

## **ВИВЧЕННЯ ПРОЦЕСУ УТВОРЕННЯ ОТВОРІВ СКЛАДНОЇ КОНФІГУРАЦІЇ В ЛИСТОВОМУ МАТЕРІАЛІ, ЗА ДОПОМОГОЮ ПРОБИВНИХ ШТАМПІВ ПРОСТОЇ ФОРМИ**

Мета роботи: ознайомитися з процесом пробивання отворів в листових матеріалах; засвоїти методику утворення отворів складної конфігурації за допомогою універсального інструменту та оптимального підбору інструменту; виконати спрощений розрахунок часу необхідного на виготовлення деталі.

### **Теоретичні відомості.**

Операцію пробивання отворів в листовому матеріалі відносять до листового штампування, яке являється процесом деформації листової заготовки на пресі за допомогою штампа.

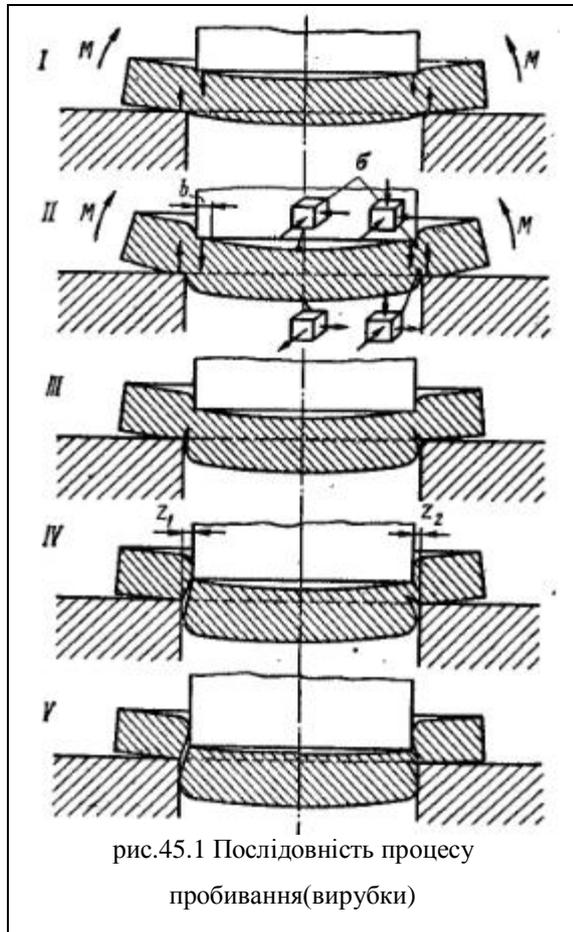
Під час пробивання відбувається зріз матеріалу між краями складно контурного пуансону та еквідистантної до нього по контуру матриці. Пуансон та матриця виготовляються з матеріалів значно твердіших, ніж матеріал заготовки (гартована сталь, металокерамічний твердий сплав).

Зазвичай, тонколистовий матеріал (<10мм) обробляють без розігрівання заготовки, при обробці заготовок більшої товщини проводиться її розігрівання. Розміри заготовок визначаються розмірами штампів і зазвичай не перевищують 1м. Точність процесу визначається точністю виготовлення матриці і може досягати 6-7 квалітету. Шорсткість поверхні зрізу в зоні руйнування матеріалу досить висока, але може бути зменшена за допомогою спеціальних прийомів (чистове штампування).

Штампуванням листового металу можна отримувати вироби простої та складної конфігурації: шайби, втулки, сепаратори підшипників кочення та ін..

Холодним листовим штампуванням можна виготовити вироби з низько вуглецевих сталей, пластичних легованих сталей, міді, латуней (з вмістом міді понад 60%), алюмінію та деяких його сплавів, а також з інших пластичних листових матеріалів товщиною від десятих часток міліметра до 8..10мм.

Гарячим листовим штампуванням можна виготовляти вироби з матеріалів товщиною понад 8..10мм., а також з листів меншої товщини для матеріалів з низькою пластичністю.

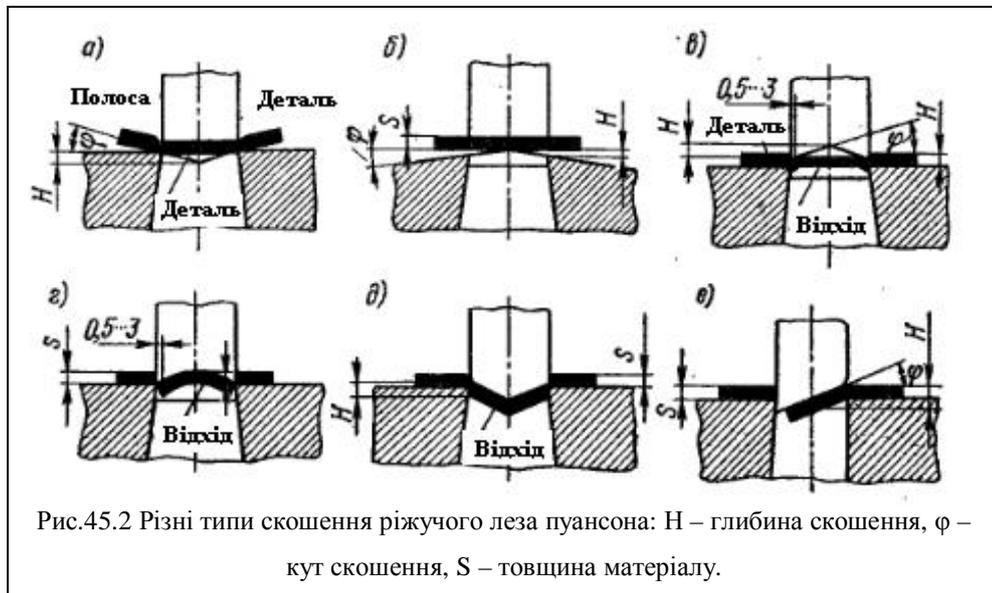


Під час пробивання отворів у штампі, пуансон та матриця є, так би мовити, ножами замкнутої конфігурації, котрі мають спряжені різальні леза. Послідовність процесу пробивання показана на рис. 45.1. Процес обробки складається з трьох стадій: пружної, пластичної та сколювання.

В першій стадії відбувається пружне згинання матеріалу з легким витисканням його в отвір матриці. При цьому, напруження в металі не перевищують границі пружності. В пластичній стадії відбувається втискування пуансону в метал та витискування його в отвір матриці.

Втискування пуансону відбувається не по всій торцевій поверхні, а лише по кільцевому (чи іншої форми в плані) пояску шириною  $b$ . Подібне втискання спостерігається і з боку матриці. Відбитки від локалізованого втискання пуансону та матриці залишаються на вирубаній деталі та відході у вигляді зім'ятої полоси вздовж контуру різання.

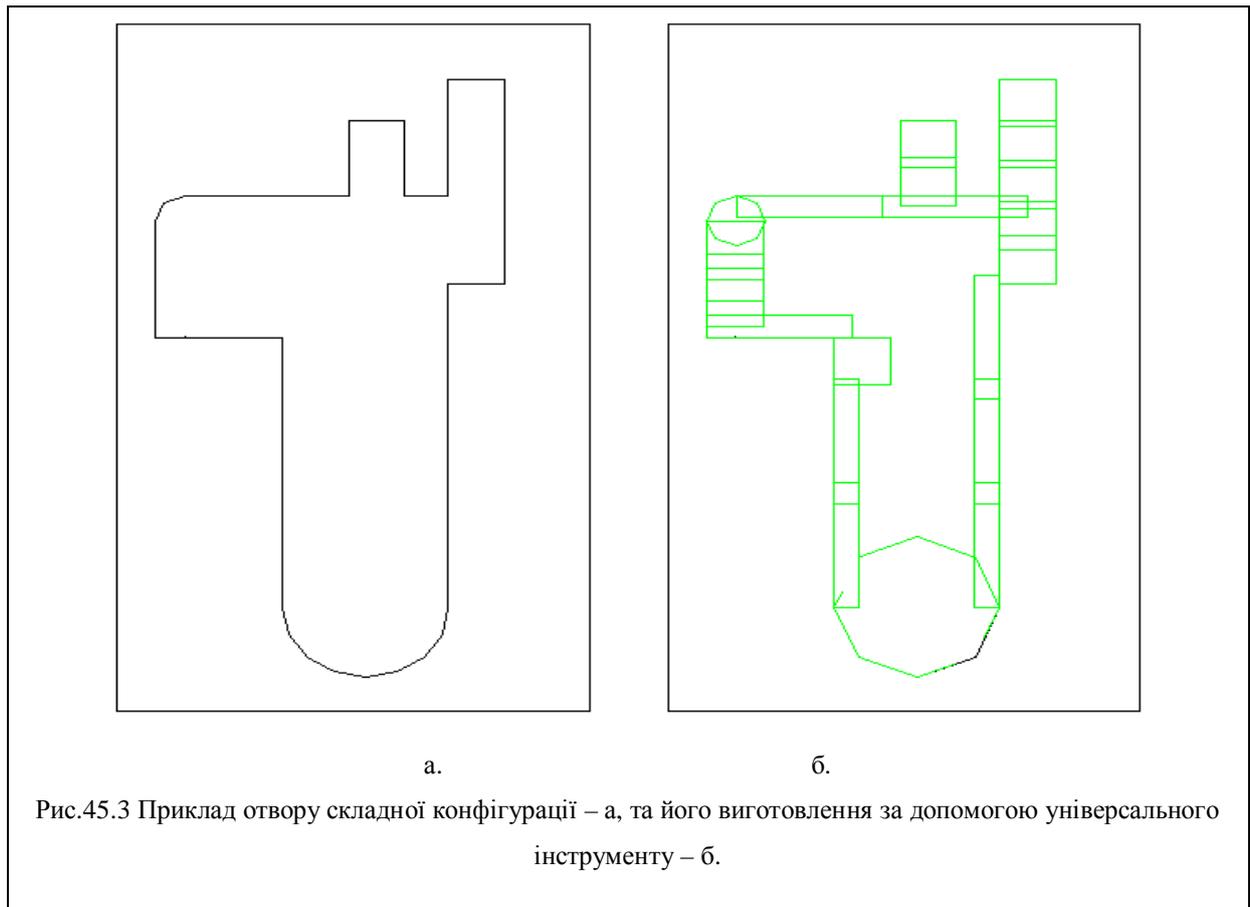
В результаті локалізованого втискання пуансона та матриці, виникає круговий момент згинання, утворений силами різання, умовно представлений на рис.45.1, I та II рівнодійними нормальних напружень. Безпосередньо під різальним лезом пуансону створюється напружений стан об'ємного стиснення, а над різальним лезом матриці – напружений стан радіального розтягу. Перше сприяє пластичному плину металу, а друге - викликає виникнення мікротріщин в зоні різання. Наприкінці другої стадії, напруження в зоні різання досягають



максимальної величини, що відповідає опору матеріалу зрізанню. В третій стадії процесу поблизу різальних лез матриці утворюються тріщини сколювання рис.45.1 III. Після подальшого заглиблення пуансона та вичерпування локальної пластичності металу, тріщини сколювання виникають також біля різальних лез пуансону, рис.45.1 IV та V .

Тріщини сколювання, спрямовані лініями найбільших деформацій зсуву (поверхнями ковзання), швидко розповсюджуються внутрішніми шарами металу і викликають відокремлення відходу від деталі. При нормальному зазорі між пуансоном та матрицею  $z_1$ , поверхні зсуву біля різального леза пуансону співпадають з поверхнями зсуву біля різального леза матриці і утворюють загальну криволінійну поверхню сколювання, рис.45.2 а. При малому зазорі  $z_2$  та значній товщині металу, цього не відбувається й утворюється надрив та подвійний зріз рис.45.2 б.

Для зменшення зусиль пробивання, а також для зменшення спрацювання та підвищення стійкості пуансонів, застосовується ступінчаста довжина пуансонів. Тонкі пуансони роблять коротшими. Глибина скошування пуансону Н для тонких матеріалів береться рівною товщині матеріалу, а для товстих – половині товщини матеріалу рис.45.2.



Отвори складної конфігурації (рис.45.3) або значних розмірів (рис.45.4) можна виготовляти як за допомогою спеціалізованих штампів так і за допомогою простих штампів. Використання перших доцільне лише за умови масового або крупносерійного виробництва деталей (ціну виготовлення спеціалізованого інструменту можна розподілити на велику кількість виробів, що не призведе до суттєвого підвищення їх ціни). За умов дрібносерійного чи штучного виробництва доцільно використовувати комбінацію універсальних штампів рис.45.3 б, рис.45.4. Приклад універсальних штампів показано на рис.45.5.

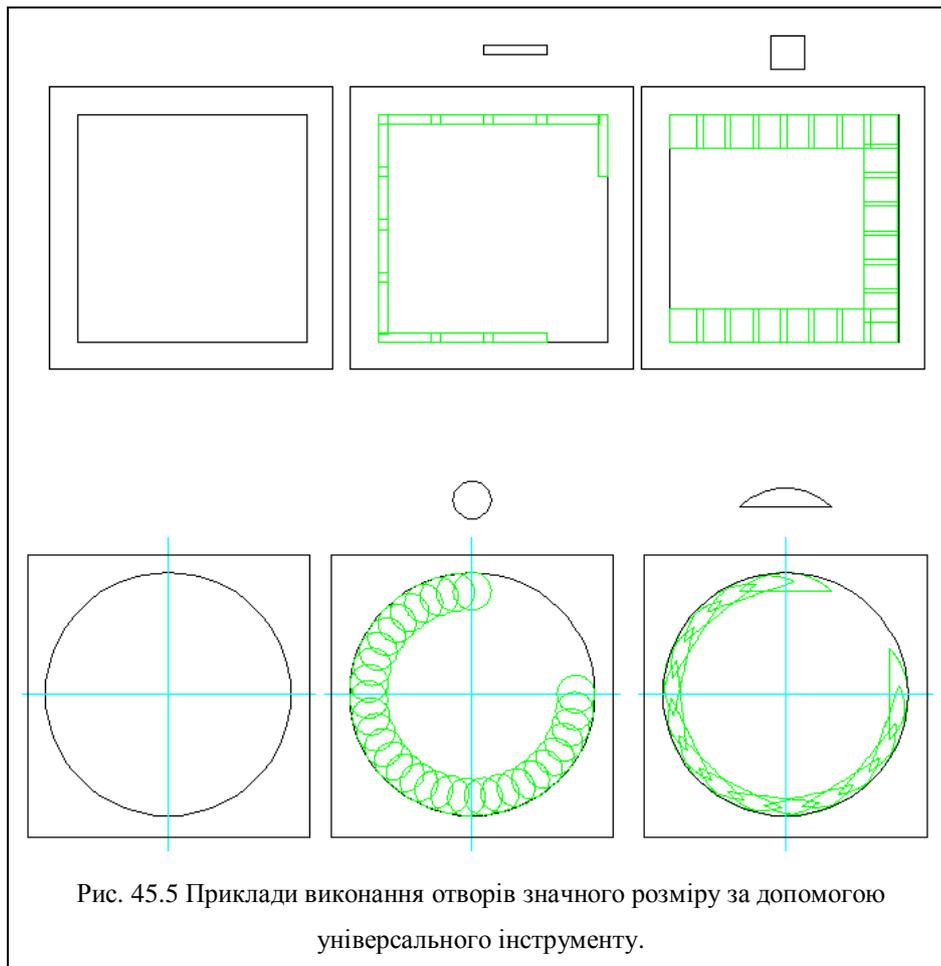


Рис. 45.5 Приклади виконання отворів значного розміру за допомогою універсального інструменту.

Слід, однак, зауважити, що при використанні спеціалізованого штампу, формування отвору відбувається за одне переміщення повзуна пресу, тобто час що затрачається на виготовлення отвору  $T_B$  становить суму часових затрат на встановлення заготовки  $T_3$  на верстаті та часу виконання операції  $T_0$ :  $T_B = T_3 + T_0$ . (1)

При використанні ж універсального інструменту, існують, також, затрати на зміну інструменту  $T_i$ , також відіграє суттєву роль кількість цих змін  $n$  та кількість робочих рухів повзуна пресу  $m$ . Тобто:

$$T_B = T_3 + mT_0 + nT_i \quad (2)$$

Величини  $T_3$ ,  $T_0$ ,  $T_i$  обумовлені характеристиками обладнання. Для даної лабораторної роботи вони становлять : 1хв, 5с, 15с відповідно.

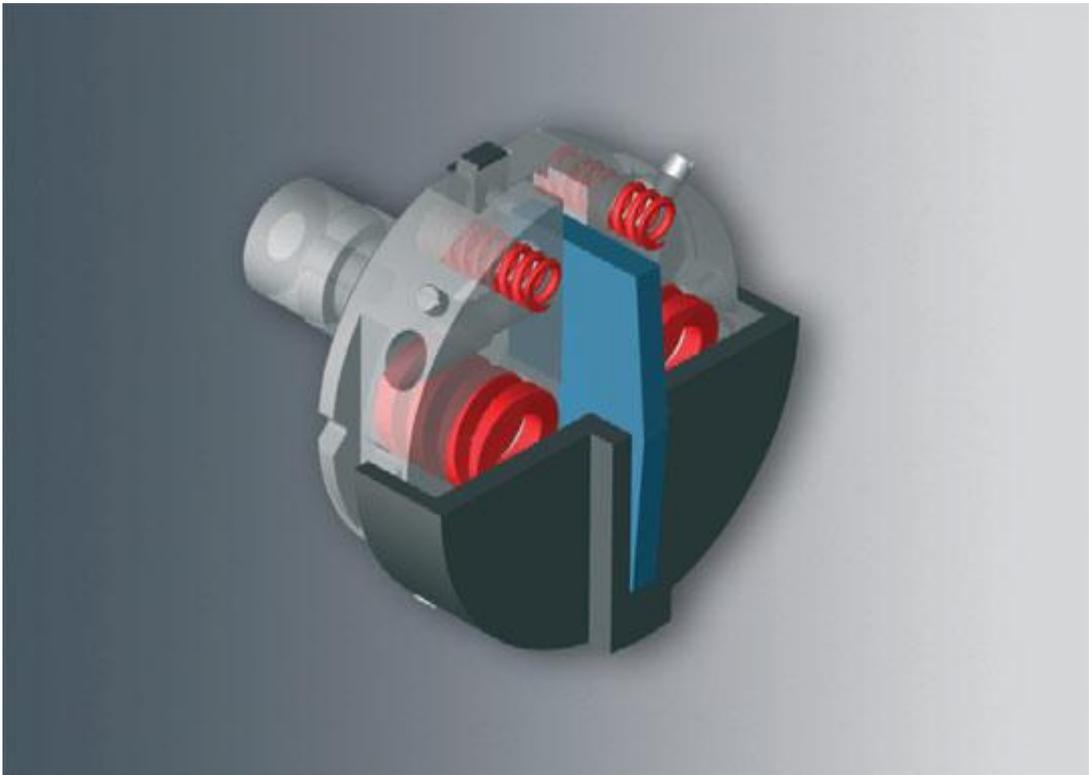


Рис.45.6 Універсальні штампи.

Набір універсального штампового інструменту може містити: квадрат - 10x10, 15x15, 20x20, 50x50; прямокутник – 2x20, 5x40, 8x80; круг – R2, R5, R10, R15, R20, R50.

#### Порядок виконання роботи

1. Студенти ознайомлюються з теоретичною частиною роботи.
2. Спостерігають процес пробивання отвору за допомогою пробивного штампу.
3. Отримують індивідуальне завдання та розробляють схему виготовлення складного отвору в листовому матеріалі за допомогою універсальних штампів (приклад рис.45.3, рис.45.4).
4. Розраховують час, необхідний для виготовлення виробу, згідно розробленої схеми, за допомогою універсальних штампів (ф-ла 2) та порівнюють з затратами часу на виготовлення виробу за допомогою спеціальних штампів (ф-ла 1).
5. Роблять висновки по роботі.

#### Зміст звіту

Назва роботи, мета роботи, короткі теоретичні відомості, рис.1 в контексті, креслення деталі з розробленою схемою обробки, розрахунок часу, необхідного для виготовлення виробу, висновки.

#### Контрольні запитання

1. Що таке листове штампування та за яких умов використовують холодне чи гаряче штампування.
2. Процеси, що відбуваються в матеріалі під час пробивання отворів.
3. Для чого виконують скошування на ріжучому лезі пуансону.
4. За яких умов доцільно використовувати спеціалізований штамповий інструмент, за яких – універсальний.
5. Які часові затрати існують при виготовленні отворів штамповим інструментом.