поковка, переміщається між розкритими матрицями до переднього упору, який встановлюється для обмеження довжини частини прутка, що деформується. Положення упору регулюється для кожної поковки окремо. Нагріта пруткова заготовка 5 закладається в рівчак нерухомої матриці 2 і фіксується по довжині переднім 4 або заднім упором. Після цього в рух приводиться бічний і головний повзуни. Після затиску прутка матрицями 3 та 2 при подальшому русі головного повзуна частина прутка під впливом пуансона 1 заповнюють порожнину рівчаків. Розмикання штампа відбувається в зворотному порядку. Дана операція називається висадженням рис. 5.2. Крім висадження на ГKM можна виконувати й інші операції:

- прошивання - отримання глухих отворів;
- просічку - отримання наскрізних отворів;
- перетискання - зменшення товщини частини прутка;
- відрізання, згинання, видавлювання та інші.

Перед початком штампування проводиться налагодження штампа для забезпечення правильного заповнення рівчаків металом. Блок матриць закріплюється за допомогою болтів 5 встановлених у кронштейнах 4 (рис. 5.3 б). Для виключення поздовжнього зміщення вниз блоку матриць встановлюється шпонка 7. Деформуючі пуансони кріпляться в блоці пуансонів 5, що вставлений у центральний повзун (рис. 5.3 а).

Налагодження штамів може, здійснюється подачею блоку пуансонів і блоку матриць уздовж осі ГKM.

Блок пуансонів, встановлений в центральному повзуні, зображений на рис. 5.3 а. Налагодження здійснюється шляхом переміщення блоку пуансонів уперед від клина 2 і назад. Для цього відпускаються болти 9 й установкою болта 4 і клином 2 регулюється глибина входу пуансонів у ма-

триці.

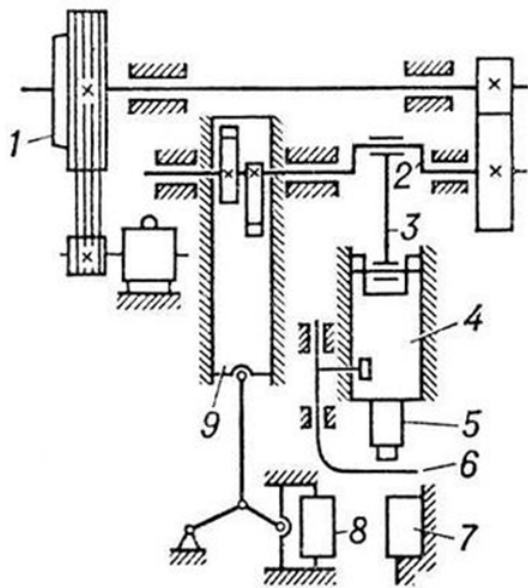


Рисунок 5.1 - Кінематична схема ГKM

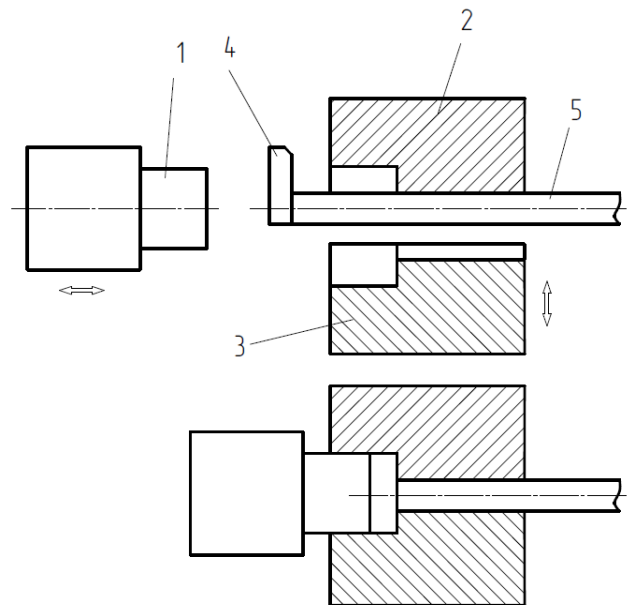


Рисунок 5.2 - Схема штампування на ГKM

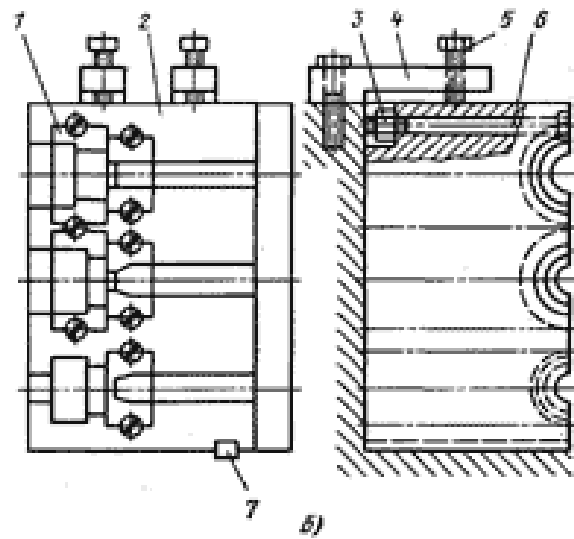
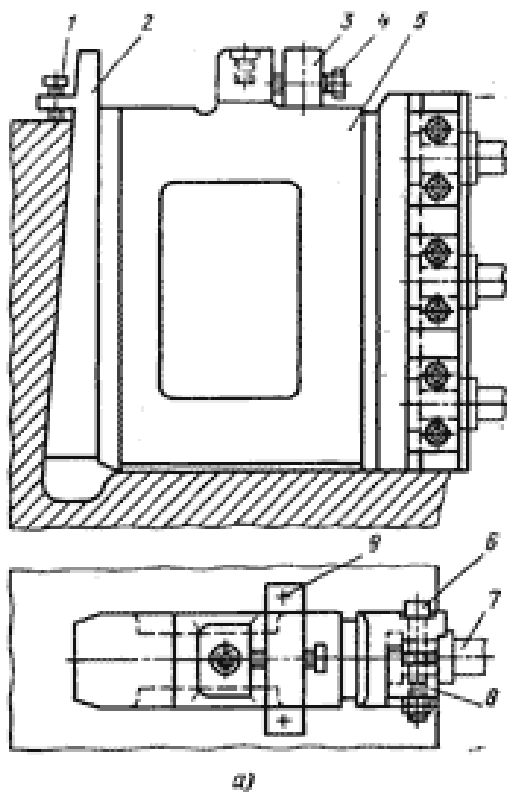


Рисунок 5.3 - Кріплення блока пуансонів (а) і блока матриць (б)

На рис. 5.4 показано штамповий простір ГKM, що характеризується величиною L_1 і висотою під матрицю H .

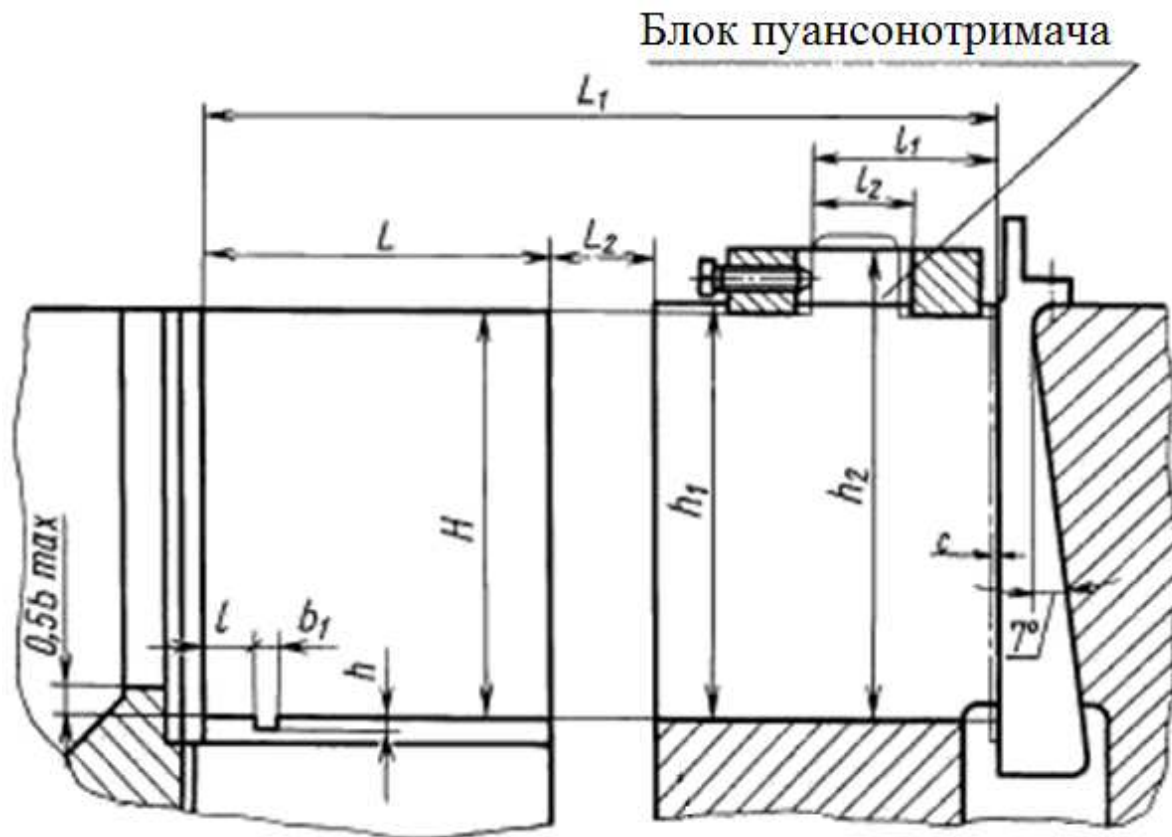


Рисунок 5.4 – Штамповий простір ГKM

Послідовність виконання роботи

На моделі ГKM конструкції НКМЗ вивчити систему кріплення штампів і виконати ескізи:

- 1) блока пуансонів;
- 2) блока матриць;
- 3) клинів для регулювання;
- 4) кріплення матриць.

Контрольні питання

1. З яких частин складаються штампи ГKM?
2. З яких матеріалів виготовляються рівчакові вставки ГKM?
3. Призначення блоків пуансонів.
4. Яким чином виконується налагодження штампів ГKM? Для чого?
5. Що таке штамповий простір ГKM?
6. Чим регулюється висота матриці ГKM?

Лабораторна робота № 6

Дослідження стійкості висадження при штампуванні на ГKM

Мета роботи: вивчити характер течії металу при штампуванні висадженням, перевірити на практиці правила висадження та виявити залежність сили висадження від ходу повзуна преса.

Короткі теоретичні відомості

При розробці технологічного процесу штампування та конструюванні інструмента для ГKM керуються такими правилами висадження.

1. Якщо довжина частини прутка, що висаджується менше трьох діаметрів заготовки, тобто $l_g \leq 3 \cdot d$, то можливо висадити пруток за один хід на будь-який діаметр (рис. 6.1).

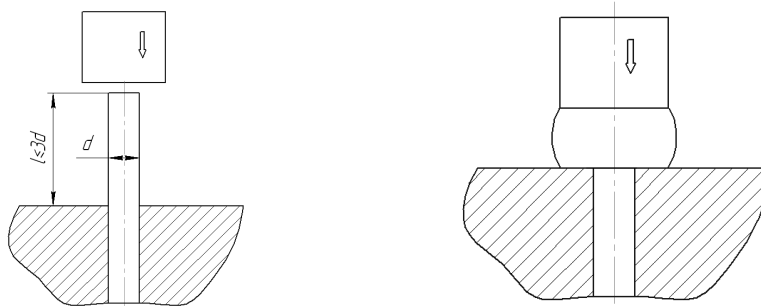


Рисунок 6.1 - Схема висадження

2. Якщо $l_g > 3 \cdot d$, то за один хід повзуна машини можливо висадити пруток на діаметр $d_i \leq 1,3 \cdot d$.

3. Якщо $l_g > 3 \cdot d$, висадження робиться на $d_i \leq 1,3 \cdot d$, то вільна частина прутка, що виступає з матриці не повинна по довжині перевищувати одного діаметра d вихідної заготовки.

При висадженні на конус розміри конічної порожнини встановлюють виходячи з умови граничнодопустимого осадження без вигину прутка.

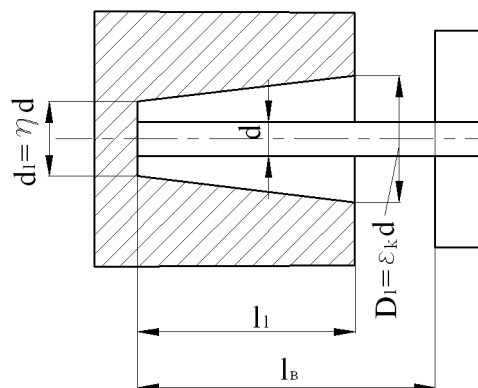


Рисунок 6.2 - Схема першого наборного переходу на конус

Діаметр меншої основи:

$$d_1 = d \cdot \eta_1;$$

$$\eta_k = 1,05 + 0,05 \cdot (k - 1),$$

де k - номер наборного переходу.

Діаметр більшої основи:

$$D_k = d \cdot \varepsilon_1;$$

$$\varepsilon_k = \varepsilon_1 = 1,74 - 0,02 \cdot \sqrt{(35 - [\psi])^2 - (35 - \psi)^2}.$$

Довжина конічного стовщення при висадженні:

$$l_g = \frac{3,82 \cdot u \cdot V_b}{D_1^2 + d_1^2 + D_1 d_1},$$

де u - коефіцієнт запасу простору [2, стор. 278, табл. 12], V_b - об'єм частини прутка, що висаджується.

Для другого, третього.... і k -го переходів.

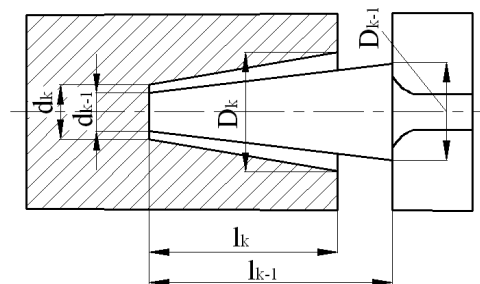


Рисунок 6.3 - Схема k -го наборного переходу

$$d_{(k-1)cp} = \frac{D_{(k-1)} + d_{(k-1)}}{2};$$

$$[\psi_{(k-1)}] = 2 + 0,01 \cdot d_{(k-1)cp};$$

$$\psi_{(k-1)} = \frac{l_{(k-1)}}{d_{(k-1)cp}}.$$

Якщо $\psi_{(k-1)} > [\psi_{(k-1)}]$, то необхідний k -й набор.

Діаметр меншої основи:

$$d_k = d_{k-1} \cdot \eta_k;$$

$$\eta_k = 1,05 + 0,05 \cdot (k - 1).$$

Діаметр більшої основи:

$$D_k = d_{(k-1)cp} \cdot \varepsilon_k ;$$

$$\varepsilon_k = \varepsilon_I = 1,74 - 0,02 \cdot \sqrt{(35 - [\psi_{(k-1)}])^2 - (35 - \psi_{(k-1)})^2}.$$

Довжина конічного стовщення при висадженні:

$$l_k = \frac{3,82 \cdot u \cdot V_b}{D_k^2 + d_k^2 + D_k d_k},$$

де u - коефіцієнт запасу простору [2, стор. 278, табл. 12].

Послідовність виконання роботи

1. Циліндричні зразки зі свинцю діаметром 21 мм і довжиною частини прутка, що висаджується $l_g < 3 \cdot d$, $l_g > 3 \cdot d$, поетапно за чотири натискання деформувати в штампі на діаметр висадження 36 і 28 мм. Виконати ескізи поетапного деформування заготовки.

2. Після кожного натиску необхідно зняти показання із сило вимірювального пристрою випробувальної машини та занести в таблицю 6.1 силу деформування P і величину обтиску за одне натискання Δl .

Таблиця 6.1 – Результати експериментальних досліджень

№ зразка	d, мм	l _в , мм	Натискан-	Висота частини зразка яка висаджується після обтиску l, мм	Обтиск Δl, мм	Сумарний обтиск ΣΔl, мм	е, %	Сила деформування, Р, кН	Примітка
I			1						
			2						
			3						
			4						
II			1						
			2						
			3						
			4						
III			1						
			2						
			3						
			4						

В примітках вказати характер формозміни заготовки (деформування – без вигину, з вигином, з утворенням затиску).

3. Встановити абсолютну деформацію за натиск:

$$\begin{aligned}\Sigma \Delta l_1 &= l_g - l_1; \\ \Sigma \Delta l_2 &= l_g - l_2 \text{ и т.д.}\end{aligned}$$

4. Встановити відносну деформацію за натиск:

$$\varepsilon = \frac{\Sigma \Delta l_i}{l_g} \cdot 100\% .$$

5. Побудувати графічні залежності сили деформування від відносно-го ступеня деформації:

$$P = f(\varepsilon) .$$

6. Описати отримані результати формозміни заготовок з точки зору правил висадження на ГKM.

Контрольні питання

1. Яким повинно бути співвідношення довжини частини заготовки, що висаджується й її діаметру для отримання стовщення будь якого діаметру?

2. Правило висадження в матриці.

3. Уточнене правило конічного висадження.

4. На який діаметр можливо висадити заготовку за один раз, якщо коефіцієнт стійкості висадження більше 3?

5. Які особливості буде мати поковка, якщо вона була отримана висадженням на ГKM без дотримання правил висадження?

6. Які типи поковок виготовляються на ГKM?

7. Навести основні залежності для встановлення розмірів конічної порожнини наборного переходу.

8. Спосіб кріплення інструменту ГKM.

Лабораторна робота № 7

Дослідження впливу кута скосу торця заготовки на стійкість при висадженні на ГKM

Мета роботи: вивчити вплив стану торця заготовки при висадженні на якість її формозміни.

Короткі теоретичні відомості

При розробці технологічного процесу висадження заготовки на ГKM особливу увагу необхідно приділяти стану торця заготовки. З практики відомо, що величина кута скосу на торці прутка негативно впливає на якісне формозмінення заготовки. Зі збільшенням кута скосу торця прутка зменшується коефіцієнт стійкості висадження, що збільшує кількість переходів штампування. Для визначення його величини користуються наступним графіком (рис. 7.1).

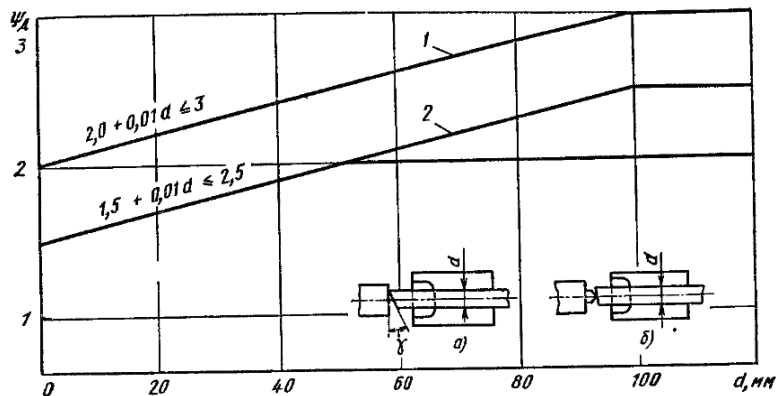


Рисунок 7.1 – Залежність допустимої довжини прутка, що висаджується від його діаметру та геометрії торця заготовки (1 – $\gamma=2^{\circ}$, 2 – $\gamma=2,6^{\circ}$)

У тому випадку, якщо не користуватися даними рекомендаціями поковки, що отримується висадженням матиме несиметричне розташування волокон, що негативно відобразиться на механічних властивостях виробу.

Послідовність виконання роботи

1. Циліндричні зразки виготовленні зі свинцю діаметром 21 мм, довжиною частини, що буде висаджуватись, $l_s = 2,5 \cdot d$ і кутом скосу торця $\alpha=5^{\circ}$, 10° і 15° поетапно за чотири натиску деформують у штампі на діаметр висадження 28 мм. Виконати ескізи поетапного деформування заготовок.

2. Після кожного натискання необхідно зняти показання з сило вимірювального пристрою випробувальної машини та занести в таблицю 7.1 силу деформування P і величину обтискання за один натиск Δl . У примітках вказати характер формозміни заготовки (деформування – без вигину, з вигином, з утворенням затиску).

Таблиця 7.1 – Результати експериментальних досліджень

№ зразка	d, мм	l _в , мм	Натиск	Висота части- ни прутка, що висаджується після обтис- кання l, мм	α, град	Обтиск Δl, мм	Сумарний обтиск ΣΔl, мм	ε, %	Сила де- формуван- ня Р, кН	Примітка
I			1							
			2							
			3							
			4							
II			1							
			2							
			3							
			4							
III			1							
			2							
			3							
			4							

3. Встановлення абсолютної деформації за натиск:

$$\begin{aligned}\Sigma\Delta l_1 &= l_g - l_1; \\ \Sigma\Delta l_2 &= l_g - l_2 \text{ и т.д.}\end{aligned}$$

4. Встановлення відносної деформації за натиск:

$$\varepsilon = \frac{\Sigma\Delta l_i}{l_g} \cdot 100\% .$$

5. Побудувати графічні залежності сили деформування від відносно-го ступеня деформації:

$$P = f(\varepsilon) .$$

6. Описати отримані результати формозміни заготовок з точки зору правил висадження на ГKM.

Контрольні питання

1. На що впливає геометрія торця заготовки, що висаджується?
2. Що таке коефіцієнт стійкості висадження?
3. Яким чином можливо збільшити коефіцієнт стійкості висадження?
4. Види браку і причини його появи при штампуванні на ГKM.

ЛИТЕРАТУРА

1. **ГОСТ 7505-89.** Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски. - Издание стандартов, 1989. - 52 с.
2. Ковка и штамповка: справочник: в 4 т. / [под ред. **Е.И. Семенова** и др.]. – М.: Машиностроение, Т. 2. – 1986. – 591 с.
3. Ковка и штамповка: справочник: в 4 т. / [под ред. **Е.И. Семенова** и др.]. – М.: Машиностроение, Т. 1. – 1985. – 567 с.
4. **Брюханов А.Н.** Горячая штамповка: конструирование и расчет штампов. / А.Н. Брюханов, А.В. Ребельский -М.: Машиностроение, 1952. - 670 с.
5. **Бабенко В.А.** Объемная штамповка. Атлас схем и типовых конструкций штампов. / В.А. Бабенко В.В. Бойцов, Ю.П. Волик - М. : Машиностроение, 1982. - 104 с.
6. **Охрименко Я.М.** Технология кузнечно-штамповочного производства. / Я.М. Охрименко - М. : Машиностроение. 1972 - 560 с.

**Методичні вказівки
до лабораторних робіт з дисципліни
«Гаряче об'ємне штампування»**

**(для студентів спеціальності 6.090404
очної форми навчання)**

Укладачі: ЖБАНКОВ Ярослав Геннадійович
АЛІЄВА Лейла Ібрагімовна

Редактор О. М. Болкова

Комп'ютерна верстка О. П. Ордіна

391/2008. Підп. до друку . Формат 60 x 84/16.
Папір офсетний. Ум. друк. арк. 2,09. Обл.-вид. арк. 1,41.
Тираж прим. Зам. №

Донбаська державна машинобудівна академія
84313, м. Краматорськ, вул. Шкадінова, 72.
Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до Державного реєстру
серія ДК №1633 від 24.12.03.