7. Закрите (безоблойне) штампування.

7.1. Штампування на молотах.

Схема, переваги, недоліки і сфери застосування закритого штампування розглянуті раніш.

Роз'єм штампів, як правило, береться по нижній крайці найбільшого перерізу корпусу викову.

7.1. Закриті молотові штампи.

Існують три схеми штампів.

1. Штампи першого типу з простим замком (рис. 7.1) застосовуються найчастіше.

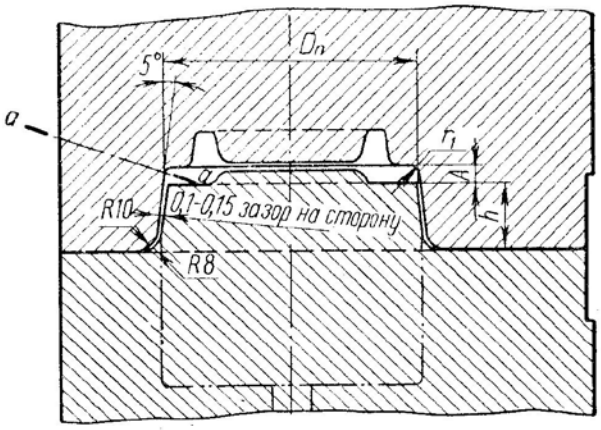


Рис. 7.1. Закритий молотовий штамп першого типу

2. Якщо діаметр стержня ненабагато менший діаметра корпусу (рис. 7.2, зліва), застосовується другий тип штампу – зі ступінчатим замком. Якщо для такого викову виготовити штамп першого типу, то стінка штампу в зоні стержня буде тонкою і може зруйнуватись. Щоб запобігти цьому, замок робиться ступінчатим, що збільшує товщину стінки і міцність штампу.

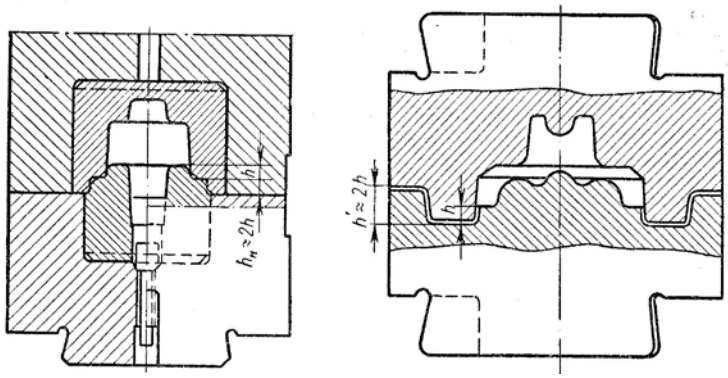


Рис. 7.2. Закриті молотові штами другого і третього типу

3. Якщо штампувати будуть на молоті з недостатньої потужності, тобто штамп заповнюватиметься не за один удар, або устаткування зношене і має погане направлення баби, використовують третій тип штампу – із подвійним замком (рис. 7.2, справа).

Зазор між направляючими частинами верхньої і нижньої половин штампу має складати 0,08 – 0,1 мм. Деформація заготівки має

починатися, коли частини замка зайшли вже на 3 – 5 мм, тобто замок вже працює.

7.2. Штампування на КГШП.

Закрите штампування на КГШП ускладнене тим, що у разі перевищення об'єму заготівки може статися заклинення пресу. Щоб запобігти цьому потрібно в штампах проектувати так звані компенсатори: це спеціально передбачені порожнини, які розташовані біля тих місць ручая, які заповнюються в останню чергу (рис. 7.3).

Якщо об'єм заготівки у межах допуску, компенсатор не заповнюється взагалі. Якщо ж об'єм перевищений, то надлишковий метал заповнює компенсатор, кривошип прокручується, поковзень проходить через крайню нижню точку, прес не заклинює.

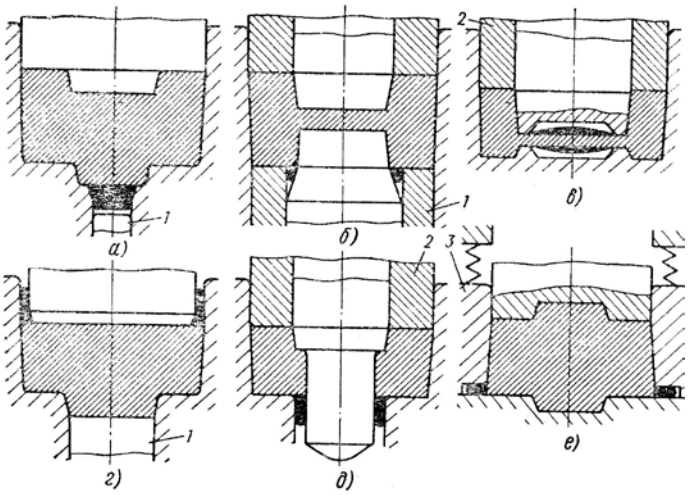


Рис. 7.3. Компенсатори закритих штампів кривошипних гарячештампувальнх пресів

- Організувати контроль за точністю заготівок, щоб виключити можливість використання немірних заготівок.

Для отримання точних заготівок може використовуватись вагове дозування, використання каліброваного прокату, точне різання, фрезерування торців, попереднє калібрування у штампах з обрізуванням облою, литво тощо.

8. Особливості штампування на горизонтально–кувальних машинах (ГКМ)

1.1. Загальна характеристика штампування на ГКМ.

ГКМ – це кривошипний прес, станина якого розташована в горизонтальному положенні, поковзень якого переміщується теж у горизонтальному напрямку. ГКМ має ще боковий (зажимний) поковзень, який кінематично зв'язаний з основним таким чином, що

саме він починає робочий хід, затискує заготівку чи виков у роз'ємних матрицях штампу і утримує її так доти, доки головний поковзень не виконає свій робочий хід (кривошипний вал зробить повний оберт), потім боковий поковзень повертається у своє вихідне положення.

На рис. 8.1 зображений один цикл роботи ГКМ. Вихідна позиція а: поповзень з пуансоном (1) в крайньому лівому положенні, заготівка подана до переднього упору (2). Боковий поповзень (4) у вихідному положенні, він не торкається нерухомого блока напівматриць (3).

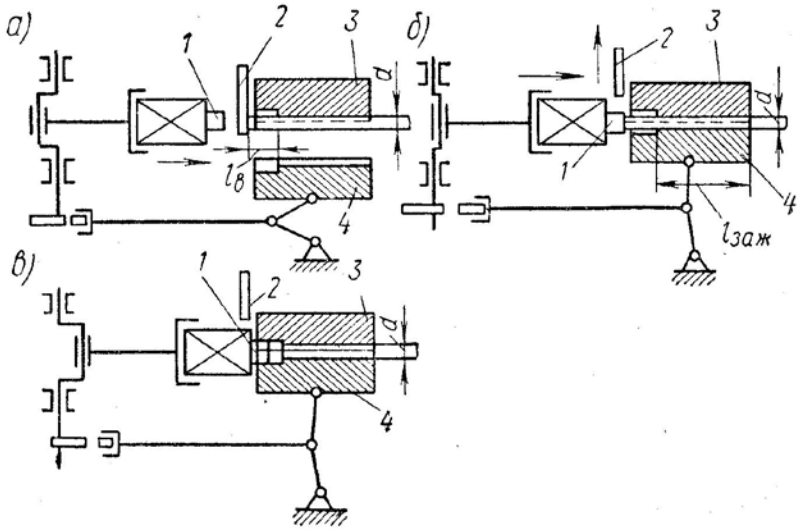


Рис. 8.1. Схема роботи горизонтально-кувальної машини
1 – поковзень з пуансоном, 2 – передній упор, 3 – нерухомий блок напівматриць, 4 – боковий поковзень з рухомим блоком напівматриць. а – вихідне положення: заготівка подана до упору, б – заготівка затиснута в ручаї робочим ходом бокового поповзня, в – штампування ходом головного поковзня.

Проміжна позиція *б)*: боковий поковзень з блоком напівматриць затискує заготівку в ручаї, передній упор відходить в сторону і пуансон, закріплений на основному поковзні починає деформувати заготівку.

Позиція *в*): головний поковзень в крайньому правому положенні, виков здеформований (висаджена головка).

Після цього головний поковзень відійде в крайнє (ліве) положення, після чого відійде у вихідне положення і боковий поковзень, заготівка звільниться від затиску і може бути перенесена до іншого ручая.

Є ГКМ із горизонтальним роз'ємом матриць, в яких зажимний поковзень переміщується у вертикальній площині.

8.1.1. Позитивні сторони штампування на ГКМ.

- Штампи ГКМ мають дві площини роз'єму. Це дозволяє виготовляти викови досить складної форми (рис. 8.2). Виготовлення таких виковів іншими способами або неможливе, або занадто витратне.

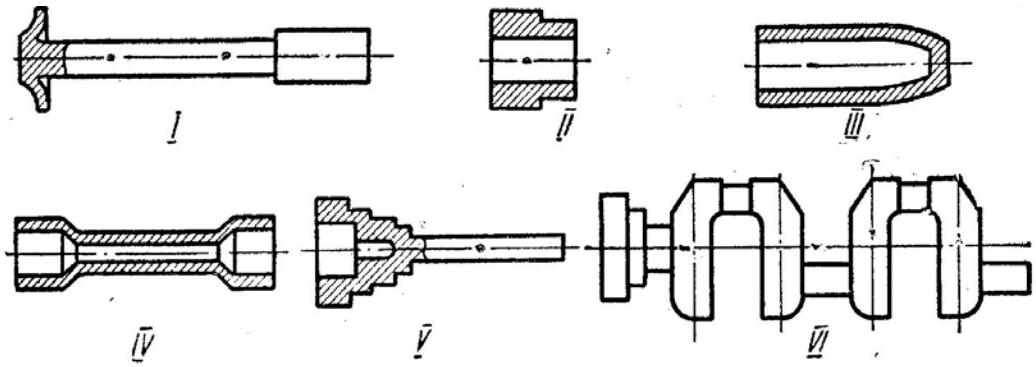


Рис. 8.2. Основні типи виковів, які штампуються на ГКМ:
1 – стержень з потовщенням, 2 – кільця, 3 – з глухою порожниною, 4 – порожнистий виков з труби, 5 – складної форми з порожниною на торці, 6 – висадка фланця на відштампованому викові.

- Наявність двох площин роз'єму дозволяє значно зменшити штампувальні ухили (до 1° ÷ 3°), а значить зменшується і обсяг механічної обробки, і витрат металу.
- Значна економія металу за рахунок того, що штампування на ГКМ, в основному, відбувається за схемою закритого штампування і видавлювання, тобто без облою. Це можливо завдяки тому, що, якщо і є якийсь надлишок металу у заготовці, то він буде витиснений у стержень, і не буде небезпеки заклинення ГКМ.

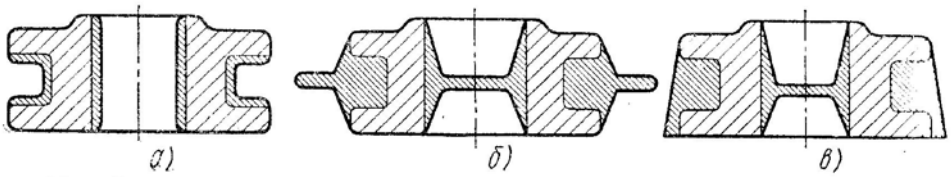


Рис. 8.3. Порівняльний аналіз напусків при штампуванні:
на ГКМ (а), у відкритому (б) і закритому(в) штампах на молоті і КГШП.

- Оскільки викови штампуються за схемою видавлювання або закритого штампування, то вони мають хорошу макроструктуру (волокна металу не перерізуються під час обрізування облою).
- ГКМ – кривошипна машина, штампування на ній безударне, тому її досить легко механізувати і автоматизувати. Наприклад, переміщення з ручая в ручай на машинах із горизонтальним роз′ємом матриць передбачено самою конструкцією машини (аналог шиберних лінійок).
- Штампи ГКМ збірні (конструкції будуть розглянуті пізніше). Тому витрати штампової сталі невеликі, нескладне виготовлення ручаєвих вставок і пунсонів, нескладний монтаж.
- Умови праці на ГКМ легші, ніж на молотах і, навіть, на КГШП.

8.1.2. Негативні фактори штампування на ГКМ.

- Насамперед це спосіб не універсальний. Він ефективний лише для штампування певних форм виковів.
- Невисока стійкість штампів через те, що при штампуванні видавлюванням і за закритою схемою схема напруженого стану більш жорстка, опір деформації вищий, більші сили тертя, як результат – інтенсивніше зношуються штампи.
- При штампуванні за схемою «від прутка» (коли відштампований виков відрізається від прутка, пруток ще гріється, штампується наступний виков і так далі аж доки не залишиться затиснений в зажимній частині ручая кінцевий відхід) наявність кінцевих відходів. Це не завжди пряма втрата металу, у хороших господарів кінцеві відходи утилізуються. (Один із способів – їх перекатують на менші діаметри і знов пускають у виробництво як заготівки).
- Є певні питання щодо видалення окалини з нагрітої заготівки, тому що не завжди першою операцією є набір металу, який аналогічно осаджуванню дозволяє видалити окалину з викову. Передбачають використання спеціальних скребків для очищення окалини. Але це не дуже зручно і знижує продуктивність праці.
- Зміна діаметра заготівки вимагає зміни всього штампу, інакше заготівка не буде затискатися в ручаї або заклинить ГКМ.
- Вартість ГКМ у півтора рази вища ніж вартість КГШП аналогічної потужності.

8.2. Технологічні операції штампування на ГКМ.

Операції, які виконуються ходом основного поповзня: набірні, формувальні, прошивні, обрізні, просічні, штампування з трубчастих заготівок.

Операції, які виконуються ходом бокового поковзня: затискування, відрізування, пережимання, плющення і гнуття.

8.2.1. Набірні операції. Їх задача – набрати (висадкою) потрібний об’єм металу для наступного формування головки чи корпусу викову.

Якщо об’єм потрібної головки не більше, ніж об’єм заготівки довжиною 2,5 її діаметра (D_0), то така головка набирається за один перехід.

На рис. 8.4. представлені різні схеми висадки: в матрицях (а, б), в матрицях і в пуансонах (в, г) і в матрицях, що ковзаються (справа).

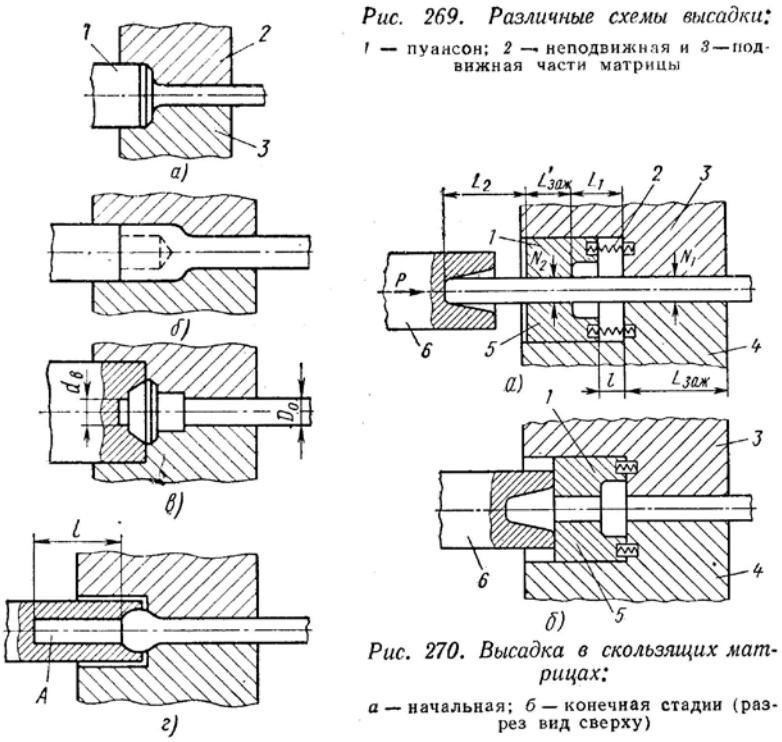


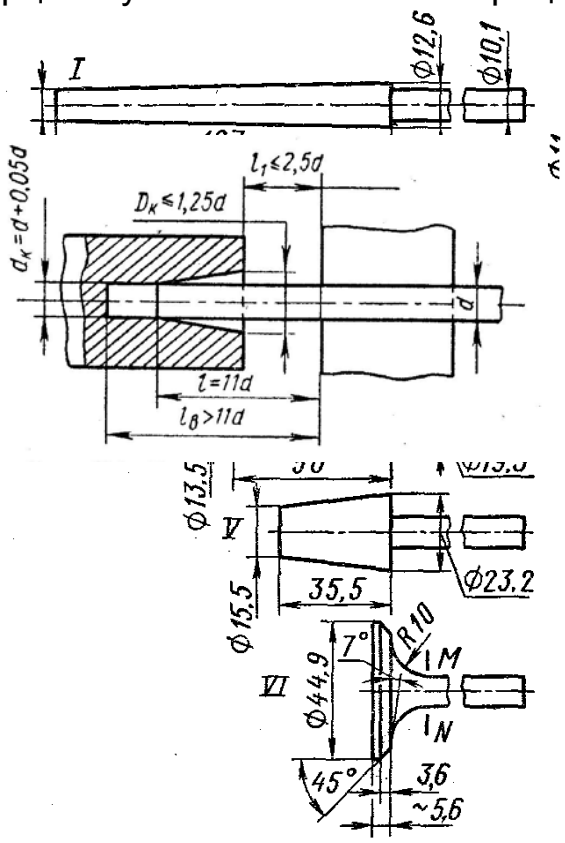
Рис. 8.4. Висадка звичайна (ліворуч) і в матрицях, що ковзаються (праворуч)

Використовуючи матриці, що ковзаються, можна за один робочий хід набрати два фланці (рис. 8.4, справа).

Для того, щоб визначити, чи потрібна додаткова операція набору метала при штампуванні викову типу «стержень – головка», потрібно об′єм «головки» поділити на площу перерізу вихідної заготівки (яка часто має діаметр стержня), визначивши довжину заготівки, з якої формуватиметься головка. Якщо відношення цієї довжини до діаметра більше 2,5, то додатковий набірний перехід потрібен.

Якщо потрібно набрати головку більшого об’єму (до 15 D_0), то набір здійснюється в конічних порожнинах пуансонів за декілька переходів (рис. 8.5).

Менший діаметр конічної порожнини в пуансоні приймається $D_{мін} = 1{,}05D_0$, а більший діаметр $D_{макс} \leq 1{,}25\ D_0$. Початкова відстань між торцем пуансона і блоком матриць не більше 2,5 D_0 (рис. 8.5).



Під час робочого ходу метал заповнює конічну порожнину, але не втрачає стійкості, оскільки з самого початку деформації він защемлюється біля меншого діаметра порожнини.

Рис. 8.5. Набір в конічній порожнині пуансону.

Якщо довжина набраного конуса (рис. 8.5) більше, ніж 2,5 його середнього діаметра ($D_{сер}$) , потрібен ще один набір в конічній порожнині пуансона, але вже з іншим більшим діаметром, і так

далі аж поки співвідношення довжини конуса до середнього діаметра не стане менше 2,5. Після цього можна штампувати корпус (рис. 8.5, нижня позиція).

Рис. 8.6. Набір значного об'єму в п'яти конічних порожнинах пуансонів.

8.2.2. Формувальні операції.

На ГКМ виков, точніше, корпус викову може формуватися і за відкритою (з утворенням облою), і за закритою схемами.

Частіше використовується закрита схема: не буде потрібна операція обрізування облою (не потрібні додаткова технологічна операція, ручаєві вставки і пуансон для обрізування, тому простіший штамп, до того ж він займає менше штампового простору.

Наявність двох площин роз'єму дозволяє виготовляти викови досить складної форми (рис. 8.7).

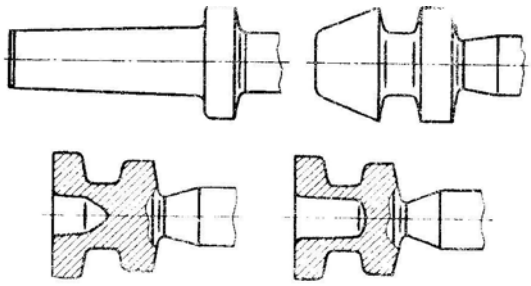


Рис. 8.7. Технологічні переходи при штампування на ГКМ за закритою схемою.

При штампуванні на ГКМ виковів зі стержнем чи то «від прутка» ймовірність заклинювання невелика, оскільки надлишковий метал витискується в стержень (рис. 8.8, справа).

Відкрите штампування проектується і виконується аналогічно штампуванню на КГШП (рис. 8.8, зліва).

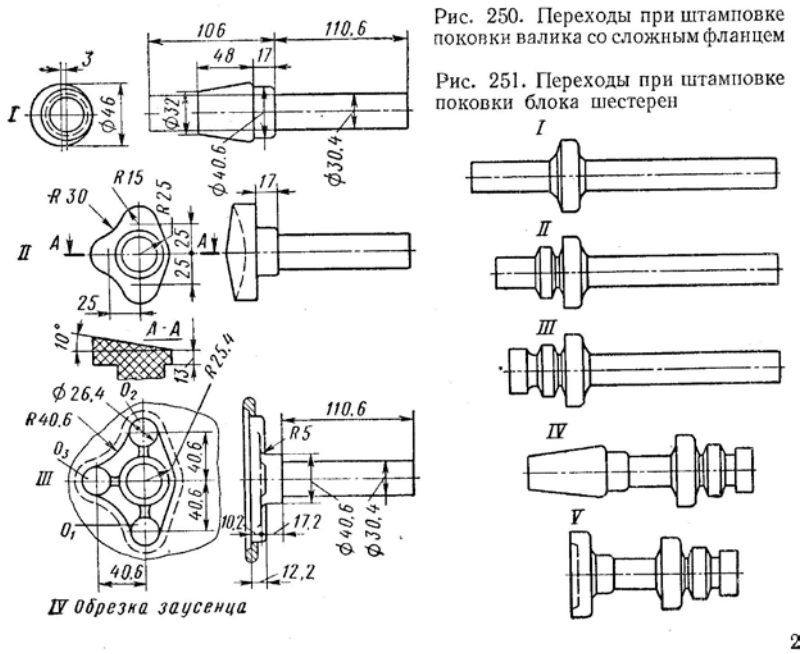


Рис. 8.8. Технологічні переходи відкритого (зліва) і закритого (праворуч) штампування на ГКМ

Обрізування облою виконується в спеціальному обрізному ручаї окремим робочим ходом (буде розглянуто пізніше).

8.2.3. П р о ш и в н і о п е р а ц і ї .

При штампуванні на ГКМ прошивання виконується за закритою схемою (рис. 8.9). Діаметр порожнини (d) має бути не більше 0,75 діаметра заготівки (D_0): $d < 0{,}75D_0$.

Щоб на початку прошивання вільний кінець заготівки не втратив стійкість і не зігнувся, він має бути меншим за $(2 \div 2{,}5)D_0$, тобто $L_0 < (2 \div 2{,}5)D_0$.

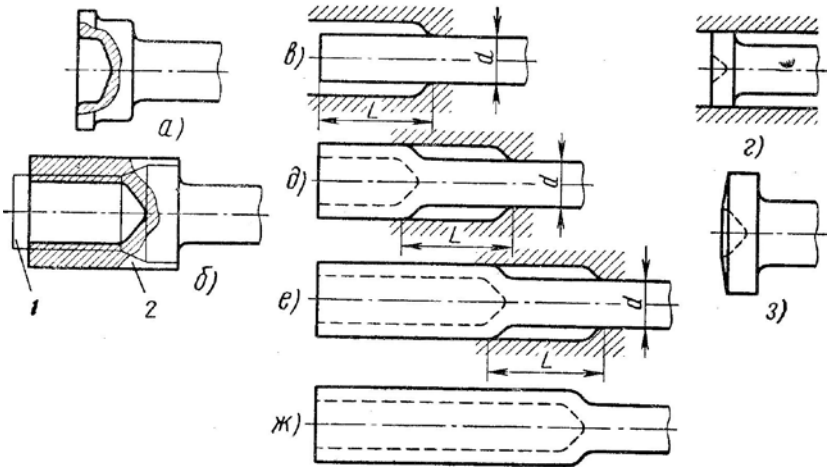


Рис. 8.9. Прошивання за один і кілька переходів

Як і при штампуванні на молотах і КГШП, з міркувань стійкості прошивних знаків і пуансонів їх діаметр не призначається менше 30 мм.

Але на відміну від штампування на молотах і КГШП, де глибина порожнини, яка формується, не може перевищувати 0,8 d (її

діаметра) на ГКМ можна прошивати порожнини глибиною (3 ÷ 4) d в два переходи (рис. 8.10).

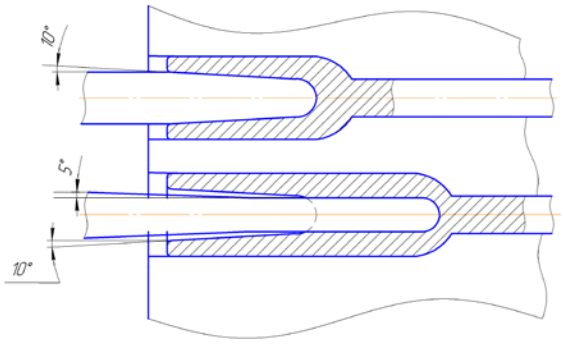


Рис. 8.10. Глибоке прошивання на ГКМ.

На першому переході ухили прошивного пуансона приймаються 10°, а на другому 5° для того, щоб прошивач другого переходу не торкався би стінок вже прошитої частини.

Прошивання на ГКМ безвідходне: видра лишається на прутку.

8.2.4. Просічна операція.

На рис. 8.11 зображена схема просічної операції: прошитий виков вкладається в просічну матрицю, діаметр якої трохи більший (на робочий зазор) діаметра порожнини, просічний пуансон висікає видру, яка лишається на стержні.

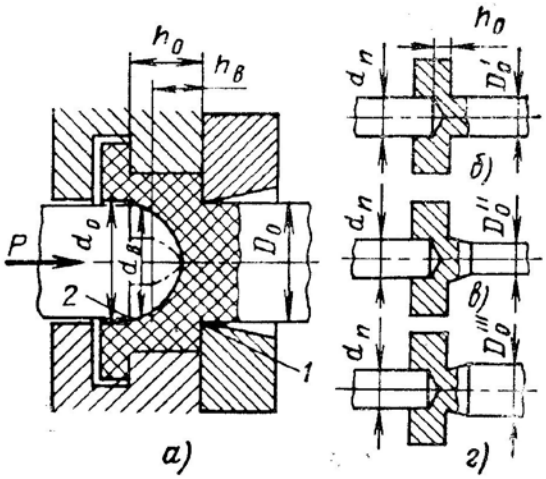


Рис. 8.11. Просічні операції

Якщо діаметр вихідної заготівки менше діаметра порожнини, то в попередньому ручаї набирають у вигляді конусу потрібний діаметр біля торця викову, якщо він більший, то відповідно пережимають пруток до потрібного діаметру (рис. 8.11, в).

Просічні матриця і пуансон мають ріжучі крайки.

8.2.5. Операція обрізування облою.

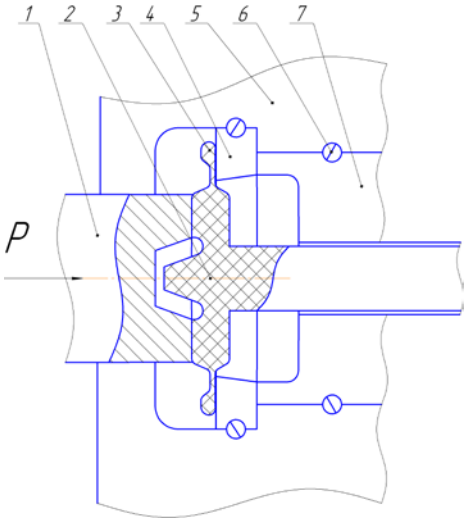


Рис. 8.12. Обрізування облою на ГКМ.

Якщо виков складної форми, то він штампується за відкритою схемою і в штампі проектується ручай для обрізування облою (рис. 8.12).

Ріжучу крайку має тільки обрізна матриця, пуансон штовхаючого типу. Він не повинен щільно прилягати до всієї поверхні

викову, а може мати спрощену конфігурацію (простіше і дешевше його виготовляти), оскільки його задача проштовхнути виков крізь обрізну матрицю.

Але при цьому треба мати на увазі, щоб робоче зусилля обрізування не деформувало би сам виков – якщо він має тонкі полотна, або не зминало, якщо буде мала площа контакту пуансону і викову. Її величина має бути $F_п > P_{обр} / |\sigma_{зм}|$,
де $P_{обр}$ – зусилля обрізування облою, $|\sigma_{зм}|$ – допустима напруга зминання.

8.2.6. Штампування виковів із трубчастих заготівок.

Основні операції – набору, роздачі і формування (рис. 8.13). незмінним.

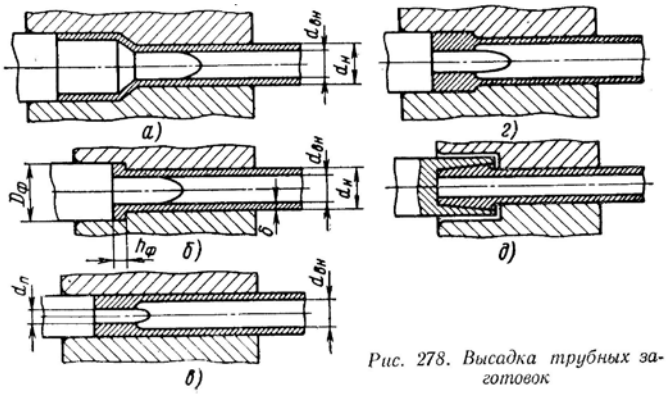


Рис. 8.13. Штампування виковів з трубчастих заготівок.

Під час набору може збільшуватись зовнішній діаметр (б), внутрішній (в), обидва (г). Набрана частина на наступному переході може штампуватися за відкритою чи закритою схемами для отримання викову потрібної форми і розмірів.

При наборі пуансон має спеціальну голку (б), яка входить в трубчасту заготівку щоб внутрішній діаметр не зменшувався.

8.2.7. Операції, які виконуються ходом бокового поковзня.

8.2.7.1. Затискування.

Для більшості операцій, які виконуються на ГКМ, на першій операції заготівка має бути зафіксована в затискній частині ручая для того, щоб пуансон просто не виштовхнув би заготівку зі штампу. Для цього проектується затискна частина штампу (затискні вставки).

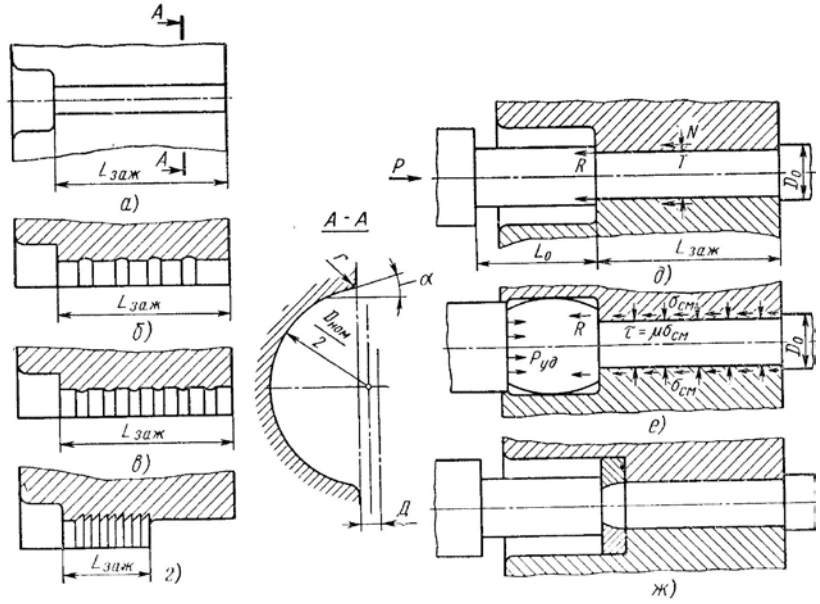


Рис. 8.14. Затискні ручаї ГКМ.

Довжина вставок $L_{зат} = 2,5D_0 + 50$. Поперечний розмір (діаметр) у напрямку затискування приймається рівним номінальному розміру заготівки мінус нижній допуск на діаметр прокату – в холодному стані (рис. 8.14). Заготівка затискується завдяки збільшенню її розмірів за рахунок температурного розширення при нагріванні до температури штампування. Розмір у площині роз'єму – номінальний плюс позитивний допуск.

При штампуванні «від прутка» величина затискної частини визначає величину затискного кінця, тобто відходу. Щоб зменшити його, поверхню ручая роблять не гладкою, а рифленою (рис. 8.14, б). Це дозволяє зменшити довжину ручая до $2D_0 + 30$.

На другому і подальших переходах величина затискної частини не так важлива, тому що, як правило, виков утримується в ручаї за рахунок набраної чи вже відформованої головки чи фланця.

В процесі висаджування утворюються заплечики (рис.14, д,е,ж), які утримують заготівку і розвантажують затискний ручай.

8.2.7.2. В і д р і з у в а н н я .

Відрізування заготівки чи то відрізування відштампованого викову від прутка здійснюється також ходом бокового поковзня (рис. 8.15).

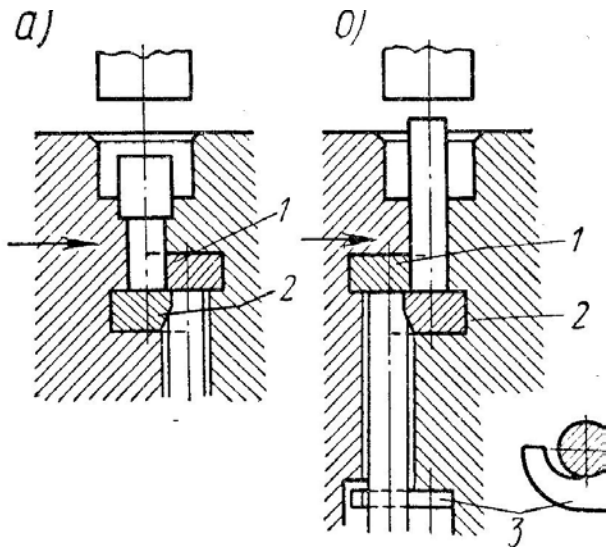


Рис. 8.15. Відрізування заготівки зміщенням прутка (а) і заготівки (б).

Є дві схеми відрізування: зміщенням прутка (а) і зміщенням заготівки (б).

За першою схемою (а) зафіксований в ручаї пруток відрізається нерухомим ножем, закріпленим в блоці напівматриць і рухомим ножем (2), закріпленим в боковому поковзні. При відрізуванні пруток переміщується праворуч. Відрізана заготівка затискується в ручаї і може деформуватися пуансоном.

При відрізуванні зміщенням заготівки (б), щоб крутний момент різання не вивертав би пруток ліворуч, його фіксують спеціальною скобою (3).

8.2.7.3. П е р е ж и м а н н я.

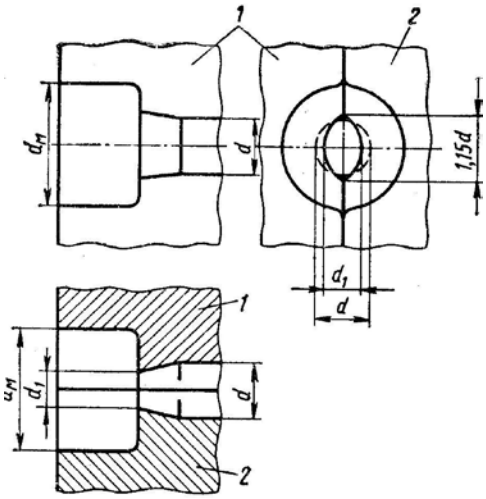


Рис. 8.16. Операція пережимання.
1 – нерухома напівматриця, 2 – рухома напівматриця.

Операція використовується для місцевого зменшення перерізу заготівки чи викову (рис. 8.16). Операція виконується, як правило, в два переходи. На першому переході утворюється овал з меншою віссю в напрямку ходу затискного поковзня. Ручай має конічну форму, витиснутий метал переміщується вздовж осі прутка.

Виков переміщують в ручай другого переходу і повертають на 90º, при цьому еліптична зона деформується в круг меншого діаметру.

Ходом бокового поковзня виконуються, але досить рідко, також операції плющення і гнуття.

8.2.8. З у с и л л я ш т а м п у в а н н я н а Г К М.

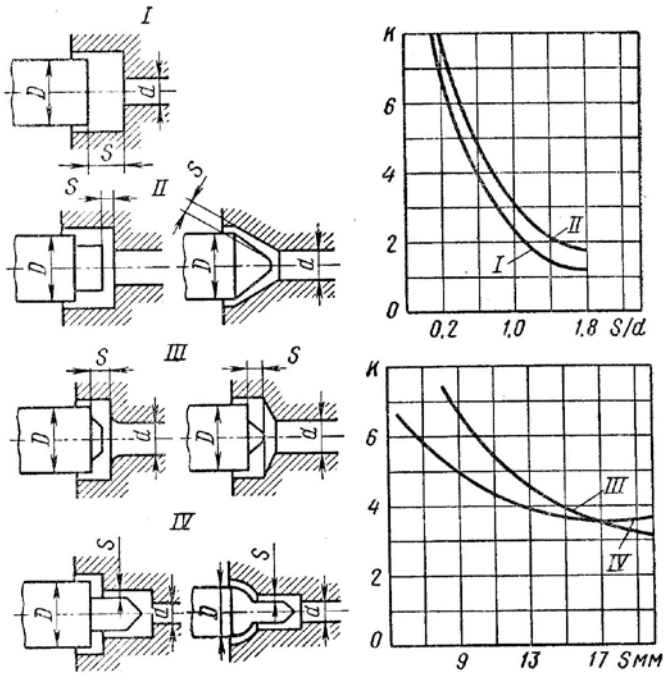


Рис.8.17. Параметри виковів ГКМ для визначення коефіцієнту форми.

Зусилля штампування на ГКМ (Р) розраховується:

$P = k\sigma_{st^o}F$, де

σ_{st^o} - межа текучості при температурі кінця штампування;

F – площа проекції викову у напрямку перпендикулярному робочому ходу основного поковзня;

К – коефіцієнт форми викову, який залежить від співвідношення S/D, де S – товщина фланцю чи стінки труби, а D – діаметр фланцю чи прошитого викову (рис.8.17). В залежності від цього співвідношення коефіцієнт К змінюється в межах від 1 (набірні операції) до 8.

Оскільки найбільше робоче зусилля при штампуванні в чистовому ручаї, то він завжди розміщується по осі головного

поковзня. Підготовчі і викінчувальні ручаї розміщуються вище або нижче.

8.3. Штампи горизонтально–кувальних машин

8.3.1. Загальна характеристика.

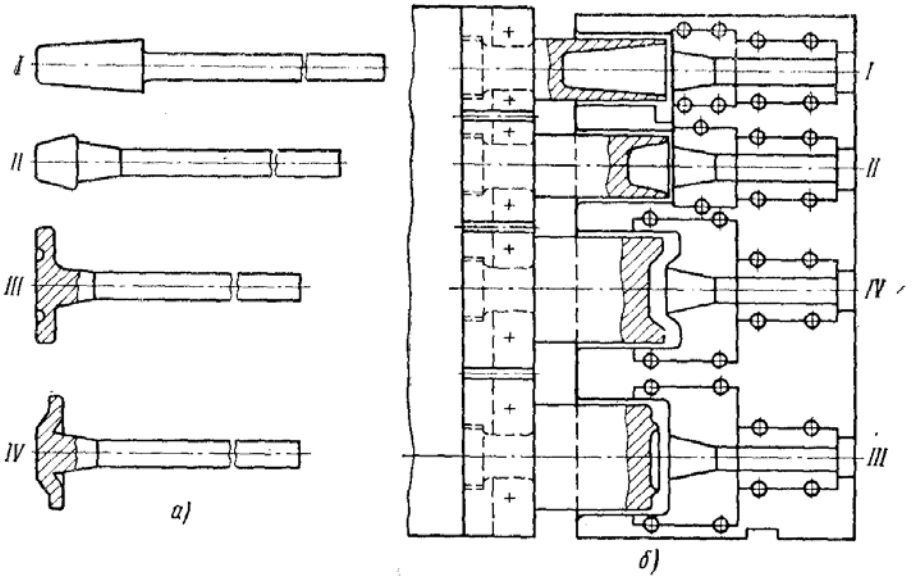


Рис.8.18. Загальний вигляд штампу ГКМ (б) і технологічні переходи (а)

Як і у КГШП штампи ГКМ збірні. Основні складові: блок пуансонів і два блоки напівматриць – рухомий і нерухомий. Нерухомий кріпиться до станини, рухомий до бокового поповзня (рис. 8.18). Матеріал блоків сталь 45 або сталь 40Х.

В блоках монтується робочий інструмент – пуансони і ручаєві вставки, які виготовляються зі штампових сталей.

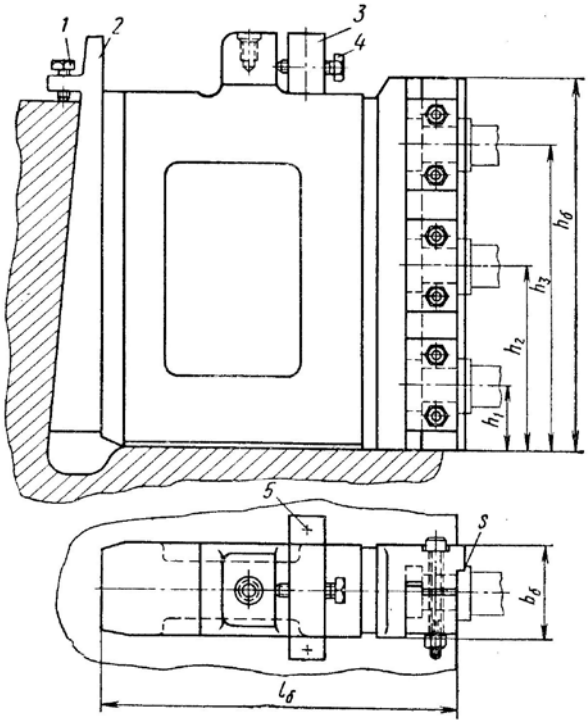


Рис. 8.19. Трьохручаєвий блок пуансонів ГКМ

8.3.2. Пуансони.

Пуансони фіксуються і кріпляться в блоці пуансонів (рис. 8.19), який, в свою чергу, фіксується і кріпиться в головному поковзні за допомогою спеціальної планки (3) і гвинта для регулювання (4). Закрита штампова висота ГКМ регулюється спеціальним клином і стопорним гвинтом (2,1). Пуансони ГКМ, як правило, збірні: зі штампової сталі виготовляються тільки робочі частини, пуансонотримачі – з конструкційної. Кріпляться робочі частини пуансонів за допомогою гвинтів, накидних гайок, клинових фіксаторів тощо (рис. 8.20).

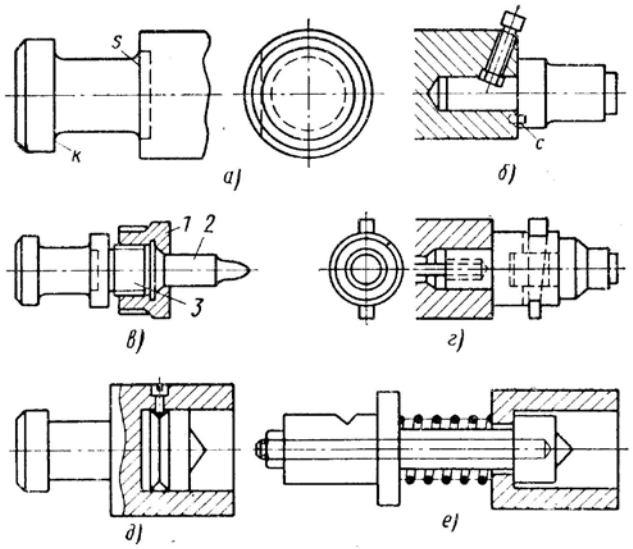


Рис. 8.20. Кріплення робочих частин пуансонів у пуансонотримачах

В ГКМ невеликої потужності пуансони (точніше, пуансонотримачі з пуансонами) кріпляться в блоках за допомогою стопорного гвинта, який утримує пуансон під час зворотного ходу і в той же час запобігає його повороту навколо осі (рис. 8.20, б).

В потужних ГКМ застосовується фланцеве кріплення пуансонів (рис.8.20, а). Фланець на задньому кінці пуансонотримача (к) фіксується в спеціальній проточці, а сам притискається гвинтами до блоку пуансонів спеціальною кришкою.

Щоб пуансон не провертався навколо осі, пуансонотримач має спеціальний шліц (s), який припасовується до відповідного виступу блока пуансонів.

8.3.3. М а т р и ц і .

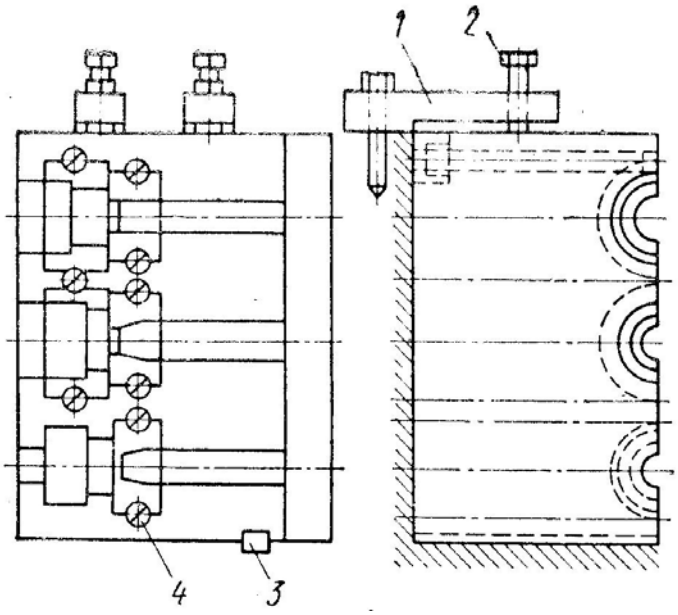


Рис. 8.21. Б л о к н а п і в – м а т р и ц ь Г К М .

Для зручності виготовлення, здешевлення, зручності монтажу і можливості оперативної заміни найбільш зношуваних частин ручаєві вставки напівматриць виготовляються не суцільними, а секційними. Вони вставляються у відповідні гнізда блоків напівматриць по перехідній посадці і кріпляться гвинтами (4) з гайками і котрагайками в гніздах на тильній стороні блоку матриць (рис. 8.21).

Сам блок напівматриць фіксується спеціальною шпонкою (3) і кріпиться двома кронштейнами (1) і стопорними гвинтами (2).

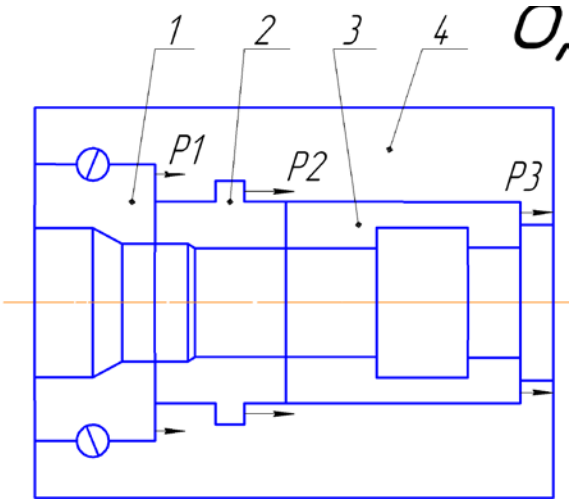


Рис. 8.22. Фіксація і розвантаження ручаєвих вставок ГКМ

Зовнішній діаметр кожної наступної (по ходу) матриці робиться меншим попереднього для того, щоб робоче зусилля з кожної ручаєвої вставки розвантажувалося на блок. Якщо це зробити неможливо чи недоцільно, на зовнішній поверхні такої вставки робиться фіксуючий бурт, а в блоці відповідна проточка (рис. 8.22).

8.3. 4 . У п о р и Г К М .

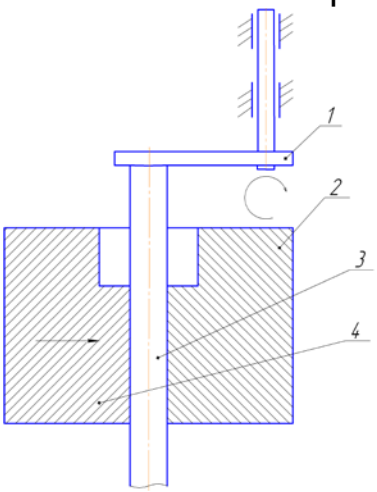


Рис. 8.24. Передній упор ГКМ

Більшість технологічних процесів проектуються таким чином, щоб на першій операції торець заготівки виступав би за блок матриць для того, щоб для її фіксації використовувати передній автоматичний упор (рис. 8.24). Під час робочого ходу цей упор автоматично піднімається і не заважає робочому ходу пуансону.

Якщо передній торець заготівки не виходить за торець блоку матриць, використовують задні упори.

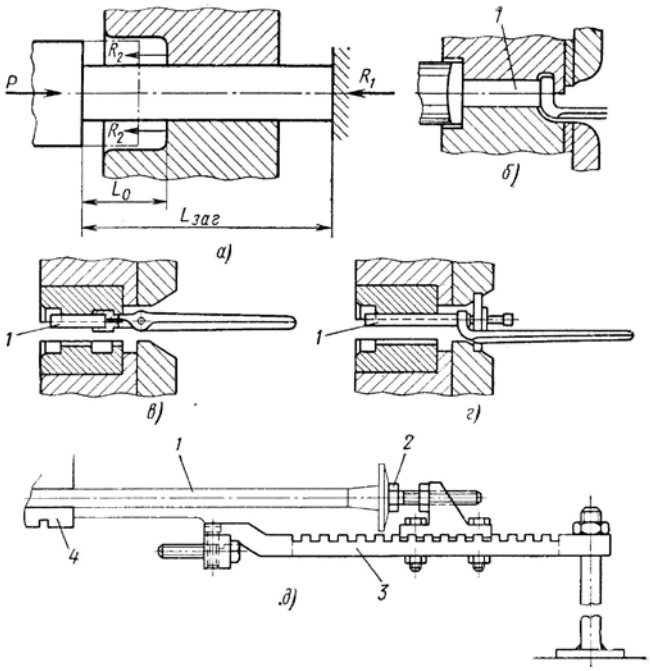


Рис. 8.25. Задні упори для штучних заготівок:
б і г – в планку, в – в кліщі, д – виносний упор на кронштейні і опорі. 1 – заготівка, 2 – упорний болт, 3 – рейка з кареткою, 4 – штамп.

При штампуванні виковів із штучних заготівок використовують або упор в

планку (рис. 8.24, б, г), або упор в кліщі (в).

Якщо задній торець заготівки виходить за штамповий простір блоку матриць (викови з довгою віссю), то використовуються виносні упори (рис. 8.25). Це можуть бути закріплені на станині консольні кронштейни чи то довгий кронштейн на спеціальній опорі (д). При цьому опорна бабка фіксується в спеціальних пазах, а точне регулювання виконується гвинтовим упором.

Розділ 9
Особливості штампування на гвинтових пресах

Гвинтові преси є фрікційні (з яких все почалося), гідрогвинтові і дугостаторні (винахід радянських вчених). Попри різну енергетику цих машин, точніше, різний привід, суть їх однакова: розкручується потужний гвинт, переміщується в гайці, яка вмонтована в станину, поковзень розганяється, накопичуючи при цьому певну кінетичну енергію, за рахунок якої деформується метал. Певний тиск створює і крутний момент приводу.

Саме через цю обставину гвинтові преси свого часу називали молот-прес. Вони дійсно займають проміжне становище між молотами і пресами, а саме: швидкість деформування 1 – 3 м/с (на молотах 6 – 7 м/с, на КГШП до 1 м/с), можна регулювати енергію деформації, змінюючи висоту підйому поповзня, як на молоті, штампи збірні і часто мають напрямні колонки, як на КГШП, а кріплення, в основному, клинове.

Технологічні особливості гвинтових пресів: великий робочий хід, великий штамповий простір, великий хід виштовхувача.

Все це дозволяє штампувати на гвинтових пресах складні вироби в розбірних штампах (рис. 9.1), які мають кілька площин роз’єму. Виков складної форми (3) формується в двох ручаєвих вставках – роз’ємних напівматрицях (2), які розміщуються в конічній обоймі штампа (4) під дією пуансона (1). Робочий цикл закінчується тим, що виштовхувач (5) піднімає напівматриці, і вони розкриваються, звільнюючи відштампований виков (3).

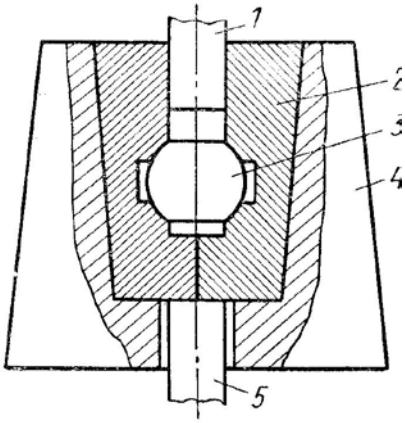


Рис. 9.1. Розбірний штамп гвинтового пресу:
1 – пуансон, 2 – роз’ємні напівматриці,
3 – ручай штампа, 4 – обойма штампа.

На рис. 9.2 зображено типова конструкція штампа гвинтового пресу, який складається з нижньої (1) і верхньої (7) плит, ручаєвих вставок: нижньої (3), яка фіксується і кріпиться за допомогою розрізного кільця (5) обойми (4), і верхньої (6), яка фіксується шпонкою (8) і кріпиться клином (11).

Така конструкція штампу дозволяє легко переналагоджувати штамп для штампування різних виковів.

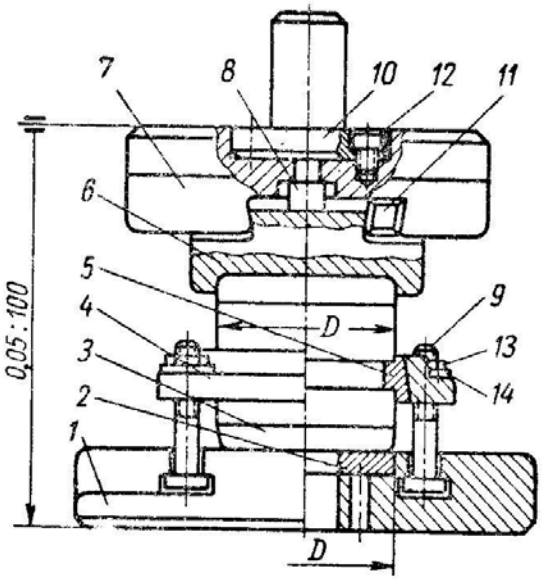


Рис. 9.2. Штамп гвинтового пресу для циліндричних вставок:
1 – плита нижня, 2 – прокладка, 3 – вставка нижня, 4 – обойма, 5 – кільце розрізне, 6 – вставка верхня, 7 – плита верхня, 8 - шпонка, 9 – болт, 10 – хвостовик з фланцем, 11 – клин верхній, 12 – гвинт, 13 – гайка, 14 – шайба.

Нежорстке направлення поковзня гвинтових пресів не дозволяє штампувати у декількох ручаях. Тому штампування, як правило, відбувається в одному ручаї, центр тиску якого співпадає з віссю поковзня і гвинта.

Найчастіше штампують за закритою схемою, при якій половини штампу направляються циліндричним центральним замком.

При відкритому штампуванні використовують блоки з направляючими колонками (рис. 9.3).

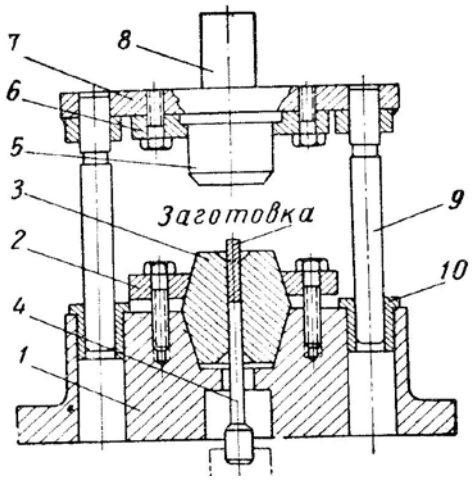
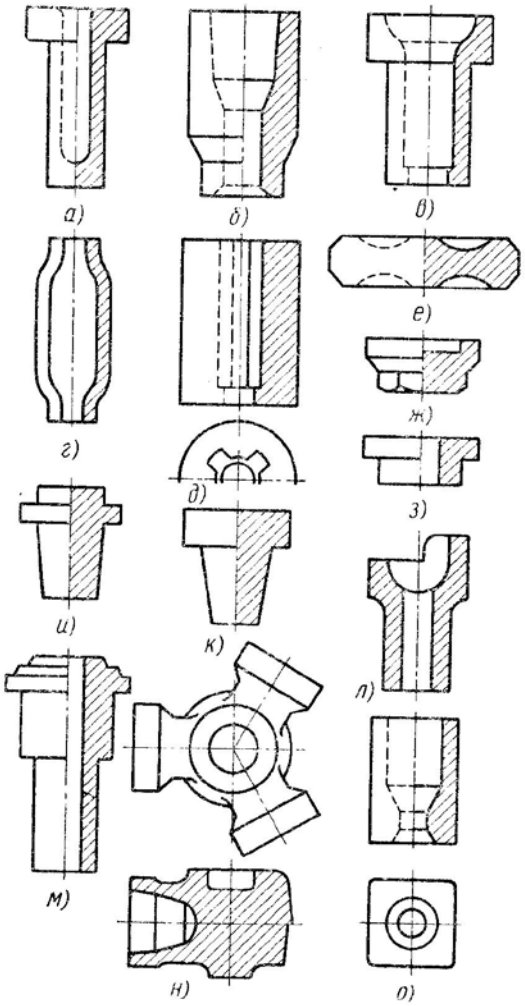


Рис. 9.3. Штамп гвинтового пресу зі змінними робочими деталями:
1 - нижня плита, 2 – притиск матриці, 3 – матриця (змінна), 4 – виштовхувач, 5 – пуансон (змінний), 6 – притиск пуансону, 7 – верхня плита, 8 – хвостовик, 9 – направляюча колонка, 10 – направляюча втулка.

Р о з д і л 10

Особливості штампування на гідравлічних пресах.

Штампують і на спеціалізованих гідравлічних пресах для виготовлення певного виду виковів, наприклад снарядів, і на універсальних. (Найпотужніший у світі універсальний гідравлічний прес зусиллям 75 000 тон виготовлений в Україні на Новокраматорському машинобудівному заводі, місто Краматорськ Донецької області).



Штампують на гідравлічних пресах великогабаритні викови (найчастіше з кольорових сплавів) площею до 2,5 м^2 і довжиною до 8 м.

Основні операції, які виконуються на гідравлічних пресах (рис. 10.1):

- Витискування – пряме і зворотне для формування панелей і напівфабрикатів: кутки, таври, швелери тощо.
- Витягування з потоншенням.
- Гнуття.
- Штампування у закритих і відкритих штампах.

Рис. 10.1. Типи виковів, які штампуються на гідравлічних пресах

Оскільки поковзні гідравлічних пресів мають великі габарити в плані і чутливі до перекосів, то штампування ведеться в одному ручаї, центр тиску якого має співпадати з центром поковзня.

Оскільки швидкість деформування на гідропресах мала

(мм/с), нагрітий метал значно довше контактує зі штампом і в разі штампування чорних металів може значно розігрівати штамп. Щоб запобігти його деформації, передбачають охолодження таких штампів водою: через спеціальні отвори в штампі прокачують холодну воду.

У разі штампування виковів з кольорових сплавів, які мають значно меншу теплоємність і досить вузький допустимий інтервал температур штампування, є небезпека їх швидкого охолодження від контакту зі штампом і виходу за межі температурного інтервалу. В цих випадках штампи підігрівають вбудованими в штамп електропідігрівачами.

Питомий опір деформації при штампуванні може бути настільки високим, що під дією робочих зусиль деякі елементи штампу можуть пружно деформуватися. В цих випадках під час проектування штампу потрібно корегувати форму і розміри елементів ручая з урахуванням можливої пружної деформації штампу.

На рис 10.2 представлено типову схему штампування сопла ракети на чотирьохциліндровому гідравлічному пресі.

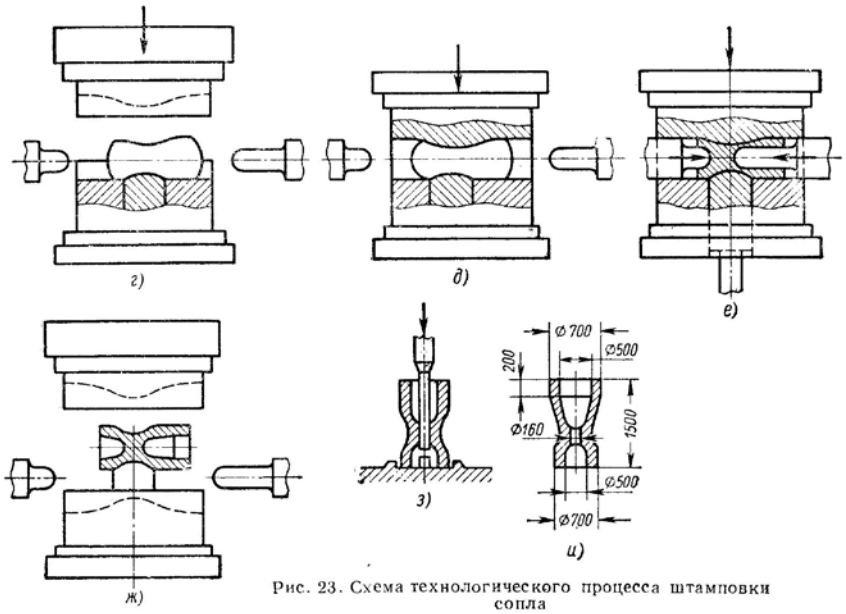


Рис. 10.2. Приклад технологічного процесу кування сопла (вагою 2,5 тони на гідропресі 26 750 тс: вертикальний циліндр 11 000 тс, допоміжний 3 000 тс, два бокових по 6 000 тс, нижній для виштовхування 750 тс)

Р о з д і л 11

В и к і н ч у в а л ь н і о п е р а ц і ї

До викінчувальних операцій відносяться:

- Обрізування облою і пробиття перемичок.
- Очищення виковів від окалини.

- Правлення виковів.
- Калібрування виковів.
- Термооброблення виковів.

11.1. О б р і з у в а н н я о б л о ю .

Облой обрізують в холодному стані найчастіше у дрібносерійному виробництві. Холодним виковом зручніше маніпулювати і немає проблем з узгодженням продуктивності штампувального устаткування і обрізних пресів, які, до того ж, можуть розміщуватись у нижчих приміщеннях.

У великосерійному і масовому виробництві, як правило, застосовують гаряче обрізування облою і пробиття перемичок тому що при цьому значно підвищується загальна продуктивність праці, непотрібні проміжні склади для охолодження і зберігання відштампованих виковів, значно менше транспортних операцій. До того ж у виковах із деяких високолегованих сталей при холодному обрізуванні можуть з'являтися тріщини в зоні обрізаного облою (аналогічно з різанням на пресножицях штанг на заготівки).

Для обрізування облою і пробиття перемичок, а також правлення виковів використовуються спеціалізовані обрізні преси.

11.1.1. З у с и л л я о б р і з у в а н н я .

Зусилля обрізування залежить від матеріалу викову, його температури під час обрізування і площі зрізу: $P = к\ \sigma_{st}\ S_{зр}$, де

$$S_{зр} = П(h + r + \Delta),$$ де

П – периметр викову.
h – товщина облою.
r – радіус заокруглення містка облойної канавки.
Δ - верхній допуск на товщину викову.

Після визначення робочого зусилля вибирають прес.

11.1.2. О б р і з н і ш т а м п и .

Пакет обрізного штампу складається з верхньої і нижньої плити (башмака), які відливаються зі сталі 35Л. У верхній плиті фіксується і кріпиться пуансон – або безпосередньо, або за допомогою пуансонотримача.

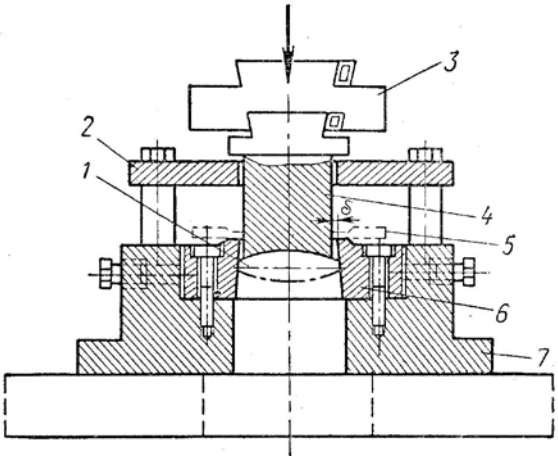


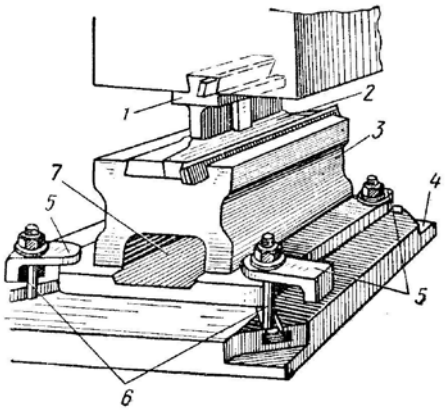
Рис. 11.1. Обрізний штамп з низьким башмаком.
1 – виков, 2 – з'йомник, 3 – пуансонотримач, 4 – пуансон,

5 – зрізаний облой,
6 – матриця, 7 – низький башмак.

Нижня плита (башмак) може бути низьким (рис. 11.1), який використовується у тих випадках, коли габарити викову менше розмірів провального отвору у столі пресу, і обрізаний виков падає крізь нього в тару, що розташована під столом, чи то на транспортер.

Якщо розміри викову більші розмірів провального отвору стола чи то виков має тонкі полотна чи інші елементи, які при падінні в тару можуть деформуватися, використовуються високі башмаки (рис. 11.2), які мають вигрібне вікно, в яке падає обрізаний виков, а потім видаляється чи то вручну чи елементарним пневматичним пристроєм, який вигрібає виков за стіл преса на конвеєр чи то на склиз, по якому виков потрапляє в тару за столом пресу.

зі



стіл

Рис. 11.2. Обрізний штамп зі збірною матрицею і високим башмаком:
1 – пуансон, 2 – збірна матриця, 3 – високий башмак, 4 – стіл пресу,
5 – притиски, 6 – болти притисків, 7 – вигрібне вікно.

У дрібносерійному виробництві використовуються штампи без напрямних колонок і втулок. Пуансон за допомогою пуансонотримача або без нього кріпиться до поковзня (наприклад, за допомогою клина), а матриця, закріплена в нижньому башмаку, виставляється по пуансону із потрібним рівномірним зазором, після чого башмак кріпиться до столу пресу.

У великосерійному і масовому виробництві використовуються обрізні штампи з направляючими колонками і втулками, що забезпечує точність і надійність роботи штампу.

11.1.3. О б р і з н і м а т р и ц і .

Ріжуча крайка матриць має ширину від 6 до 15 мм в залежності від розміру виковів і виступає над рівнем тіла матриці на 8 ÷ 20 мм (рис. 11.3).

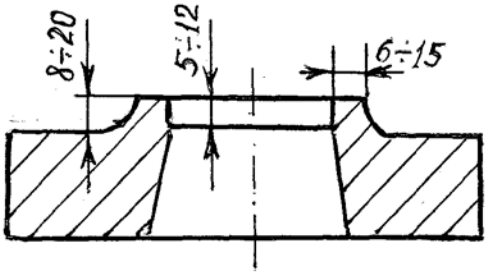


Рис. 11.3. Ріжуча крайка обрізної матриці

Це робиться для того, щоб зменшити обсяг шліфування під час виготовлення матриці і під час

перешліфовування при затупленні ріжучої крайки. Крім того це допомагає рівно укладати виков на матрицю навіть у разі деформації облою (це особливо важливо при холодному обрізуванні).

Ріжуча крайка зсередини має циліндричний поясок шириною 5 ÷ 12 мм для того, щоб під час перешліфовування затуплених крайок робочий розмір матриці не збільшувався би за рахунок ухилу 3º, який має провальний отвір самої матриці (рис. 11.6, б). Діаметр матриці приймають не меншим за два діаметри викову, а товщина вибирається в межах 35 ÷ 50 мм.

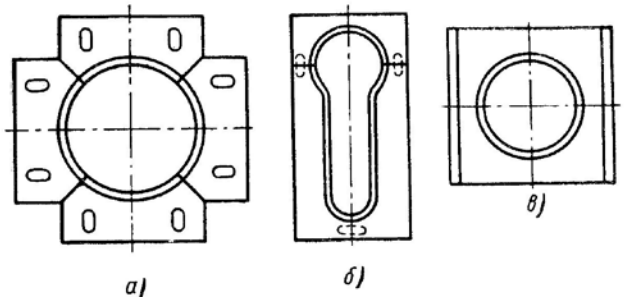


Рис. 11.4. Типи обрізних матриць:
а і б – збірні, в – суцільна.

Обрізні матриці можуть бути суцільними і збірними (рис. 11.4). Для великих виковів матриці виготовляються збірними – щоб зменшити розхід матеріалу і спростити їх виготовлення (рис. 11.3,а).

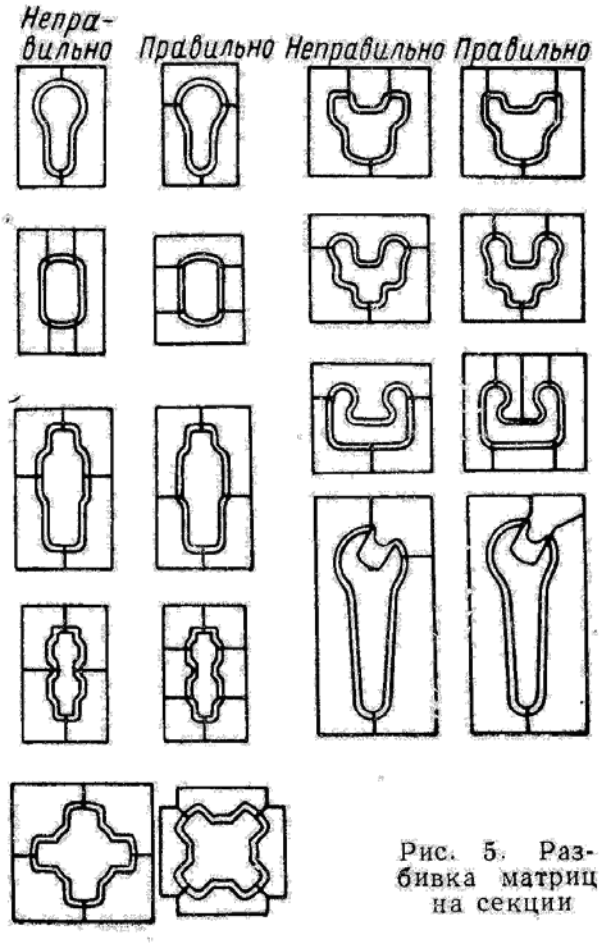


Рис. 11.5. Збірні (секційні) матриці

Збірні матриці роблять також у випадках, коли виков має складну конфігурацію (рис. 11.5).

Під час загартовування суцільної матриці складної конфігурації термічні напруження можуть її здеформувати. Тому її виготовляють із декількох елементарних частин. Під час монтажу (налагоджування) окремі елементи збірної матриці фіксуються один відносно одного штифтами і кріпляться болтами до башмака. Або системою натяжних і віджимних болтів.

Якщо матриця збірна, то циліндричного пояску на ріжучій крайці не виготовляють, а збільшення розміру під час перешліфовування компенсують шліфуванням відповідного роз'єму збірної матриці. Але у цих матриць ухил провального вікна менший: 30' ÷ 1° (рис. 11.6, а).

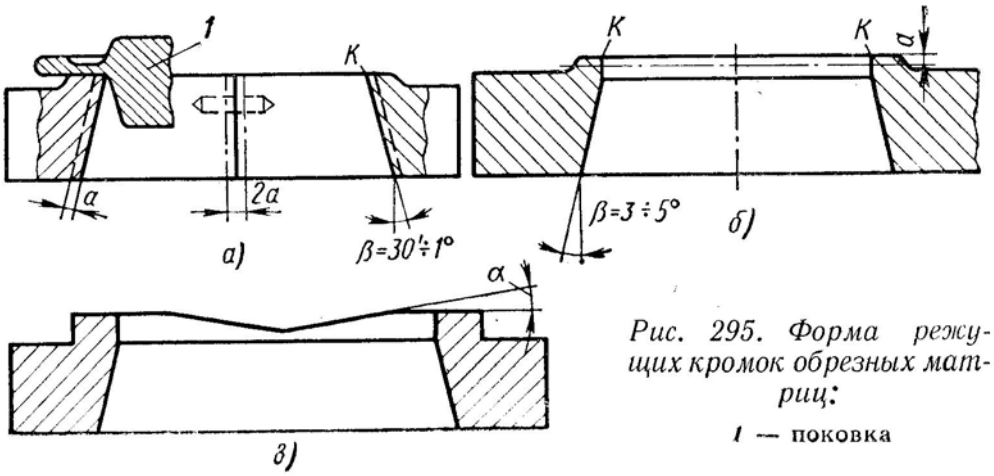


Рис. 11.6. Обрізні матриці:
а – збірна (секційна), б – суцільна, в – зі скошеною ріжучою крайкою.

Якщо виков великих розмірів і відносно простої форми, для того щоб зменшити пік робочого зусилля (велика площа перерізу при малій товщині облою), ріжучі крайки симетрично скошують під кутом альфа 3÷6° (рис. 11.6, в). При цьому аналогічно із різанням косим ножем зменшується пік зусилля і збільшується хід різання (рис. 11.7).

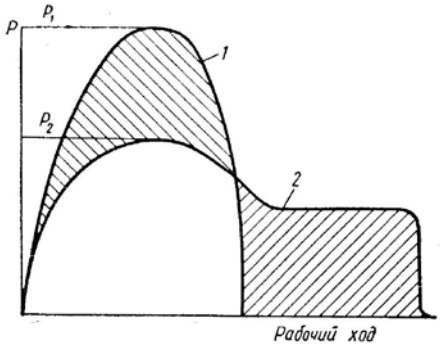


Рис11.7. «P – S» діаграма обрізування на матриці зі звичайним (1) і скошеними крайками (2).

В штампах з напрямними колонками і втулками матриці фіксуються в спеціально розточеному гнізді по посадці і кріпляться стандартними притисками.

Матеріали матриць. Матриці для гарячого обрізування виготовляють зі сталі 7Х3, або 8Х3, 5ХНВ, 5ХНТ. Для холодного обрізування Х12Ф1 або Х12М, У10А.

Щоб продовжити термін використання обрізних матриць ріжучі крайки їх наплавляють сталями 2Х13 і 3Х13.

Матриці для гарячого обрізування виготовляють із сталі 7Х3 (або 8Х3, 5ХНВ, 5ХНТ). Для холодного обрізування – зі сталі Х12Ф1 (Х12М, У10А).

На рис. 11.8 представлені основні способи фіксації і кріплення матриць:

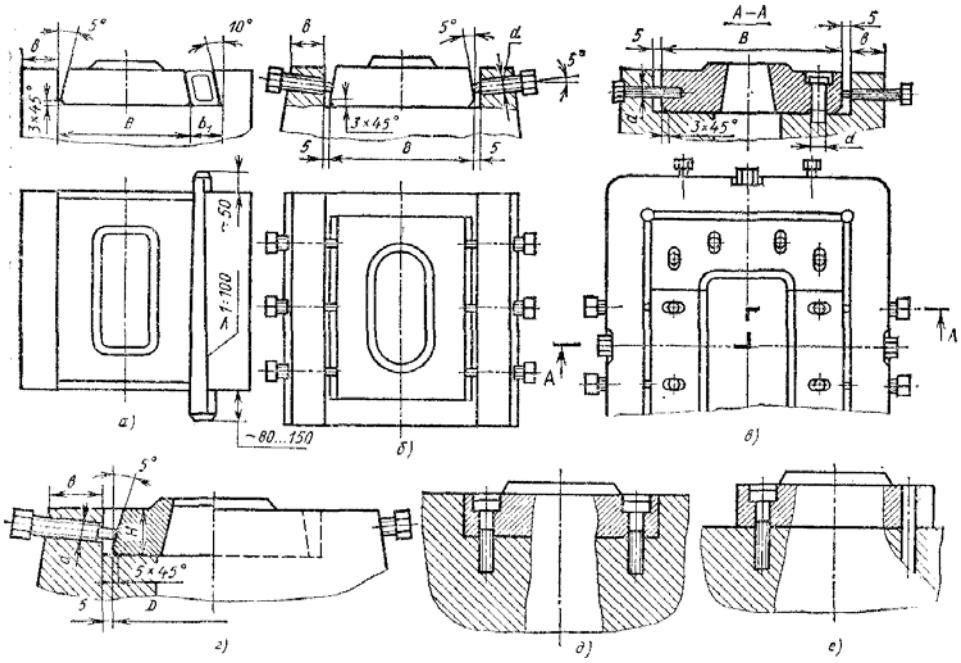


Рис. 11.8. Фіксація і кріплення матриць в башмаках

а – клином, б і г - натискними гвинтами під кутом, в – натискними і відтискними гвинтами (секційна матриця), д – фіксація посадкою, кріплення гвинтами, е – фіксація штифтами, кріплення гвинтами.

1.1.4. П у а н с о н и .

Пуансони обрізних штампів можуть бути штовхаючого типу (рис. 11.9, I-III) і з ріжучими крайками. Штовхаючого типу дешевші, їх простіше виготовляти і налагоджувати. Пуансон з ріжучою крайкою використовують тоді, коли облой розташований на торці викову (рис. 11.9, IУ).

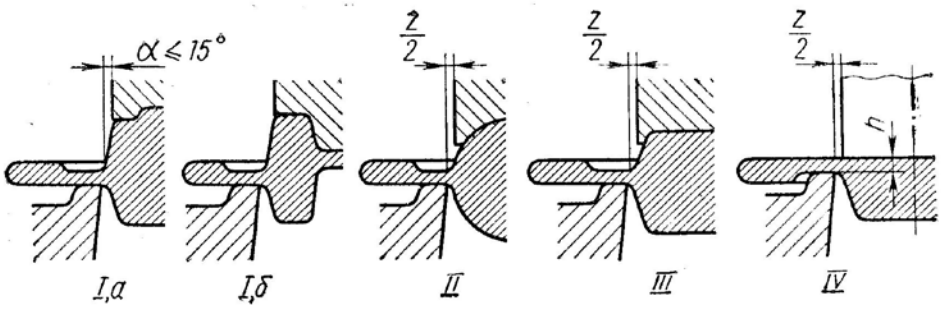


Рис.11.9. Р і з н о в и д и п у а н с о н і в

Якщо нахил бокової поверхні викову менше 15º, то поверхня пуансону виготовляється плоскою (рис. 11.9, I). Якщо нахил її більше 15º, то, щоб запобігти деформації частини викову, який прилягає до облою, під дією сил обрізування, пуансон виготовляють охоплюючим (рис. 11.9, III). При цьому зазор між крайками пуансона і матриці має бути не менше 0,3 мм. Якщо переріз викову круг, пуансон має

прилягати до поверхні викову, то відстань від крайки матриці до пуансона має бути не менше $0{,}2D_{пер}$, де $D_{пер}$ – діаметр перерізу викову (рис. 11.9, II).

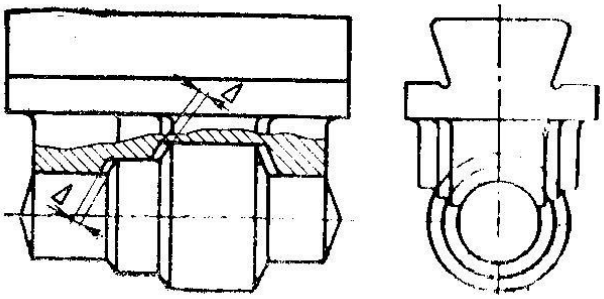


Рис. 11.10. Обрізний пуансон для викову складної форми

Якщо виков першої групи у перерізі - тіло обертання, то в місцях зміни діаметрів передбачають зазори не менші за верхні допуски цих елементів викову для того, щоб під час обрізування викову, відштампованого у зношеному штампі, він не заклинювався би в пуансоні (рис. 11.10).

Якщо зазор між ріжучою крайкою матриці і пуансоном менше 0,5 мм, то штамп має мати напрямні колонки і втулки.

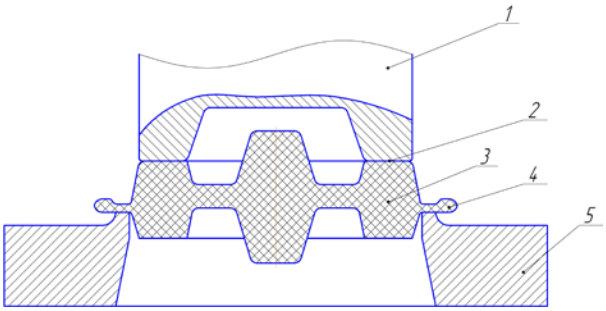


Рис.11.11. Спрощення форми пуансону.

При складній формі торця викову другої групи, торець штовхаючого пуансону не обов'язково повинен прилягати до всієї поверхні, його максимально спрощують (рис. 11.11), але при цьому треба перевірити, чи не замало контактної поверхні і чи не буде під пуансоном зминатися виков:

$$F_п > P_{обр} / |\sigma_{зм}|, \text{ де}$$

$P_{обр}$ – зусилля обрізування облою, $|\sigma_{зм}|$ – допустима напруга зминання матеріалу викову при температурі обрізування.

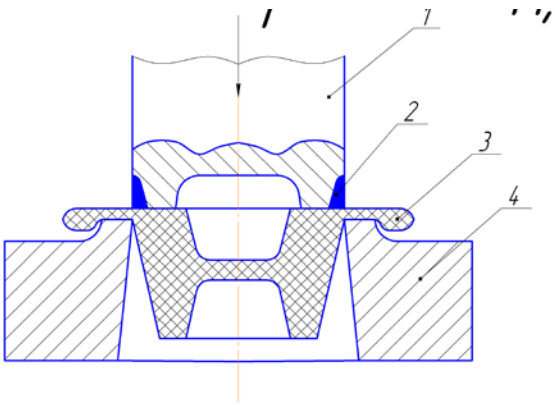


Рис.11.12. Обрізування облою, розташованого на торцю викову

Якщо облой розташований біля торця викову, то і матриця, і пуансон повинні мати ріжучі крайки (рис. 11.12). Зазор між ними: $\Delta = 0{,}1\ h_{обл} > 0{,}2$ мм.

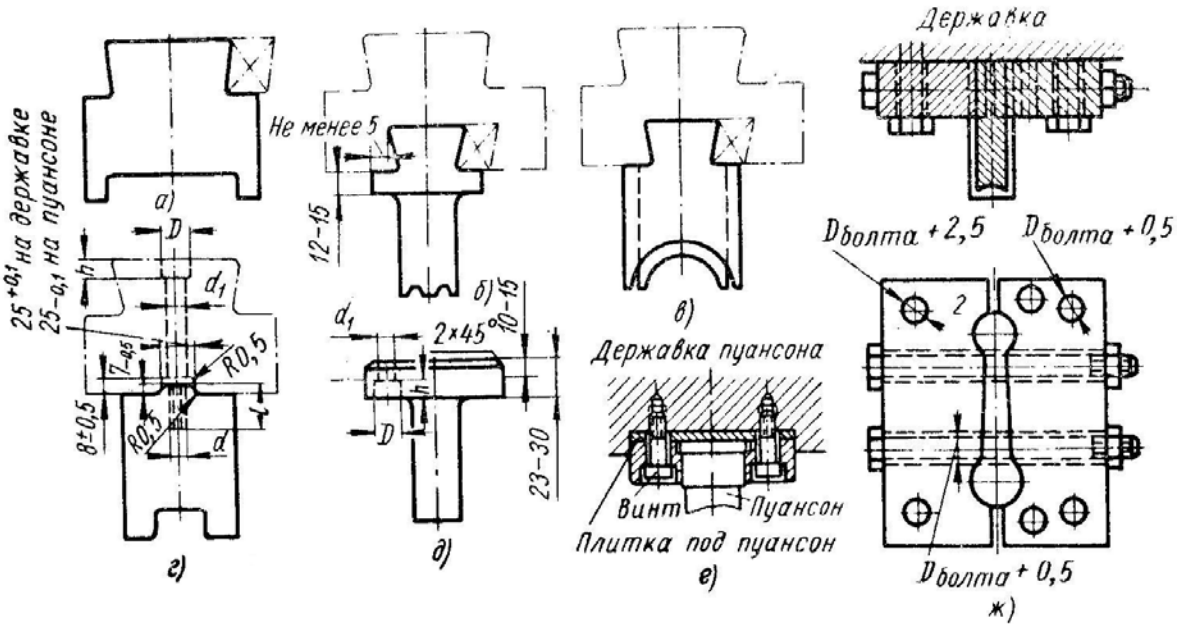


Рис. 11.13. Фіксація і кріплення пуансонів

Фіксуються і кріпляться пуансони так (рис. 11.13):

- Клином (*а, б, в*).
- Гвинтами, фіксація виступом і пазом в пуансонотримачі (*г*).
- Фіксується посадкою і кріпиться притиском (*д*).
- За допомогою пуансонотримача – по посадці в гніздо верхньої плити штампу, кріпиться гвинтами (*е*).
- Пуансони складного профілю без фланців затискуються болтами в роз'ємному пуансонотримачі, а він фіксується двома штифтами і кріпиться чотирма гвинтами до верхньої плити (*ж*).

Матеріали пуансонів для гарячого обрізування штовхаючого типу – сталь 45, пуансони з ріжучими крайками сталь 7Х3. Штовхаючі пуансони для холодного обрізування Х12Ф1. Пуансонотримачі – зі сталі 40Х.

1.1.5. З н і м а ч і .

Якщо торець пуансону опускається нижче крайки матриці, то обрізаний облой може зачепитися, надітися на пуансон. Щоб зняти його передбачають знімачі (рис. 11.14).

Найпростіші знімачі для викові простої і складної форми – пластинчаті з отвором по формі перерізу пуансону, які кріпляться гвинтами на опорних втулках (І).). Але при цьому ускладнюється укладання викову на матрицю. Тому зйомники роблять підпружиненими (ІУ), при робочому ході пластина опускається, при зворотному піднімається за допомогою пружин, робочий простір над матрицею збільшується, укладати виков на матрицю зручніше.

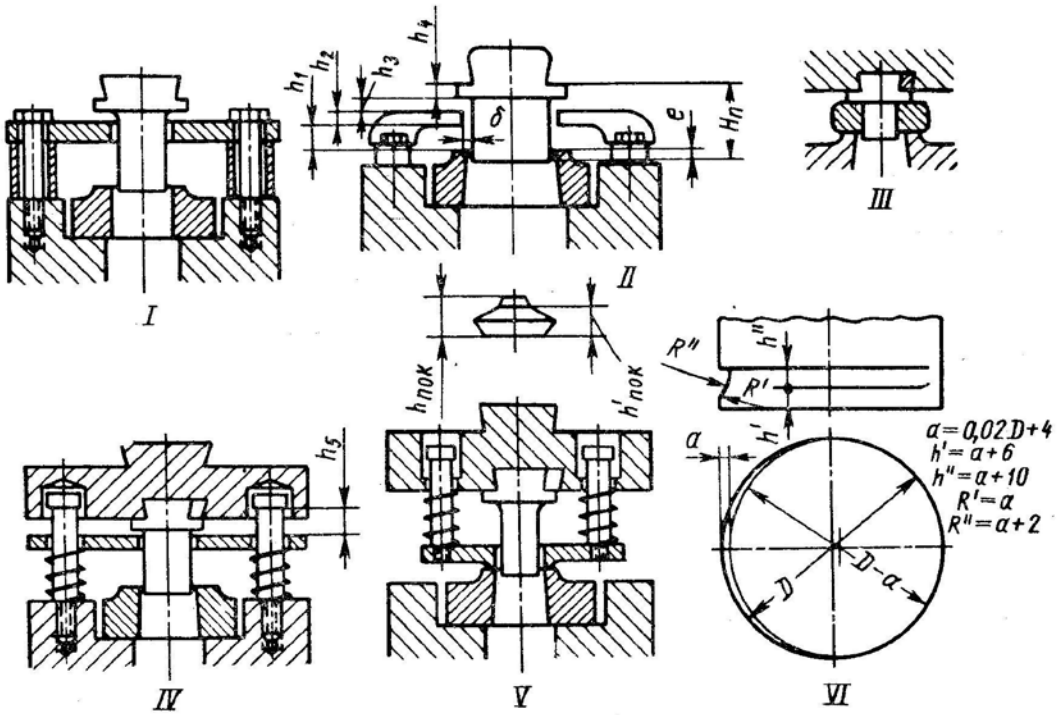


Рис.11.14. Основні типи знімачів

Якщо викови простої конфігурації, облой може зніматися трьома – чотирма скобами (II).

При холодному обрізуванні знімачем може слугувати гумова подушка на пуансоні (III).

Підпружинений зйомник може монтуватися на верхній плиті (У).

На пуансонах круглого перерізу біля нижнього торця роблять ексцентричну проточку з протилежної від коваля сторони (УІ). Коваль кліщами тягне облой на себе, який потрапляє в проточку і легко знімається з пуансона.

11.2. Пробивання перемичок.

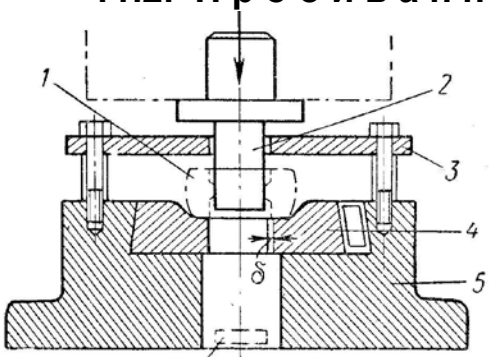
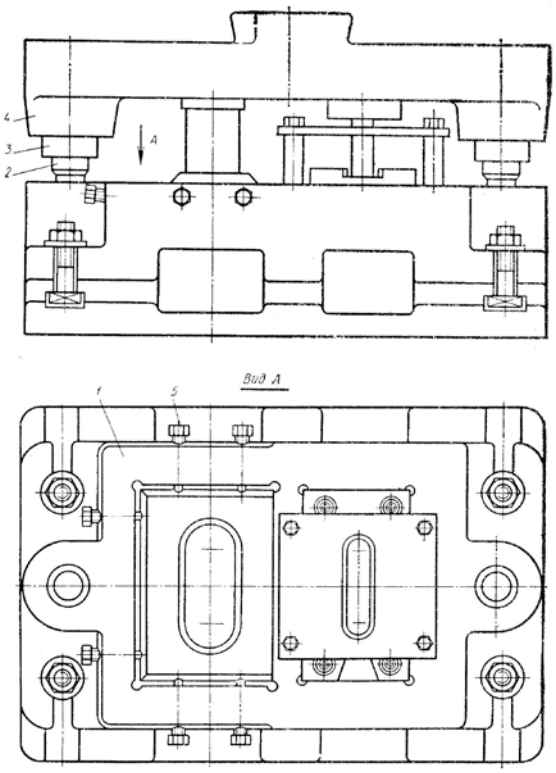


Рис. 11.15. Штамп для пробивання перемичок:
1 – виков, 2 – пуансон, 3 – знімач на втулках, 4 – матриця, 5 – низький башмак, 6 – вирубана перемичка.

Штампи для пробиття перемичок нагадують обрізні. Матриця, яка закріплюється в низькому башмаку, виконує роль фіксатора, в якому розміщують виков. Пуансон має ріжучі крайки, які і вирізують (пробивають) перемичку (рис. 11.15).

Щоб зменшити обсяг механічної обробки під час виготовлення пуансонів значного діаметра в їх центральній частині роблять заглиблення, яке не шліфується.

11.3. Штампи для обрізування облою і пробиття перемичок.



Ці штампи можуть бути простої дії, в яких виконується тільки обрізування облою або пробивається перемичка.

В штампах послідовної дії (рис. 11.16) обрізування облою і пробивання перемички виконується послідовно на двох різних позиціях за два робочі ходи.

Рис.11.16. Штамп послідовної дії

На рис.11.17 представлений нормалізований штамп суміщеної дії. Виков (7) укладають на матрицю (3), пуансон штовхаючого типу (2) продавлює його крізь матрицю, яка обрізує облой (він лишається на матриці). Виков переміщується вниз на жорстко закріплений і зафіксований прошивач (6), який і пробиває (вирубує) перемичку. Пуансон піднімається вверх, а виков з прошивача знімається спеціальним знімачем, закріпленим на коромислі (5), яке піднімається тягами (1).

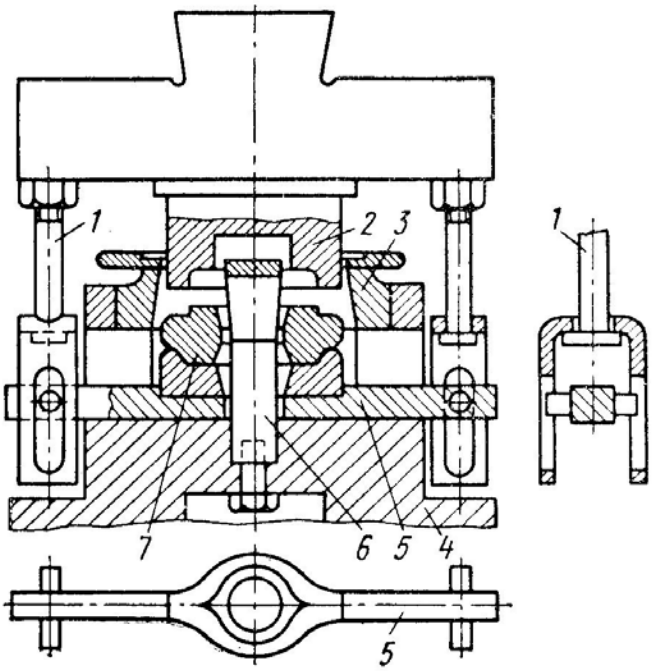


Рис.11.17. Штамп суміщеної дії:
1 – тяги, 2 – обрізний пуансон, 3 – обрізна матриця, 4 – нижня плита штампу (башмак),
5 – коромисло знімача, 6 – пробивний пуансон, 7 – виков.

Знімач виготовляють із сталі 40Х.

В серійному і масовому виробництві найчастіше використовують штампи

суміщеної дії, в яких на одній позиції (з одної установки) за один робочий хід обрізується облой і пробивається перемичка, але не одночасно, а послідовно (частіше – спочатку обрізується облой, а потім пробивається перемичка (рис. 11.17).

12.3.1. Розрахунок висоти пуансонів.

Висота пуансона обрізного штампа визначається в залежності від закритої висоти преса, на якому буде встановлено штамп, товщини башмака (від підошви до матриці і товщини верхньої плити до опорної площини пуансона. Висота пуансона має бути такою, щоб виков було проштовхнуто за циліндричний поясок матриці і він впав би у провальний отвір матриці (рис. 11.18).

11,17

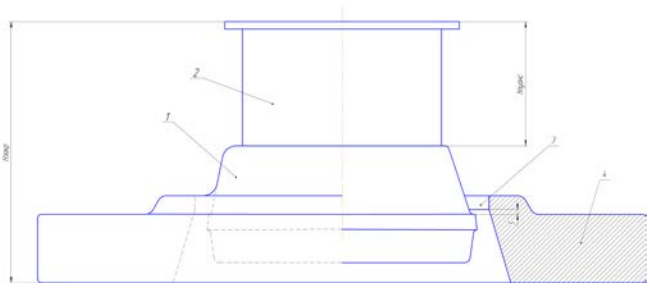


Рис. 11.18. Схема розрахунку висоти пуансону обрізного штампу простої дії.

Висота пуансону штампів суміщеної дії має забезпечувати обрізування облою і пробиття перемички. Для розрахунку креслять штамп із виковом у крайньому нижньому положенні пуансону.

На рис. 11.19 (*а, б*, і *в* – три положення викову: на початку процесу, після обрізування облою і після пробиття перемички – крайнє нижнє положення) представлена нормалізована схема штампу суміщеної дії, на якому за один робочий хід спочатку обрізується облой (2) – виков (4), покладений на матрицю (3), проштовхується пуансоном (1), облой (2) лишається на матриці, а виков опускається і «одягається» на прошивач (5), під дією штовхаючого пуансона (1) виков опускається ще нижче, перемичка пробивається прошивачем (5).

Під час зворотного ходу під дією механізму виштовхування виштовхувач (6) піднімає виков, знімає його з прошивача (5) і виштовхує його крізь матрицю (3). Робочий кліщами знімає виков зі штампа.

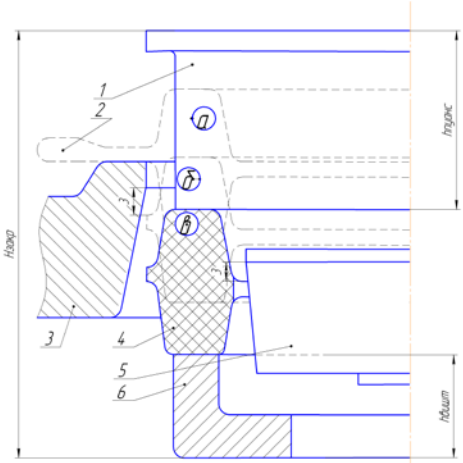


Рис. 11.19. Схема розрахунку висоти пуансона штампу суміщеної дії.

Для розрахунку потрібної висоти пуансона і виштовхувача креслиться крайнє нижнє положення викову

(позиція *«в»)* і замірюються розміри пуансона і виштовхувала.

11.4. П р а в л е н н я.

Відштамповані викови, які мають тонкі полотна чи інші елементи, які під час видалення зі штампа, обрізування облою, пробивання перемички, транспортування, охолодження чи галтування (очищення від окалини), можуть деформуватися, підлягають правленню.

Як правило, деформується не весь виков, а окремі його елементи.

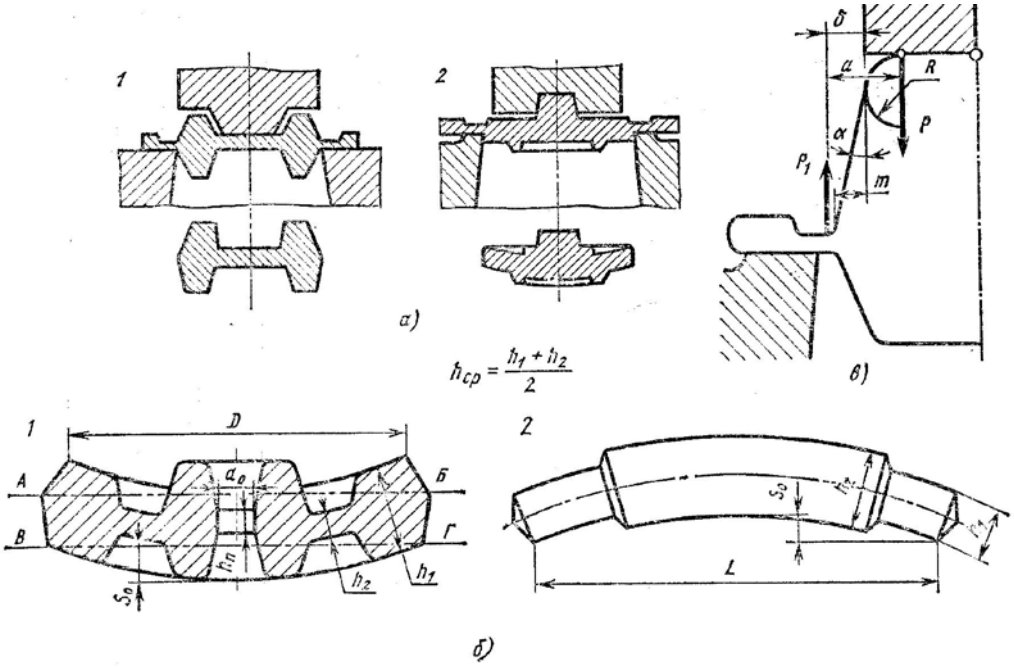


Рис. 11.20. Можливі викривлення виковів під час обрізування облою
і пробивання перемичок

Якщо ці деформації у межах допуску на розмір, то виков вважається не зігнутим, якщо перевищують допуск, то такі викови підлягають правленню.

Правлення буває холодне і гаряче.

11.4.1. Г а р я ч е п р а в л е н н я використовується для великих виковів з високовуглецевих і легованих сталей. Його виконують на обрізних пресах одночасно з обрізуванням облою і пробиванням перемичок у штампах послідовної чи то суміщеної дії.

Правлення може виконуватись і на молотах, і на КГШП, але це недоцільно, бо це машини дорогі і, як правило, завантажені, до того ж правлення не вимагає високих робочих зусиль. Гаряче правлення не виключає холодного правлення.

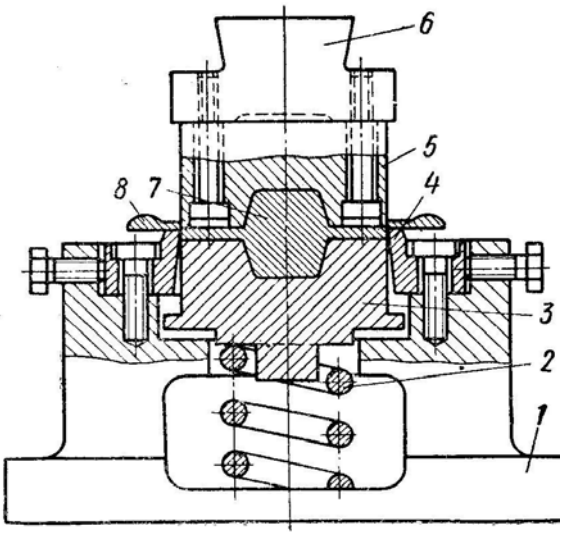
11.4.2. Х о л о д н е п р а в л е н н я застосовується для середніх і дрібних виковів після термообробки і очищення від окалини. Найчастіше його виконують на гвинтових пресах і на гідравлічних правильних пресах (найчастіше на них правлять вали різних розмірів).

11.4.3. Ш т а м п и д л я п р а в л е н н я .

Виконуються за кресленнями холодного чи гарячого виковів. Конфігурація ручаїв спрощена таким чином, щоб деформація локалізувалася саме в тих місцях викову, де змінена його форма. Радіуси заокруглення збільшені на 2 мм.

Під час правлення на молоті і гвинтовому пресі можливе співударяння верхньої і нижньої половин штампу. При правленні на КГШП зазор між половинами штампу має бути 0,5 ÷ 1 мм.

Для зручності укладання і видалення заготівок ручаї виготовляють відкритими з торців. Штампи, як правило, одноручаєві.



Зусилля при холодному правленні складає 1/2 ÷ 1/4 робочого зусилля штампування.

Рис.11.21. Штамп суміщеної дії для обрізування облою і правлення:
1 – нижній башмак, 2 – пружина матриці для правлення, 3 – матриця для правлення, 4 – обрізна матриця, 5 – пуансон, 6 – пуансонотримач, 7 – виков,
8 – обрізаний облой.

На рис. 11.21 представлений типовий штамп суміщеної дії для обрізування облою і правлення за один робочий хід.

11.5. К а л і б р у в а н н я .

Застосовується для:

- Підвищення точності форми і розмірів викову.
- Підвищення класу чистоти обробки.
- Зменшення обсягу подальшої механічної обробки.

Т о ч н і с т ь звичайного калібрування ± 0,1 до ± 0,25. Підвищена точність: ± 0,05… ± 0,15. Подвійне калібрування: ± 0,025. Точність залежить від:

- припуску до калібрування, тому іноді сортирують за величиною припуску;
- жорсткості конструкції штампу;
- тертя. Для його зменшення змащують технічним вазеліном, милом, парафіном, машинним маслом.

Ч и с т о т а поверхні – шорсткість від Ra 1,25 до 0,63.

С т у п і н ь д е ф о р м а ц і ї 1% - 5% (до 10%).

Калібрування є об′ємне, криволінійне, плоске.

Виконується калібрування на кривошипно-колінних (чеканочних) пресах, іноді на гвинтових пресах.

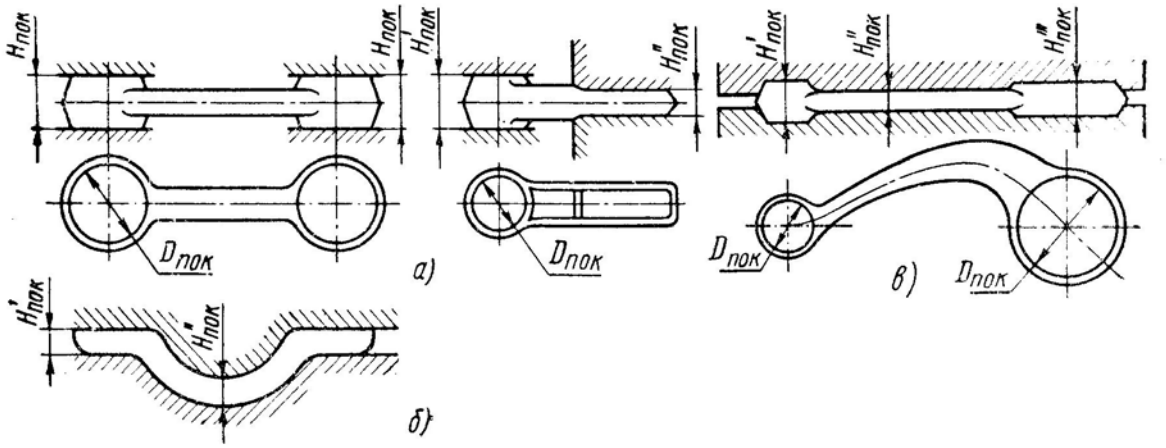


Рис. 11.22. Схеми плоского (а), криволінійного (б) і об'ємного калібрування (в)

11.5.1. О б ′ є м н е к а л і б р у в а н н я.

Гаряче об′ємне калібрування виконується після штампування і обрізування облою. При цьому передбачений технологією надлишковий об′єм металу (припуск на калібрування) витискується з порожнини ручая у спеціально передбачений зазор між половинами штампу, який утворює невеличкий облой чи завусень (рис. 11.22, *в,* 11.23*, зліва)*. Цей облой обрізується на обрізному пресі, як правило, у холодному стані.

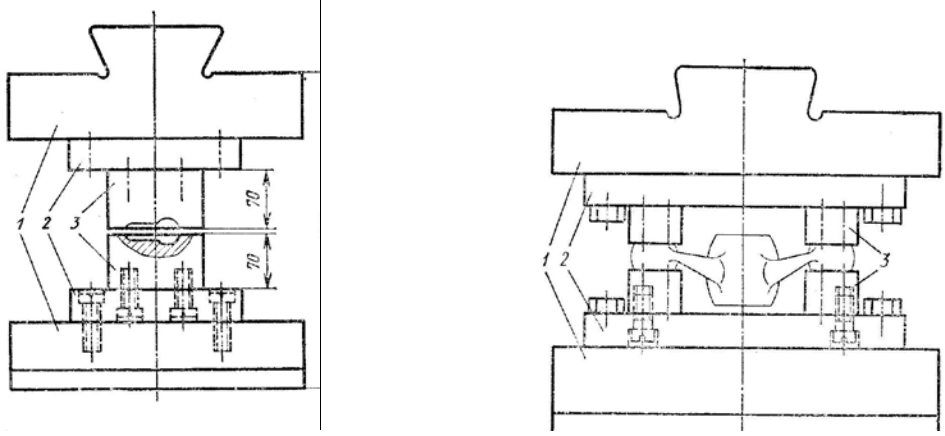


Рис.11.23. Штампи для об’ємного (зліва) і плоского (справа) калібрування: 1 – верхні і нижні плити, 2 – пуансонотримачі, 3 – пуансони.

Об′ємне калібрування найчастіше виконується в технологічній лінії: піч – прес чи молот – обрізний прес – прес для калібрування.

При об′ємному калібруванні схема напруженого стану (всебічне стискання) дуже жорстка, опір деформації високий, потрібно високе робоче зусилля, невеликий робочий хід поковзня

і підвищена жорсткість рами пресу, що і забезпечують кривошипно-колінні преси.

11.5.2. К р и в о л і н і й н е к а л і б р у в а н н я (рис.11.22, *б*). Застосовується у тих випадках, коли деталь має складний (часто лекальний) профіль і подальша механічна обробка його ускладнена. Аналогічно об′ємному калібруванню передбачають припуск на калібрування, під час деформації він витискується у відкритий роз′єм штампу, а потім ці торці фрезеруються.

11.5.3. П л о с к е к а л і б р у в а н н я . Застосовується найчастіше для калібрування плоско-паралельних поверхонь. Метал припуску витискується в боки (рис. 11.24).

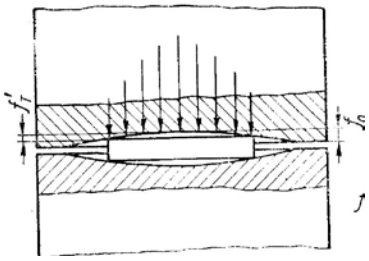


Рис.11.24. Плоске калібрування.

Оскільки схема напруженого стану в центрі викову і на його краю відрізняються, опір деформації в центрі найвищий, то деформація викову в центральній зоні найменша.

При співвідношенні діаметра викову, який калібрують, до висоти більше 4 (D/H > 4) епюра нормальних напруг на торці має куполоподібну форму (рис. 11.24), тому штамп більше пружно деформується в центрі, що і призводить до утворення меніску. При калібруванні більш високих виковів (D/H < 2) величина меніска зменшується.

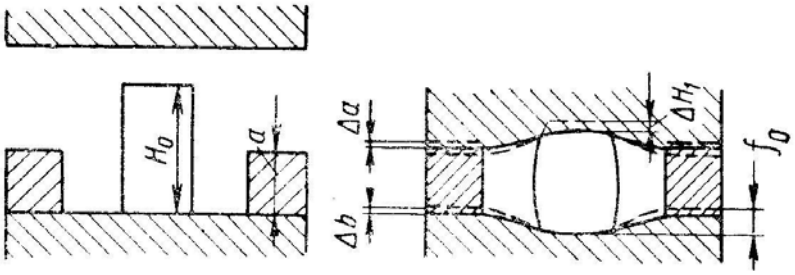


Рис 11.25. Плоске калібрування до жорсткого упору

Зменшити меніск можна двома способами. Якщо в деталі передбачено отвір по центру, то на його місці передбачається заглиблення. При цьому епюра опору деформації в центрі має не максимум, а нуль і деформація стає практично рівномірною по всьому об′єму.

Якщо отвір в деталі не передбачений, то щоб уникнути меніску виков калібрують до жорстких упорів (рис. 11.25). З боків

викову, який калібрують, встановлюють жорсткі упори, розмір яких відповідає розміру калібрування. У крайній нижній точці деформуються всі елементи, через це рівномірно деформується і штамп.

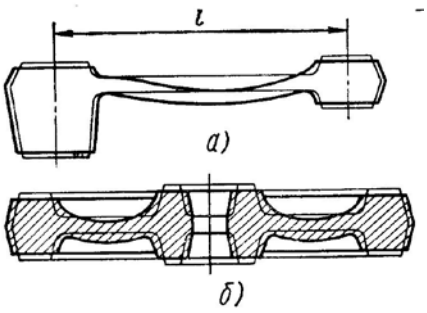


Рис.11.26. Можливий брак калібрування виковів із тонким стержнем(а) чи полотном (б)

Під час плоского калібрування виковів з двома головками (а) або виковів з тонкими полотнами (б) можливий вигин стержневої частини і тонкого полотна (рис. 11.26). В таких випадках калібрують окремо кожну головку, ступицю і вінець шестерні окремо.

11.6. Термообробка.

Усі викови після штампування підлягають термообробці для:

- зняття залишкових напружень;
- вирівнюванню структури;
- виправлення перегріву;
- покращення оброблюваності виковів.

Для виковів з чорних металів (сплавів заліза) застосовують такі види термообробки:

- відпалювання (великі викови);
- нормалізація;
- нормалізація та відпуск;
- покращення: загартовування та високий відпуск.

Для алюмінієвих сплавів застосовується загартовування і старіння.

Для магнієвих сплавів – відпалювання, загартовування і старіння.

Для сплавів титану – відпалювання і гомогенізація.

Враховуючи подорожчання енергоносіїв, перспективно використовувати для термообробки тепло відштампованих виковів, тобто викови зразу після штампування мають направлятися на термообробку. Особливо це стосується крупносерійного і масового виробництва.

11.7. Очищення від окалини.

Окалина утворюється на металі під час нагрівання, штампування, охолодження і термообробки.

Окалину потрібно обов′язково видаляти з поверхні виковів для того, щоб:

- їх можна було фарбувати;

- виявляти брак по вминанню і затиски;
- зменшити зношення ріжучого інструменту, оскільки окалина дуже тверда, це абразив.

11.7.1. Т р а в л е н н я . Раніше (а зараз тільки зрідка для одиничних відповідальних та експериментальних виковів) для очищення виковів від окалини використовувалось травлення. Викови на певний час опускалися у ванни із сірчаною (H_2SO_4) і соляною (HCl) кислотою із невеликим додаванням азотної (HNO_3).

Кислоти взаємодіяли із залізом: при реакції із сірчаною кислотою виділявся водень і відривав окалину від викову, соляна кислота частково розчинювала окалину. Після цього викови інтенсивно обмивалися водою із розчиненими лугами для нейтралізації кислот.

Цей спосіб дозволяв не тільки видаляти окалину з поверхні виковів, але й виявляти затиски (вони протравлювались, їх було видно). Але спосіб мав важкі санітарні умови, страждала екологія. Тому сьогодні у серійному виробництві цей спосіб не застосовується.

11.7.2. Д р і б о с т р у м и н н е о ч и щ е н н я .

Металевий дріб діаметром 0,8 ÷ 2 мм механічно чи пневматикою розганяється до швидкості 30 ÷ 80 м/с і збиває окалину з викову. Є два варіанти очищення: в камерах періодичної дії (рис. 11.27, б) і в камерах безперервної дії.

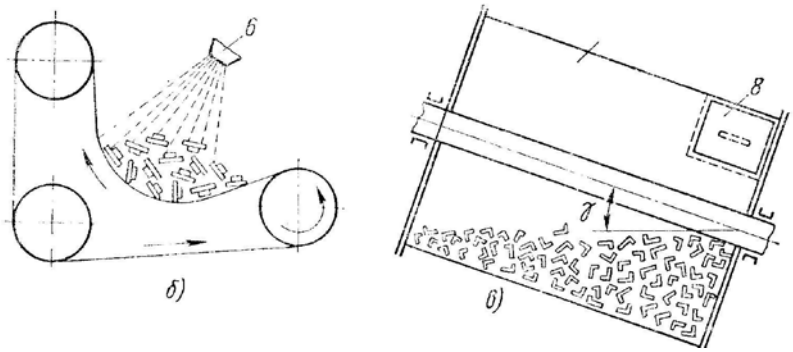


Рис. 11.27. Схеми камери періодичної дії (б) і галтування (в).

Викови масою до 50 кг завантажують у камеру на пластинчатий транспортер (рис. 11.27, б). Під час його руху викови повертаються різними боками під струмінь дробу з дрібоструминних головок (рис. 11.28), який збиває з них окалину. І дріб, і окалина просипаються між пластинами транспортеру. Потім вони сепаруються (відділяються) і дріб використовується ще кілька разів аж поки не розіб'ється у попіл. Розхід дробу 2,5 ÷ 3,5 кг/тону виковів. В камеру завантажується до 500 кг виковів. Продуктивність таких камер 1,5 ÷ 3 тони на годину.

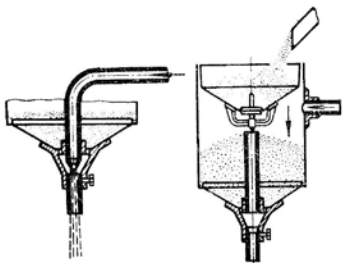


Рис. 11.28. Пневматичні дрібоструминні головки

Дріб частково нагартовує поверхню викову, збільшуючи твердість до 40% на глибину 0,3 – 0,5 мм.

В камерах безперервної дії найчастіше очищуються великогабаритні викови (полуосі, колінчасті вали тощо), які підвішують до спеціального транспортеру, який переміщує викови у камеру, при цьому обертаючи їх навколо осі, де під струменем дробу збивається окалина. По виходу з камери викови знімаються з транспортера. Продуктивність таких камер 2 ÷ 15 тон на годину.

11.7.3. Очищення в барабанах (галтування).

Викови масою до 40 кг, які не мають тонких ребер, полотен і малих отворів очищують від окалини в барабанах (рис. 11.27, в). Виковами завантажується приблизно третина об′єму барабана. Під час його обертання навколо осі викови пересипаються, ударяються один об одного і таким чином збивають окалину. Для інтенсифікації процесу разом з виковами завантажують литі чавунні зірочки і тирсу (щоб не дуже пилило). Іноді пил від окалини відсмоктують з барабана через отвори у цапфах. Поверхня виковів очищується до R_z 40.

Окрім сухого очищення застосовують ще і мокре. До виковів додають шматки граніту, битого фарфору, сталеві кульки, литі чавунні зірочки, додається мильна або лужна емульсія. При цьому зовсім немає пилу, очищення йде інтенсивніше, зрівнюються мікро нерівності на поверхні до шорсткості R_a 0,63.

Суттєвим недоліком очищення в барабанах є досить високий рівень шуму, якого і так вистачає в кузні. А шум руйнує здоров′я.

12.7.4. Віброабразивне очищення.

Викови завантажуються в U – образні контейнери, які завдяки спареним в протифазі двом дебалансним вібраторам мають вертикальні коливання з частотою 25 гц і амплітудою 1 ÷ 6 мм. Окрім виковів в контейнер додаються биті абразивні круги, фарфорова крошка, чавунні зірочки, штамповані зірочки тощо.

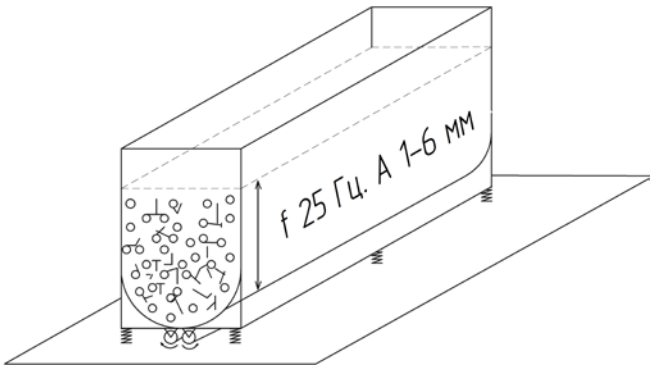


Рис. 11.29. Установка для віброабразійного очищення

Очищення може бути сухим і мокрим. При мокрому додається лужний розчин з інгібітором – нітратом натрію. За одне коливання контейнера відбувається біля 50 торкань викову з очищуючими елементами.

Якщо додавати м′які наповнювачі (керамічні плитки, обрізки шкіри тощо) , то чистота поверхні підвищується аж до аналогії зі шліфуванням і навіть поліруванням.

Розділ 12.

Штампи, їх стійкість і експлуатація

12.1. Вимоги до штампової сталі.

- Висока зносостійкість при високій температурі, а саме: висока температура відпуску, високий опір деформації, високий опір розгару, високий опір стиранню. Розгар – утворення сітки дрібних тріщин, з появою яких різко збільшується інтенсивність стирання.
- Хороша оброблюваність.
- Невисока вартість.

Заготівки з штампової сталі, як правило, ковані.

12.2. Особливості експлуатації.

Перед роботою штампи обов′язково підігрівають. Молотові штампові сталі типу 5ХГМ, 5ХНМ, 5ХВГ, 5ХНТ, 5ХНВ, 5ХНСВ підігрівають до 200º ÷ 400 ºС.

Штампи зі сталей 3Х2В8Ф, 4Х2В5ФМ, 4Х5В2ФС підігрівають до 500 ºС.

Штампи ГКМ, як і молотові, і КГШП підігрівають протягом 1 ÷ 1,5 години. Штампи гідравлічних пресів гріють 6 ÷ 8 годин. Якщо взимку штампи ввезені з холоду, їх треба витримати 4 ÷ 5 годин при температурі цеху і тільки потім підігрівати.

Підігрівають штампи спеціальними переносними газовими горілками так, щоб полум’я було на відстані 50 мм від поверхні штампу. Індукційними нагрівачами гріють менше часу – пів години.

Якщо в роботі штампу перерва більше години – треба знову підігрівати. Температуру штампів контролюють термопарами.

При інтенсивній роботі штампи КГШП можуть перегріватися і інтенсивніше зношуватись. Щоб запобігти цьому штамп КГШП комплектують двома вставками чистового ручая і штампують в них по черзі. У решті випадків штампи охолоджують: обдувом повітрям, емульсійною сумішшю, мастилами.

Найефективніше – внутрішнє охолодження штампів (в штампах передбачені спеціальні канали, по яким подається вода), при цьому не міняється вектор теплопотоку, що дозволяє майже вдвічі збільшити стійкість штампів.

12.3. Види зношування штампів.

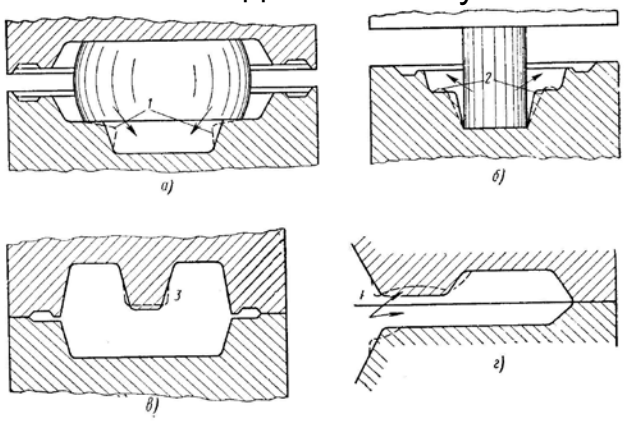


Рис.12.1. Зони інтенсивного зношування штампів.

1. Деформаційне (рис. 12.1). Усі кути порожнини ручая розігріваються і під дією сил тертя потроху деформуються у напрямку переміщення метала викову (а і б).

Найбільше деформуються в штампах знаки і облойна канавка (в,г), оскільки на них деформуються найтонші шари металу, а значить опір деформації найвищий, метал викову інтенсивно переміщується і деформує крайки знаків і місток облойної канавки. До того ж знаки з трьох сторін оточені нагрітим металом, їх температура найвища, опір деформації знаків низький, тому вони найбільше й деформуються (крайки «зализуються).

1. Розгар – це поява сітки дрібних мікротріщин пропорційно кількості змін напрямку теплових потоків, зони стискання – розтягування міняються, метал «втомлюється» і дає тріщини.
2. Стирання – відрив мікрочасток штампу. З появою розгару стирання значно інтенсифікується .
3. Налипання. Зварюється метал викову з неокисленими частинами стертої поверхні штампу.

Інтенсивність зношування зменшується застосуванням мастил.

12.4. Мастила.

Вимоги до мастил, які застосовуються при куванні і штампуванні:

- Не горіти, не бути токсичними.
- Хімічно не реагувати з металом штампу і викову.
- Зручно наноситись.
- Бути гігієнічними.
- Бути недорогими.

Найчастіше у якості мастил використовують водяні суспензії колоїдного графіту (аквадаг) АГ-1, В-1, в яких 18 ÷ 25% графіту.
Розчин сульфітно-спиртової барди з додаванням графіту, бури, лугів.
Поварена сіль з додаванням CaCl і BaCl.
Мазут з графітом (ойлдаг).

Мастила наносяться пульверизатором на поверхню розігрітого штампу, вода випаровується і графіт покриває поверхню штампу тонким шаром. Можна штампувати 0,5 ÷ 2 години не змащуючи.

Хорошим мастилом є дисульфід молібдену, але він не дешевий. Детально мастила будуть розглянуті в окремому курсі.

Вартість штампів у собівартості продукції складає від 6 до 25%.

Для підвищення стійкості штампів застосовують хіміко-термічну обробку робочих поверхонь. Застосовують поновлення штампів, наплавленням найбільш зношуваних частин.

12.5. Чистота обробки штампів.

Неробочі поверхні молотових штампів 5 ÷ 10.

Неробочі поверхні штампів КГШП – 0,32. Робочі поверхні – 0,02 ÷ 0,04

Точність виготовлення штампів: чистові ручаї – 3, 3а, 4 клас, чорнові – 4, 5 клас.

12.6. Стійкість штампів оцінюється кількістю виковів, знятих (відштампованих на цьому штампі) до його ремонту або заміни.

Стійкість штампів, в яких штампуються складні і масивні викови на молотах, від 3 до 8 тисяч. Що простіші викови, то стійкість штампів більша.

Стійкість ручаєвих вставок КГШП: при штампуванні складних кронштейнів – 13 тис, шестерен – 22 тис, хрестовин – 43 тис.

При штампуванні на ГКМ стійкість пуансонів – від 3 до 12 тисяч, матриць від 3 до 8 тисяч, зажимних вставок – 20÷30 тисяч.

Розділ 13

Контроль якості штампованих виковів

13.1. Різновиди браку.

Є кілька причин появи бракованих виковів.

- Від вихідного матеріалу (рис. 13.1).
  Риски, подряпини глибиною 0,2 ÷ 0,5 мм (а), волосовини – розкатування газових порожнин глибиною 0,5 ÷ 1,5 мм (б), закати глибиною до 0,5мм (в), плен**и** – розкатані захоловші бризки сталі товщиною до 1,5 мм (г), розшарування виявляються у місці обрізування облою, іноді це розкатування усадочної раковини (д), шлакові включння (е) флокени (ж).

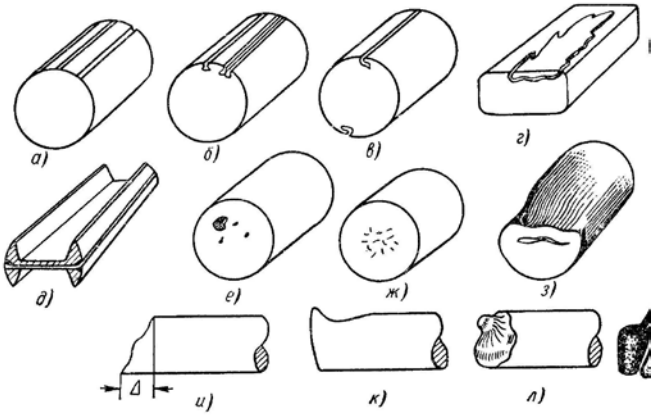


Рис. 13.1. Види браку вихідного матеріалу

- Від розробки.

торцеві тріщини у твердих сталей і великих діаметрів,які можуть з′явитися за 2 – 6

годин після різання (з), косий зріз (и), завусень через завеликий зазор між ножами (к), скол з виривом через замалий зазор (л).

- Під час нагрівання.

Недогрів, перегрів, перепал, окалина, зневуглецьовування.

- Під час штампування.

Вм′ятини, забоїни, незаповнення фігури ручая (кути, ребра, виступи), недоштампування (більша висота), утяжини і затиски (рис. 6.4), сліди від виштовхувачів, кривизна (деформування під час обрізування облою і пробиття перемички).

При штампуванні витискуванням: пресутяжина, простріл, скол (рис. 6.14).

- Під час термообробки. Підвищена або недостатня твердість, загартувальні тріщини.
- Під час очищення: залишки окалини, забоїни і вм’ятини.

13.2. Контроль виковів

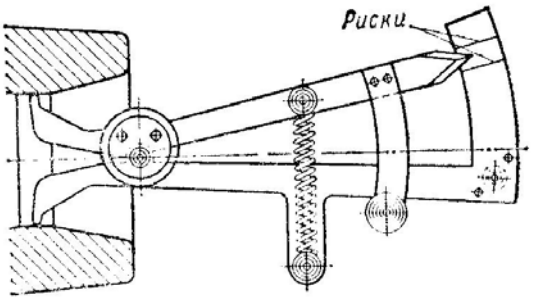


Рис. 13.2. Контроль кронциркулем.

Контроль розмірів виконується універсальними інструментами – штангенциркулями, кронциркулями, індикаторами (рис. 13.2).

При серійному і масовому виробництві для контролю виготовляються спеціальні скоби, шаблони, пробки (рис. 13.3).

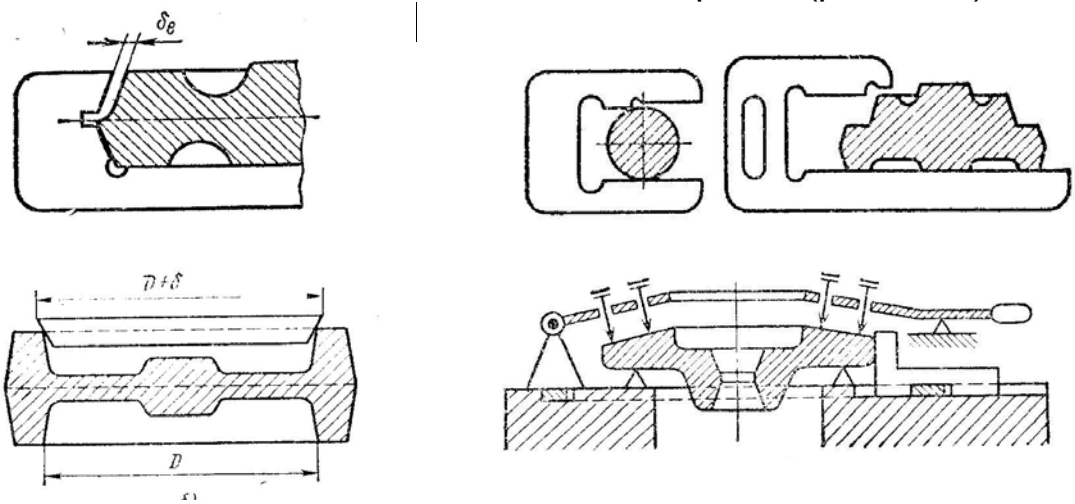


Рис. 13.3. Контроль спеціальним інструментом.

Паралельність і площинність контролюються у спеціальному пристрої з індикаторами (рис. 13.3, справа внизу).

К о н т р о л ь х і м і ч н о г о с к л а д у виконується:

- Хімічним аналізом (вибірково окремих виковів).
- Іскровим контролем: по формі і кольору іскри фахівці визначають вміст вуглецю з точністю до 0,05%.
- Оптично-спектральним аналізом за допомогою стилоскопів (запалюється дуга, її світло розкладається на спектр, по ньому визначають наявність і кількість елементів).

Металографічні дослідження дозволяють оцінити структуру металу, розмір зерен тощо.

Наявність тріщин і залишкових напружень контролюється з використанням методу вихрових струмів.

Тріщини розмірами менше 0,005 мм (5 мікрон) виявляють люмінесцентним методом: мінеральне масло в цій тріщині під дією ультрафіолетових променів світиться.

Внутрішні дефекти виковів виявляються за допомогою ультразвукової дефектоскопії.

Більшість операцій контролю автоматизовано.

Контролюються, як правило, не всі викови, а вибірково. Величина вибірки визначається в залежності від відповідальності виковів і очікуваного ймовірного відсотку браку.

Л І Т Е Р А Т У Р А

О С Н О В Н А

1. А.Н.Брюханов, Ковка и объемная штамповка, М., 1975.
2. Е.И.Семенов, Ковка и объемная штамповка, М., 1972.
3. Я.М.Охрименко, Технология кузнечно-штамповочного производства. М., 1976.
4. Ковка и штамповка, справочник в 4-х томах под ред. Е.И.Семенова, том 1, М., 1985.
5. Ковка и штамповка, справочник в 4-х томах под ред. Е.И.Семенова, том 2. М., 1986.
6. Ковка и объемная штамповка стали, справочник в 2-х томах под ред. М.В.Сторожева, том1, М., 1968.
7. Ковка и объемная штамповка стали, справочник в 2-х томах под ред. М.В.Сторожева, том 2, М., 1968.
8. А.П.Атрошенко, С.Н.Салов, С.М.Хесин. Современные штампы для обрезки облоя, М.-Л., “Машиностроение”,1966.
9. 11. Поковки стальные штампованные,допуски, припуски и кузнечные напуски, ГОСТ 7505-89, Государственный стандарт Союза ССР, М., 1990 г.

Д О Д А Т К О В А :

10. М.В.Сторожев, П.И.Середин, С.Б.Кирсанова, Технология ковки и объемной штамповки цветных металлов и сплавов.М. “Высшая школа”. 1967.

11. Штампы для горячего деформирования металлов. Под ред. М.А.Тылкина, М.,”Высшая школа”, 1977.

Автор Іващенко Віталій Вадимович,
доц., к.т.н.
2012-01-28