

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ» ІМ. ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

для виконання лабораторних і практичних робіт з курсу
«Технологія конструкційних матеріалів»
Розділ: ОБРОБКА МЕТАЛІВ ТИСКОМ

Електронне видання

*Рекомендовано Вченою радою ММІ
Протокол №10 від 29 травня 2017р.*

Методичні вказівки до виконання лабораторних і практичних робіт з курсу
«Технологія конструкційних матеріалів. Обробка металів тиском»
для студентів усіх спеціальностей. Укл.: В.В.Джемелінський, Ю.В. Ключников,
О.Т. Сердітов, Кагляк О.Д., Кондрашев П.В.,-К., НТУУ-«КПІ», 2017. 61с.

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

для виконання лабораторних і практичних робіт з курсу
«Технологія конструкційних матеріалів»
Розділ: ОБРОБКА МЕТАЛІВ ТИСКОМ

Укладачі:

проф. Віталій Васильович Джемелінський
доц. Юрій Валентинович Ключников
доц. Олександр Тимофійович Сердітов
доц. Олексій Дмитрович Кагляк
доц. Павло Васильович Кондрашев

Відповідальний редактор:

д.т.н., проф., Л.Ф. Головка

Рецензент:

д.т.н., проф., Шевченко О.В.
кафедра Конструювання верстатів і
машин ММІ НТУУ «КПІ»

ВСТУП

В лабораторному практикумі для вивчення дисципліни "Технологія конструкційних матеріалів" враховано досвід викладання даної дисципліни на кафедрі лазерної техніки та фізико-технічних технологій Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут". До методичних вказівок входять матеріали для проведення лабораторних робіт і практичних занять з розділу "Обробка металів тиском".

Зміст кожної лабораторної та практичної роботи включає мету роботи, короткі теоретичні відомості для підготовки до її самостійного виконання, опис необхідного устаткування, інструментів і заготовок, а також методичні рекомендації щодо порядку виконання та розрахунків роботи, а також складання письмових звітів.

З метою оволодіння знаннями та уміннями, а також набуття практичних навичок зміст кожної лабораторної роботи включає елементи наукових досліджень.

Для перевірки готовності до виконання роботи у кожній лабораторній та практичній роботі наведені контрольні запитання.

Перед початком кожної лабораторної роботи рекомендується проводити інструктаж з техніки безпеки.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ПОЗДОВЖНЬОГО ПРОКАТУВАННЯ

Мета роботи - вивчити будову прокатного стану; умови захвату заготовки валками; обчислити основні величини деформації при прокатуванні; визначити випередження.

Теоретичні відомості

Сутність усіх видів прокатування полягає в пластичному деформуванні заготовки (нагрітої або холодної) між валками. Розрізняють три види прокатування: поздовжнє, поперечне і поперечно-гвинтове (рис. 41.1).

При поздовжньому прокатуванні заготовка рухається перпендикулярно до осей валків, які обертаються у протилежних напрямках з однаковою частотою.

При поперечному прокатуванні валки, що обертаються навколо паралельних осей в одному напрямі, обертають заготовку, яка деформується при примусовому переміщенні вздовж валків.

Поперечно-гвинтове прокатування здійснюється при обертанні в одному напрямі валків, розміщених під кутом один до одного.

Обладнання для прокатування називають прокатним станом. Прокатний стан складається з таких основних вузлів (рис.41.2): робоча кліть 1, шестеренна кліть 7, привод 8.

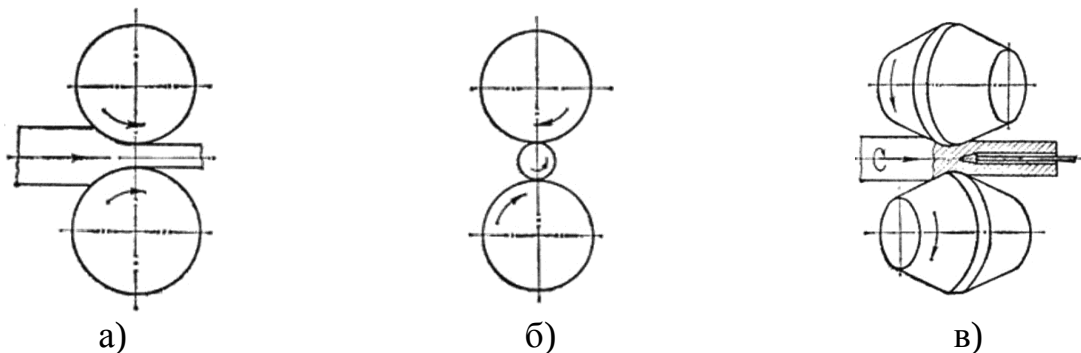


Рис. 41.1. Схеми основних видів прокатки: а)-повздовжня; б)-поперечна; в)-поперечна-гвинтова.

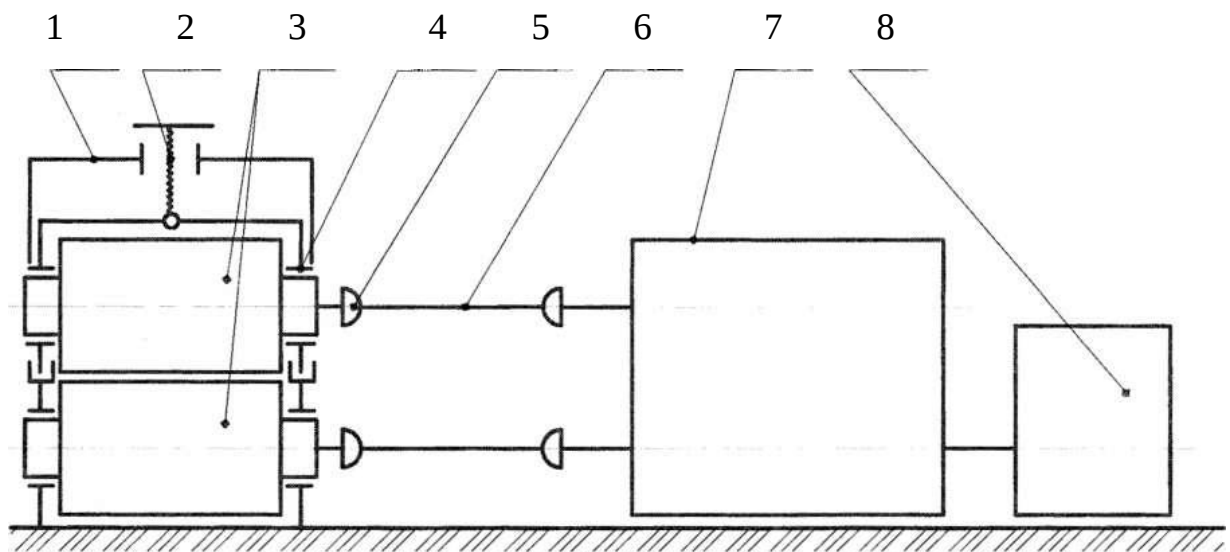


Рис.41.2. Схема прокатного стану

Шестеренна кліть призначена для розмноження руху від вала приводу на два робочих валка 3 і надання їх обертання необхідного напрямку. Валки повинні мати однакову частоту обертання, тому шестеренна кліть має передаточне відношення, що дорівнює одиниці. Рух від шестеренної кліті до робочої передається через муфти 5 і шпинделі 6. Прокатні валки служать робочим інструментом і монтуються в підшипниках 4 станини робочої кліті. Зазор між валками змінюють підняттям або опусканням верхнього валка разом з підшипниками, які переміщуються в пазах станини. Піднімається верхній валок пружинами або з допомогою гідравлічного чи пневматичного привода (на рисунку не показано), а опускається натисканням гвинта 2 на обидва підшипника.

Прокатний валок (рис. 41.3) складається з робочої частини 1, яку називають бочкою, шийок 2, що спираються на підшипники, та хрестоподібних хвостовиків (трефів) 3. Валок набуває руху за допомогою муфти 4, яка з'єднує трефи хвостовика та шпинделя 5.

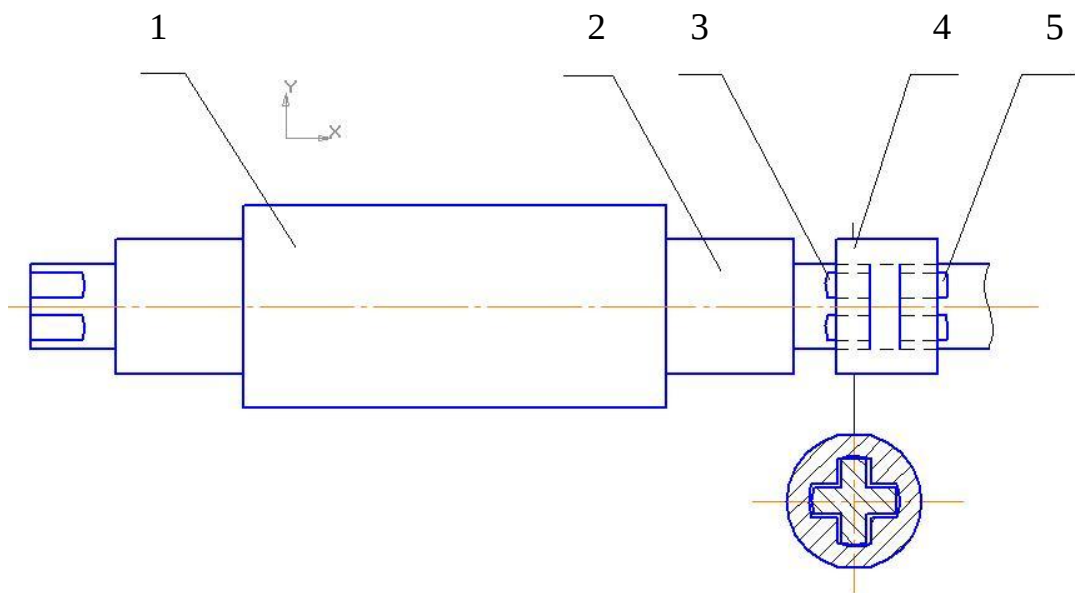


Рис. 41.3. Прокатний валок

У процесі прокатування валки знаходяться в дуже важких умовах під дією значних зусиль, з проковзуванням металу заготовки по контактній поверхні валків, в умовах значної зміни температур їх робочих поверхонь. Тому валки повинні мати високі міцність і стійкість до спрацювання. Їх виготовляють з вибіленого чавуну, вуглецевих та легированих сталей. Валки малого діаметру виготовляють з металокераміки марок ВК6, ВК8 та ін.

Схема поздовжнього прокатування показана на рис. 41.4 у двох проекціях: а - вид збоку; б - вид у плані.

Заготовка 1 втягується у зазор між валками 2 силою тертя T і деформується на невеликій ділянці, яка переміщується по прокатуваному металу під час руху заготовки у напрямку прокатування. Цю ділянку ACC_1A_1 (на рисунку 41.4 заштрихована) називають зоною деформації. Дугу AC , по якій валок контактує з заготовкою, називають дугою захвату, а центральний кут α , що спирається на дугу, - кутом захвату. У точках A і A_1 заготовка стикається з валками і між ними виникає взаємодія: з одного боку, сили реакції N валків намагаються відштовхнути заготовку, з іншого, сила тертя T втримує заготовку між валками.

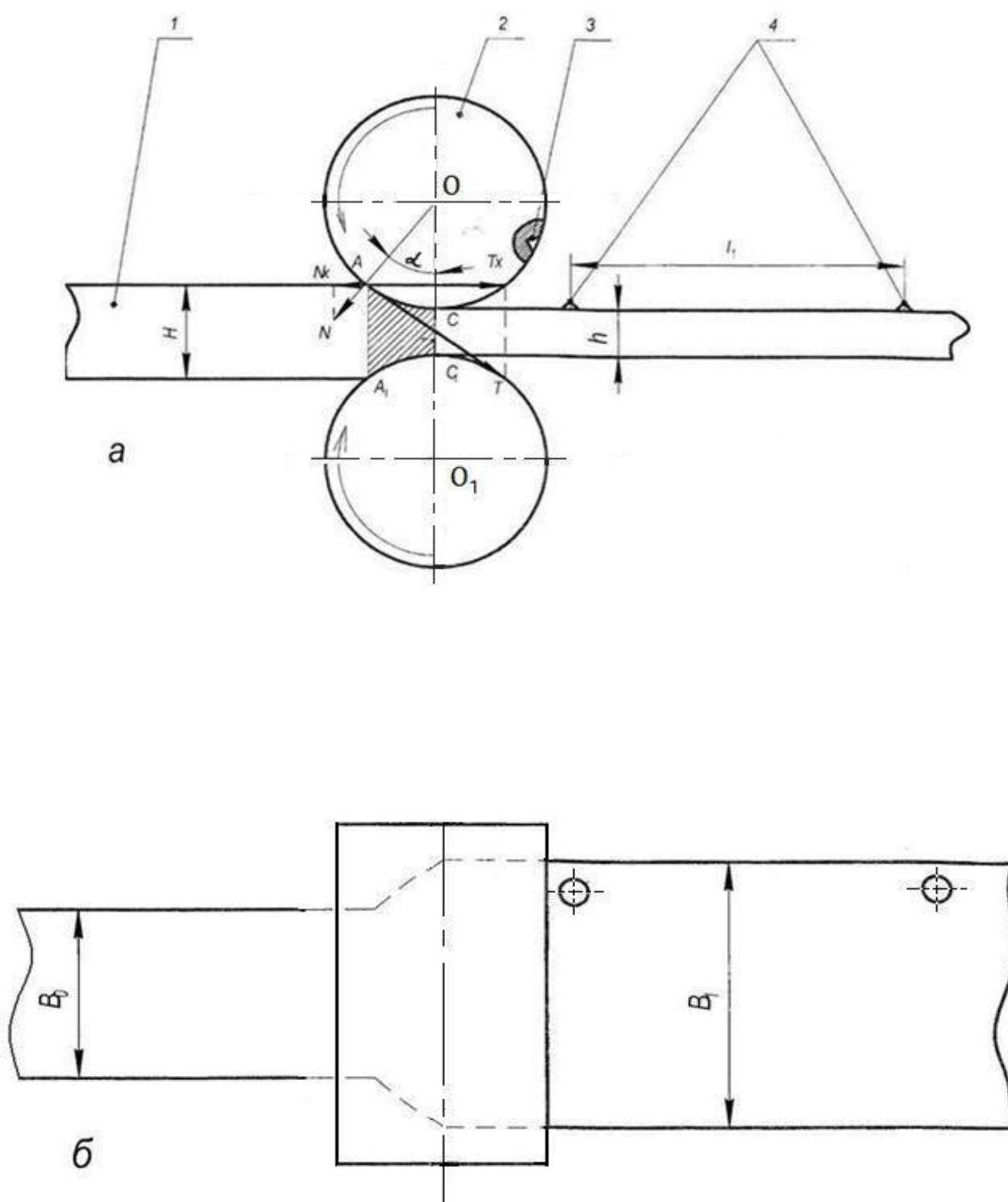


Рис. 41.4. Схема поздовжнього прокатування

Заготовка буде надійно захоплена валками, якщо горизонтальна складова N_x нормального тиску N буде меншою від горизонтальної складової T_x сили тертя T :

$$T_x > N_x, \text{ або } T \cos \alpha > N \sin \alpha \quad (41.1)$$

Згідно теорії тертя можна прийняти, що $T = fN$, де f - коефіцієнт тертя ковзання між металом заготовки та поверхнею валків при захваті.

Кут захвату α пов'язаний з абсолютним обтиском $(H-h)$ і діаметром валків D (рис. 41.5):

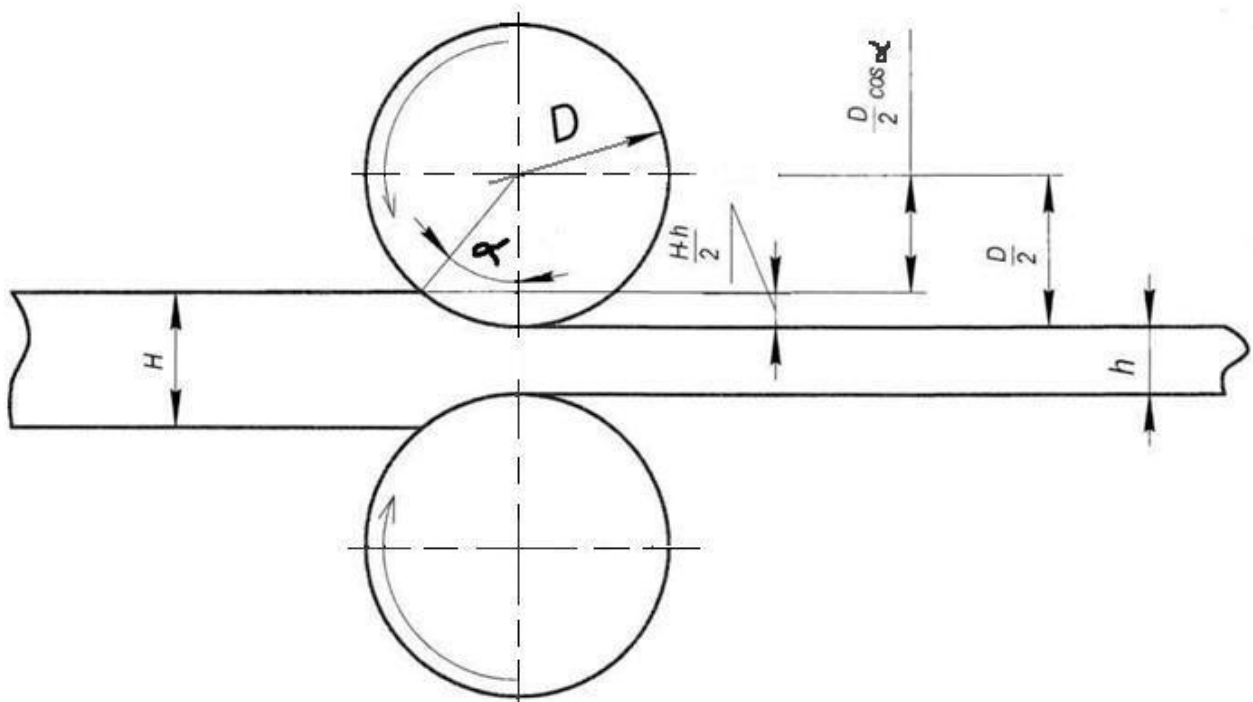


Рис. 41.5. Розрахункова схема прокатування

$$H - h = D(1 - \cos \alpha) \quad (41.3)$$

Звідси можна визначити кут захвату:

$$\cos \alpha = 1 - \frac{H - h}{D} \quad (41.4)$$

Зі збільшенням діаметру валків кут захвату зменшується, і умови захвату поліпшуються. Тому потужність прокатного стану визначається діаметром

робочих валків: чим більший діаметр валків, тим більшу товщину заготовки можна прокатувати, і тим потужніший стан. При гарячому прокатуванні кут захвату становить 15-24°, при холодному $\alpha=3\ldots10^\circ$.

При прокатуванні всі параметри заготовки змінюються: зменшується висота H , значно збільшується довжина L і незначно – ширина B .

Для характеристики деформації заготовки при прокатуванні користуються абсолютними, відносними величинами та коефіцієнтами:

1) абсолютний обтиск:

$$\Delta h = H - h; \quad (41.5)$$

2) абсолютне розширення:

$$\Delta b = B_1 - B_0; \quad (41.6)$$

3) абсолютне витягання:

$$\Delta L = L_1 - L_0; \quad (41.7)$$

4) відносний обтиск:

$$\Delta h\% = \frac{\Delta h}{H} * 100\% \quad (41.8)$$

5) відносне розширення:

$$\Delta b\% = \frac{\Delta b}{B_0} * 100\%; \quad (41.9)$$

6) показник розширення:

$$\frac{\Delta b}{\Delta h} = \frac{B_1 - B_0}{H - h}; \quad (41.10)$$

7) відносне витягання:

$$\Delta L\% = \frac{\Delta L}{L_0} * 100\%; \quad (41.11)$$

8) коефіцієнт обтиску:

$$\lambda = \frac{H}{h}; \quad (41.12)$$

9) коефіцієнт розширення:

$$\beta = \frac{B_1}{B_0}; \quad (41.13)$$

10) коефіцієнт витягання:

$$\mu = \frac{L_1}{L_0}; \quad (41.14)$$

Разове проходження заготовки в зазорі між валками називають пропуском. Для здійснення наступних пропусків при прокатуванні заготовки зазор між валками кожного разу зменшують і для кожного наступного пропуску вихідними H , B і L будуть значення, отримані при попередньому пропуску.

Залежно від ряду причин (відносного обтиску, коефіцієнта тертя, хімічного складу сталі) швидкість заготовки при виході з валків перевищує їхню колову швидкість на 3-6%. Це явище називають **випередженням** металу при прокатуванні. Точне значення величини випередження необхідне при визначенні частоти обертання валків **безперервного** стану, коли заготовка деформується одночасно у кількох робочих клітках. Для визначення випередження дослідним шляхом на бочці валка роблять заглибину (кern) 3 (рис.41.4), яка дає відбитки (мітки) на заготовці. Знаючи відстань l_1 між двома сусідніми відбитками і довжину кола валка l_0 , можна визначити випередження в процентах:

$$S = \frac{l_1 - l_0}{l_0} * 100\% \quad (41.15).$$

Обладнання, інструменти та заготовки

1. Діюча лабораторна модель робочої клітки прокатного стану зі ступінчастими валками (діаметри уступів $D_1=77$, $D_2=79$, $D_3=80,5$, $D_4=82$, $D_5=83,5$ мм)
2. Вимірювальний інструмент – штангенциркуль і металічна лінійка.
3. Заготовка з литого свинцю розмірами 12x12x100мм.

Порядок проведення роботи

1. Виміряти початкові розміри Н, В і L заготовки і результати записати до табл. 41.1, графи 2...4 у рядку "0".

Таблиця 41.1

Номер пропуску	Розміри заготовки, мм			Відстань між мітками, мм	Величини деформації										Випередження, %	Кут захвату
					Абсолютні, мм			Відносні, %			Показник розширення	Коефіцієнти				
	H	B	L	L_1	Δ h	Δ b	Δ L	Δ h	Δ b	Δ L		$\frac{\Delta b}{\Delta h}$	λ	β	μ	S
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
0																
I																
II																
III																
IV																
V																

2. Виконати прокатування у п'ять пропусків. Після кожного пропуску виміряти Н, В і L заготовки і результати записати до табл. 41.1, гр. 2...4 у відповідні пропускам рядки. Додатково у пропусках IV і V виміряти відстань L_1 між мітками (рис. 41.3) і записати у гр. 5 (рядки IV, V).

3. За отриманими даними обчислити величини деформації за формулами 41.5...41.14 і випередження за формулою 41.15 та записати їх у відповідні місця табл. 41.1.

4. Побудувати графіки залежностей $\frac{\Delta b}{\Delta h}$, ΔL , Δb ,:

від діаметра бочки $\left[\frac{\Delta b}{\Delta h} = f(D); \Delta L, \Delta b = f(D) \right];$

від коефіцієнту обтиску $\left[\frac{\Delta b}{\Delta h} = f(\lambda); \Delta L, \Delta b = f(\lambda) \right].$

Оформлення звіту

Протокол звіту по роботі повинен містити:

1. Номер і назву роботи.
2. Мету роботи.
3. Рис. 41.1, 41.2 і 41.4 малого масштабу.
4. Рис. 41.3 збільшеного масштабу (не менше, ніж на половину аркуша).
5. Результати вимірювань і обчислень, занесені до табл. 41.1.
6. Графіки залежностей $\left[\frac{\Delta b}{\Delta h} = f(D); \Delta L, \Delta b = f(D) \right]; \left[\frac{\Delta b}{\Delta h} = f(\lambda); \Delta L, \Delta b = f(\lambda) \right].$
7. Висновки по роботі.

Контрольні запитання.

1. Суть і основні схеми прокатування.
2. Які основні вузли прокатного стану?
3. Як визначити умови захвату заготовки валками?
4. Яким має бути кут захвату при прокатуванні.
5. Як розрахувати характеристики деформації заготовки при прокатуванні?
6. Як визначається випередження при прокатуванні?
7. З яких матеріалів доцільно виготовляти валки?

Лабораторна робота №42

ОТРИМАННЯ СОРТОВОГО ПРОКАТУ У КАЛІБРОВАНИХ ВАЛКАХ

Мета роботи - визначити принцип калібрування валків для прокатування квадратного та круглого профілів.

Теоретичні відомості

1. Загальні питання калібрування валків

Сортовий прокат отримують в результаті кількох послідовних пропусків, кількість яких залежить від співвідношення розмірів та форми початкового та кінцевого перерізів, при цьому в кожному пропуску переріз змінюється з поступовим наближенням до готового профілю.

Усі види сортового прокату прокатують у каліброваних валках. Калібровані валки (рис. 42.1) мають на робочій поверхні виточені по колу канавки - ривчаки 1. Профіль вирізу, утвореного двома відповідними валками (з урахуванням зазору S між ними), називають калібром 2.

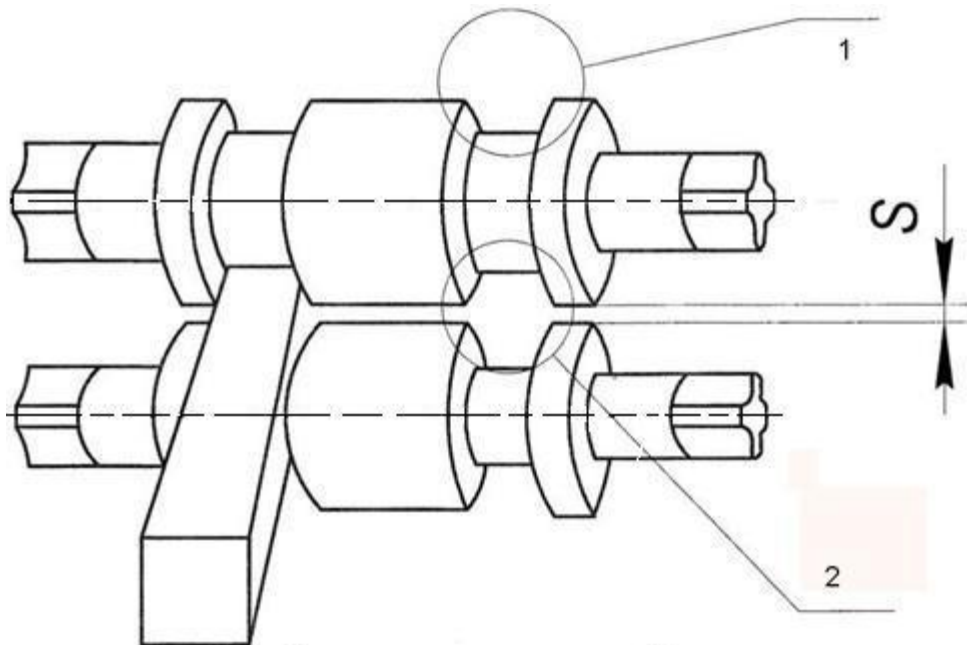


Рис 42.1. Схема прокатування в каліброваних валках

Форма калібрів буває різною. Вона залежить від профілю сортового прокату. Прокатування проводиться пропусканням заготовки через ряд спеціально добраних калібрів, які забезпечують поступову зміну форми і

зменшення розміру перерізу прутка. Вихідною заготовкою для виробництва сортового прокату є блюми - заготовки квадратного перерізу від 140х140 до 450х450 мм, які отримують прокатуванням зливків на обтискних станах - блюмінгах.

За призначенням калібри прокатних валків поділяються на обтискні, чорнові і чистові.

При прокатуванні квадратного і круглого прутків застосовують діагональні калібри, розміщені за системою ромб-квадрат (рис. 42.2,а), овал-квадрат (рис.42.2,б), овал-коло (рис. 42.2,в).

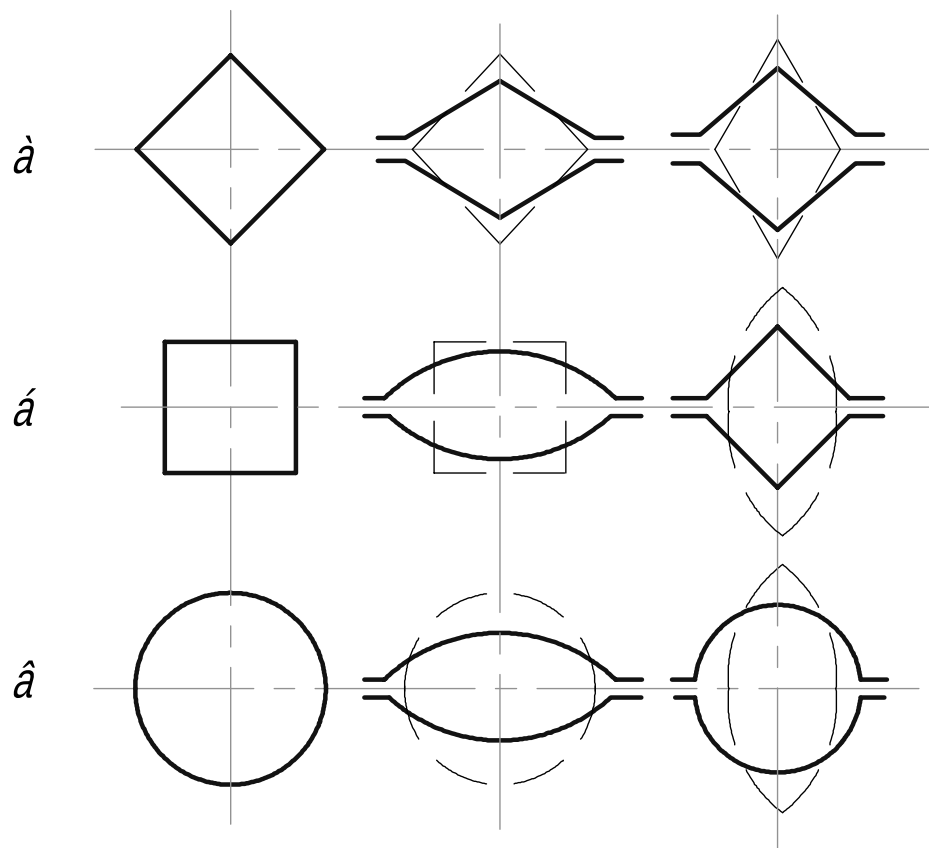


Рис 42.2. Різновиди систем калібрів

При передаванні з калібру в калібр заготовку кантують на 90°, що поліпшує обтискування і запобігає утворенню рубчика, що міг би виникнути при прокатуванні у калібрах однакового профілю за рахунок витікання металу у зазор S між валками (див. рис. 42.1.) з причини існування розширення при

обтисканні. На рис. 42.2 суцільною лінією показано контур калібру, а пунктиром - контур перерізу заготовки, яку подають у калібр.

При калібруванні прокатних валків величину обтиску по пропускам приймають одночасно з визначенням послідовних форм і розмірів калібрів, що забезпечують отримання якісного прокату і точних розмірів профілю.

2. Елементи калібру

Зазор між валками. Висота калібру складається з глибини вирізів у верхньому h_1 і нижньому h_2 валках і величини зазору S між валками (рис. 42.3)

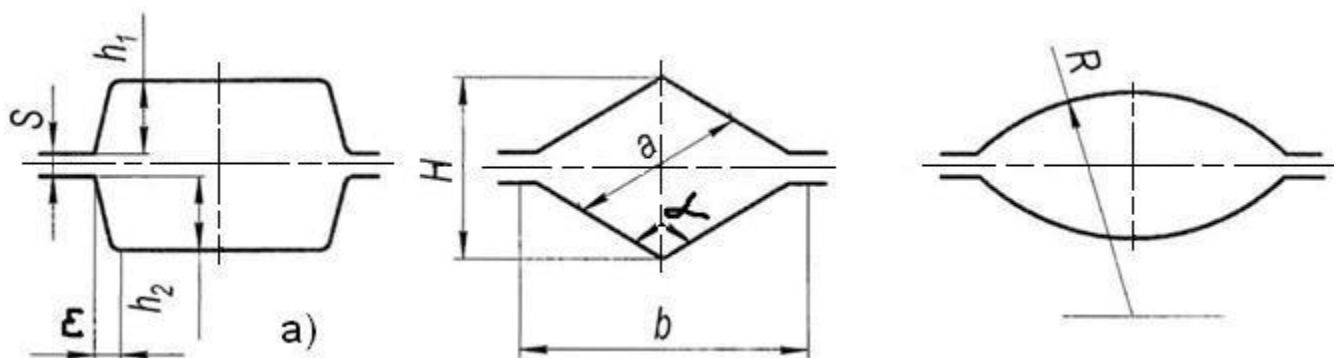


Рис. 42.3. Елементи калібрів

При прокатуванні тиск метала намагається розсунути валки, при цьому зазор S збільшується, що називають віддачею, або пружиною валків. Креслення калібру відтворює його форму і розміри в момент проходження заготовки, тому зазор між валками при їх встановленні в кліті приймають менше від зазору, вказаного на кресленні, на величину віддачі валків.

Випуск калібра. Бокові стінки ящичного калібру (рис. 42.3,а) дещо нахилені до осі валків. Цей нахил стінок калібру називають випуском. При прокатуванні випуск калібру забезпечує зручну та правильну подачу заготовки в калібр і вільний її вихід з калібру. Якби бокові стінки калібру були перпендикулярними відносно осі валків, відбувалось би сильне защемлення заготовки, що могло б призвести до обковування валків, оскільки розширення практично завжди присутнє при прокатуванні. Випуск калібру призначають у процентах $(\frac{\varepsilon}{h} * 100\%)$ або в градусах і приймають для ящичних калібрів 10...20°.

Верхній і нижній тиск. Дуже важливо при прокатуванні забезпечити прямолінійний вихід заготовки з валків. З цією метою використовують проводки. З деяких причин виникає вигин заготовки в бік верхнього або нижнього валків, що потребує установки проводок на цих валках. Але цій установці можна запобігти, якщо заготовці дати певний напрямок, що досягають застосуванням валків з різними діаметрами. Різницю між діаметрами валків умовно називають "тиском". На рис. 42.4: а - "нижній тиск", б - "верхній тиск". Величина "тиску" - різниця між діаметрами валків в міліметрах.

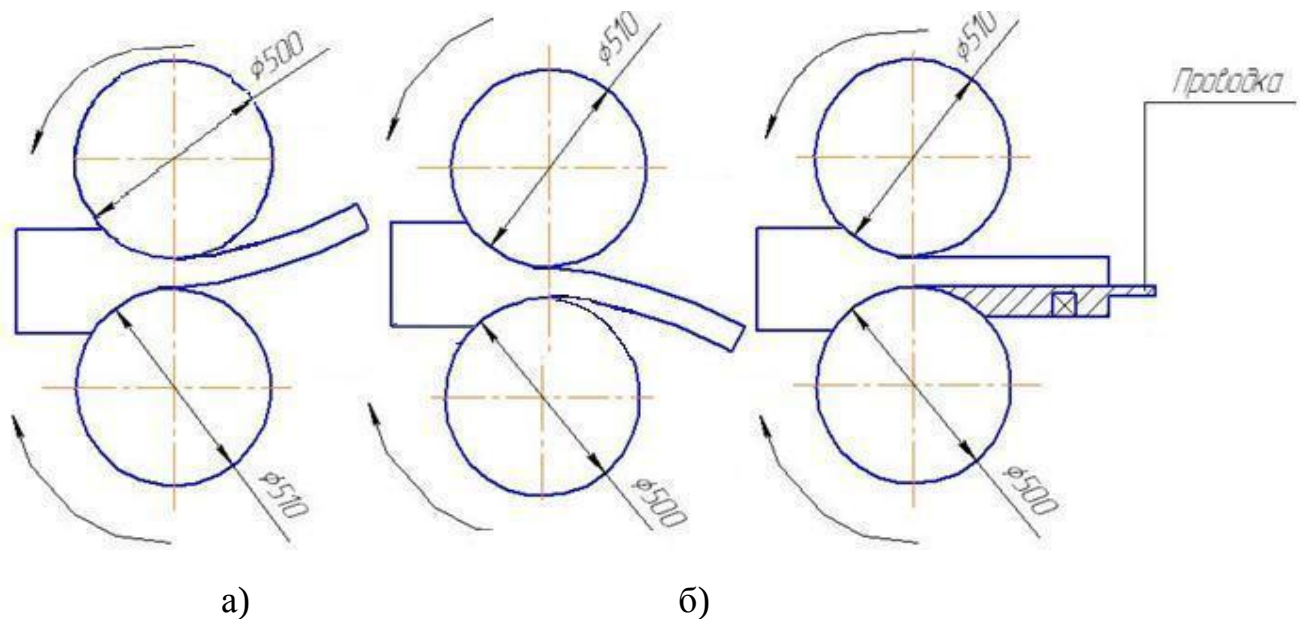


Рис. 42.4. Схеми впливу "тиску" і проводки

Обладнання, вимірювальний інструмент і заготовки

1. Лабораторний прокатний стан з каліброваними валками.
2. Масштабна лінійка 500 мм.
3. 2 заготовки 12x12x90 і Ø12x90

Порядок проведення роботи

1. Пояснення викладачем сутності процесу отримання сортового прокату.
2. Демонстрація роботи лабораторного прокатного стану з каліброваними валками.
3. Самостійна робота студентів під керівництвом викладача та інженера виробничого навчання.:
 - а) прокатування заготовок 12x12x90 і Ø12x90 відповідно через системи калібрів ромб-квадрат і овал-коло;
 - б) вимірювання після кожного пропуску довжини заготовки і занесення результатів вимірювання до табл. 42.1;
 - в) кантування заготовки на 90° при подачі в кожний наступний калібр;
 - г) обчислення коефіцієнтів витягання μ після кожного пропуску і занесення результатів до табл. 42.1;
 - д) побудова графіків залежностей коефіцієнта витягання від номера пропуску для заготовок з квадратним і круглим перерізом;
 - е) виконання індивідуального завдання.

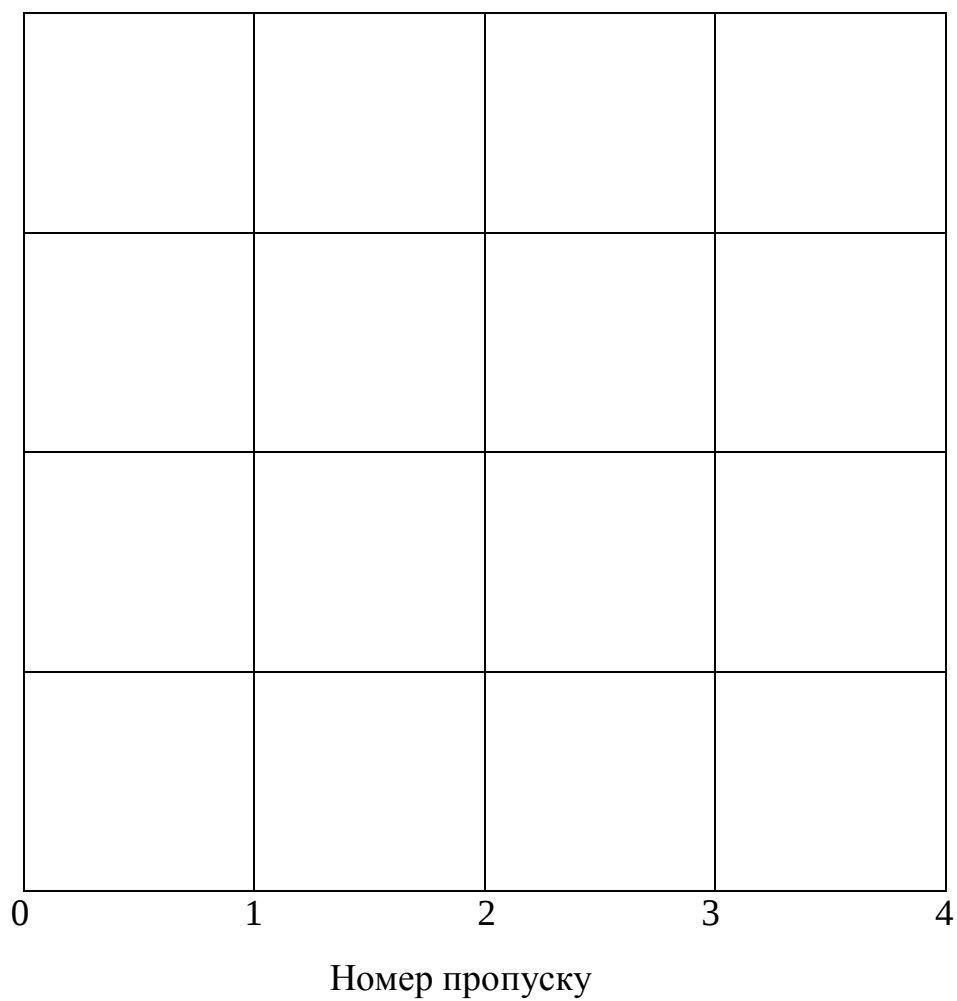
Оформлення звіту

Протокол звіту по роботі повинен містити:

1. Номер, назву роботи.
2. Мету роботи.

3. Мал.41.1, 42.2 і 42.3.
4. Табл. 42.1 з результатами вимірювань і обчислень.
5. Графіки залежностей μ - номер пропуску.

μ



6. Висновки по роботі.

Таблиця 42.1

Вихідна заготовка	Номер пропуску	Довжина заготовки L, мм	Коефіцієнт витягання μ
-------------------	----------------	----------------------------	-------------------------------

1	2	3	4
Квадрат 12x12	0		
	1		
	2		
	3		
	4		
Круг Ø12	0		
	1		
	2		
	3		
	4		

Контрольні запитання.

- 1) Чому при прокатуванні квадратного та круглого профілів калібри мають діагональне розташування?
- 2) Яку систему, крім системи ромб-квадрат, можна було б запропонувати для отримання прутків квадратного профілю?
- 3) Який принцип покладено в основу призначення ширини наступного калібру в системах обтискних калібрів?
- 4) Чому виникає рубчик при прокатуванні заготовки в системі послідовних калібрів однакового профілю (наприклад, тільки в круглих, або тільки в квадратних калібру)?
- 5) Поясніть, чому випуск калібру запобігає обковуванню валків?
- 6) Поясніть, чому квадратний калібр розташований діагонально, а не так, як звикли дивитися на квадрат?
- 7) Що сталося би, якби ящичний калібр мав вертикальні бокові стінки, і чому?

- 8) Який з двох валків буде обковувати заготовка, якщо не передбачений випуск калібру?
- 9) Чому виникає “тиск” при прокатуванні?
- 10) Чи можна уникнути явища “тиску” при прокатуванні?
- 11) Чи можна керувати явищем “тиску” при прокатуванні? Якщо так, то яким чином?
- 12) Який “тиск” прийнятніший з конструктивної точки зору?

Лабораторна робота № 43

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ВИТЯЖКИ ЦИЛІНДРИЧНИХ ВИРОБІВ І ВИЗНАЧЕННЯ ГРАНИЧНОГО КОЕФІЦІЄНТУ ВИТЯЖКИ

Мета роботи: 1. Дослідити спосіб перетворення плоскої заготовки у відкритий з одного боку порожнистий просторовий виріб. 2. Визначити граничний коефіцієнт витяжки для першої операції і максимально допустимий діаметр заготовки.

Теоретичні відомості

Сутність витяжки полягає у перетворенні листової заготовки у порожнистий виріб. Це найпоширеніша операція листового штампування. У якості вихідного матеріалу при цьому використовують усі технічні метали та їх сплави у вигляді листа, стрічки, штаби, здатних приймати пластичні деформації. Витяжку можна виконувати як без стоншення, так і зі стоншенням заготовки. Витяжкою виготовляють кузови, гальмівні барабани автомобілів, кожухи, каструлі, гільзи і т. ін.

Вихідна заготовка не повинна мати надлишкового матеріалу, тому заготовку для неї отримують вирубуванням з листа. При виготовленні тіл обертання заготовку вирубують у формі кружка потрібного діаметра. Процес

витяжки буде успішним при умові, що напруги в металі при цьому не будуть перевищувати границю міцності.

Операцію витяжки виконують у штампі (рис. 43.1).

У залежності від матеріалу заготовки і глибини порожнистого виробу процес витяжки можуть виконувати за кілька операцій у послідовних штампах з поступовим зменшенням діаметра виробу.

Процес витяжки виконують натисканням пуансона 1 на середню частину заготовки 3, який втягує її в отвір матриці 4. Це призводить до скорочення діаметру D_3 крайової частини заготовки у діаметр d ковпачка 5. Умови деформації при цьому такі, що у радіальному напрямку фланцевої ($D_3 - d$) частини заготовки виникають напруження розтягу, а в тангенціальному напрямку в ній – напруження стиску. Від напружень розтягу заготовка може стонщуватись (в граничному випадку може зруйнуватись), а від напруг стиску – стовщуватись (в граничному випадку можуть утворюватися складки). Щоб запобігти утворенню складок, застосовують притискачі 2 різної конструкції, які притискають фланцеву частину заготовки до торця матриці з невеликим тиском ($1-4 \text{ МН/м}^2$, або $0,1-0,4 \text{ кг/мм}^2$). Притискач діє за допомогою стисненого повітря, пружин, гуми, або спеціального повзуна преса, де виконують витяжку. Практично, без притискача витяжку можна виконати, якщо $(D_3 - d_m) \leq 18S$, де S – товщина заготовки. Для запобігання руйнуванню заготовки і покращення умов входу заготовки у вікно d_m матриці кромки пуансона і вікна матриці заокруглюють радіусами: $r_n=(4..6)S$, $r_m=(5..10)S$. Як правило, витяжку виконують зі змащуванням заготовки.

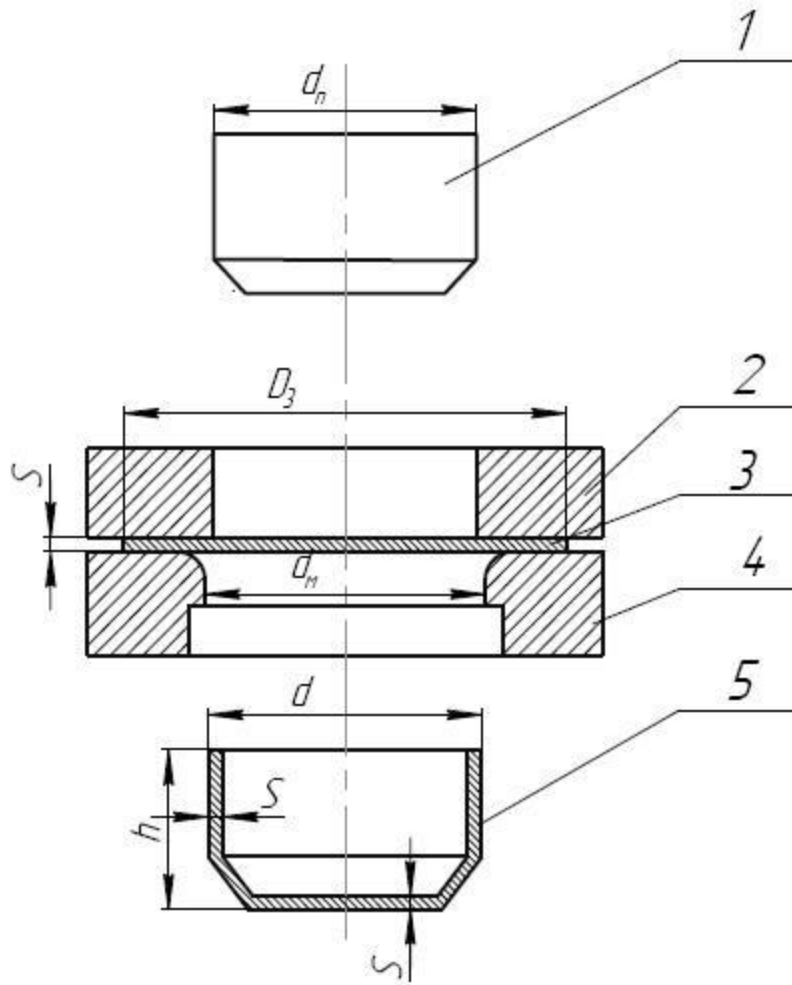


Рис. 43.1. Схема операції витяжки

При витяжці без стоншування стінки зазор між пуансоном і матрицею штампа повинен бути таким, щоб заготовку можна було б витягнути в ньому. Отже, він не повинен бути меншим ніж товщина заготовки S ; звичайно, беруть $z=(1,1\dots1,3)S$, де $z = \frac{d_M - d_n}{2}$. Відношення зовнішнього діаметра виготовленої деталі d до діаметра заготовки D_3 називається коефіцієнтом витяжки m :

$$m = \frac{d}{D_3} \quad (43.1)$$

Для практичних розрахунків розмірів заготовок із сталі і сплавів кольорових металів користуються значеннями $m=0.5\dots0.7$ для випадків, коли витяжку виконують за один прохід. Збільшення діаметра заготовки з метою отримання виробу більшої висоти h за один прохід може призвести до розриву

заготовки. Отже, коефіцієнт витяжки має граничне значення, яке називають граничним коефіцієнтом витяжки $m_{гр}$.

Коефіцієнт витяжки залежить від форми, розмірів заготовки, механічних властивостей матеріалу заготовки, конструкції штампа, способу витяжки, наявності мастила та ін..

Обладнання, інструмент і заготовки

1. Гідравлічний прес на 10 Т.
2. Модель витяжного штампа.
3. Вихідні заготовки – зразки з латуні, сталі та алюмінію товщиною $S=1\text{мм}$, $\varnothing$ 58, 64, 75мм.
4. Штангенциркуль з точністю 0,1мм.

Порядок проведення роботи

1. Послідовно виконати витяжку ковпачків із заготовок $\varnothing$ 58, 64, 75. Ці діаметри підібрані таким чином, що ковпачки можна отримати тільки з заготовок 58, 64, а спроба отримати ковпачок із заготовки $\varnothing$ 75 закінчується руйнуванням заготовки, що свідчить про те, що напруги розтягання в заготовці досягають границі міцності матеріалу заготовки. У процесі виконання операції витяжки потрібно кожного разу знімати максимальні показники манометра преса.

2. Визначити зусилля, які передає прес, за формулою:

$$P = p_M F, \text{кГ}$$

де – p_M показання манометра, кг/см^2 ; F – площа перерізу плунжера преса, що дорівнює 50 см^2 , тому $P = 50 p_M$.

3. Визначити площу кільцевого перерізу ковпачка за формулою

$$F_1 = \frac{\pi(d^2 - d_{\text{в}}^2)}{4}, \text{мм}^2,$$

де: d – зовнішній діаметр ковпачка, мм; $d_{\text{в}}$ – внутрішній діаметр ковпачка, мм, який дорівнює $d_{\text{п}}$.

4. Визначити напруження, які виникають у матеріалі заготовок при витяжці, за формулою:

$$\sigma = \frac{P}{F_1}, \text{МПа}$$

де: P – зусилля преса.

5. Визначити коефіцієнти витяжки для перших двох операцій (для третьої - він відсутній, тому що заготовка зруйнувалась) за формулою (43.1).

6. Визначити граничний коефіцієнт витяжки $m_{\text{гр}}$.

За результатами дослідів побудувати графік залежності напружень σ від коефіцієнтів витяжки. При витяжці ковпачка із заготовки максимального діаметра останній руйнується по кільцевому перерізу, тому коефіцієнт витяжки відсутній. Це означає, що в матеріалі заготовки виникли граничні напруження, які викликали руйнування. На графіку цей дослід буде мати вигляд прямої лінії, яка паралельна вісі m і перетинає вісь σ на рівні σ_3 .

Перші два досліді дадуть на графіку точки, через які можна провести пряму лінію до перетину її з лінією граничних напружень σ_3 . Точка перетину двох прямих дасть значення $m_{\text{гр}}$.

7. Визначити максимально допустиме значення діаметра заготовки для витяжки за один прохід за формулою:

$$D_{\text{max}} = \frac{d}{m_{\text{гр}}}, \text{мм.}$$

Підготовка звіту по роботі

Звіт по роботі повинен мати: номер, назву і мету роботи, рис. 43.1 і табл. 43.1 відповідно до свого варіанту (див. додаток) і графік $m - \sigma$; висновок щодо значення визначеного D_{max} .

Таблиця 43.1

Номер досліду	Параметри заготовок		Параметри штампу			$P_M, \text{кгс} / \text{см}^2$	Р, Н	$F_1, \text{мм}^2$	$\sigma, \text{МПа}$	m
	D, мм	S, мм	d_M , мм	d_n , мм	Z, мм					
1										
2										
3										

Додаток до лабораторної роботи № 43

Параметри (розміри) заготовок і параметри штампу незмінні. Операцію витяжки проводять на таких матеріалах:

Номер досліду	Показання манометра для різних матеріалів $P_M, \text{кгс} / \text{см}^2$									
	Нікель	Бронза Бр.А5	Сплав АМг 6	Сталь Ст. 1	Сталь 10	Бронза Бр.АЖ9-4	Сталь 20	Дуралюмін Д16	Сталь 45	Сталь 1х13
1	19,3	20,5	21,8	23	27	28,3	32	37,3	46,3	52,7
2	21,4	22,8	24,2	25,6	30	31,4	35,6	41,4	51,4	58,6
3	23,5	25	26,6	28,2	33	34,5	39,2	45,5	56,5	64,5
Варіанти	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Контрольні запитання.

1. В чому полягає суть витяжки?
2. Де застосовують витяжку?
3. З яких елементів складається штамп для витяжки?
4. Як визначається коефіцієнт витяжки?
5. Навести формулу для визначення напруження, що виникає у матеріалі заготовки при витяжці.
6. Поясніть, як визначається граничний коефіцієнт витяжки.

Практична робота № 44

ДОСЛІДЖЕННЯ, ВПЛИВУ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ІНСТРУМЕНТУ ТА ЛИСТОВОЇ ЗАГОТОВКИ НА ВИТРАТИ МАТЕРІАЛУ ПРИ ЗГИНАННІ

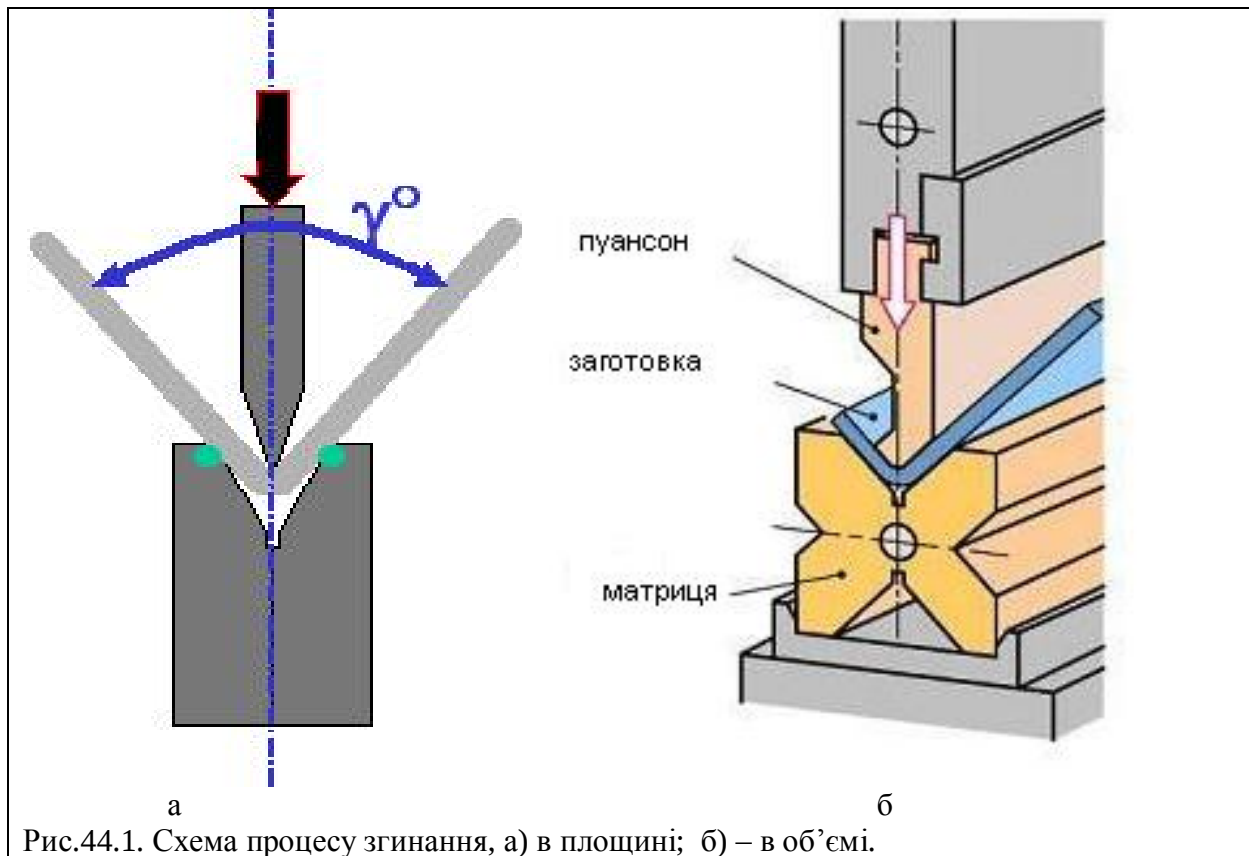
Мета роботи: за допомогою засобів 3d-моделювання дослідити зміну габаритних розмірів заготовки в залежності від параметрів інструменту (радіус згинання) та товщини оброблюваного матеріалу при виготовленні виробів з листового металу шляхом згинання.

Теоретичні відомості

Згинання відносять до формозмінних операцій як і формування, витяжку, обтискання, випинання, листове накатування та ін. Формозмінні операції забезпечують отримання з листової чи порожнистої заготовки просторової деталі необхідної форми та розмірів.

Згинанням змінюють напрямок осі заготовки за допомогою штампів. В залежності від форми деталі згинання заготовки може бути одно -, дво - та багатокутовим. Процес згинання (рис.44.1) супроводжується розтягом зовнішніх волокон та стисканням внутрішніх волокон оброблюваного

матеріалу, при чому, зі зменшенням радіусу згинання зростає відносне стиснення внутрішніх



волокон та розтяг зовнішніх. Тому мінімальний радіус згинання приймають з умов, що не допускають руйнування зовнішніх розтягнутих шарів. Зазвичай мінімальний внутрішній радіус згинання встановлюють в залежності від пластичності матеріалу та напрямку прокатки:

$$r_{\min} = (0.25 \dots 2.5)h, \quad \text{де } h \text{ – товщина листа, мм.}$$

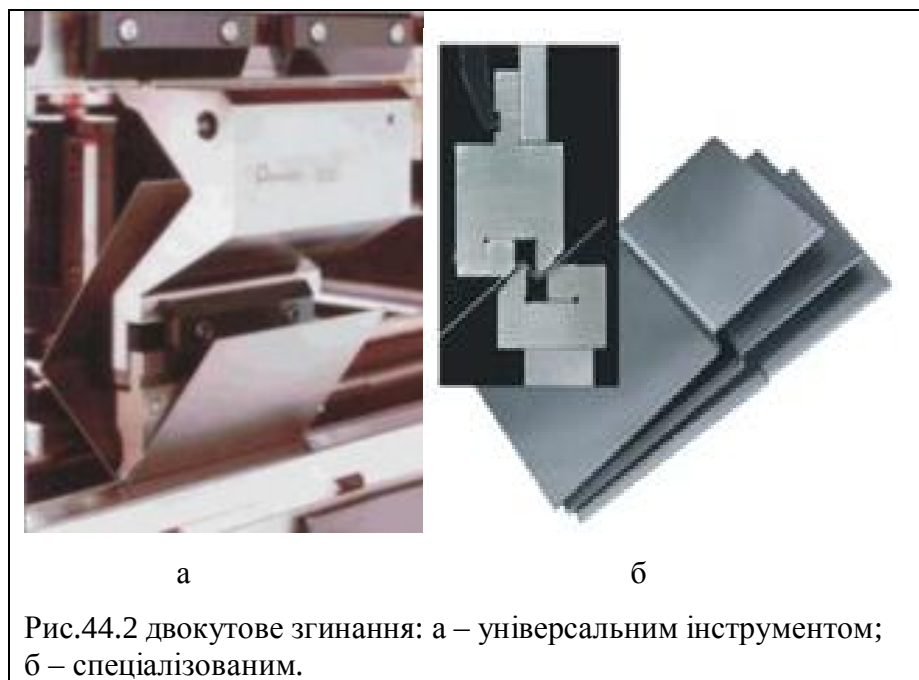
Згинання металу в холодному стані супроводжується пружно-пластичною деформацією поблизу кутів згинання. Прояв пружних властивостей матеріалу призводить до збільшення значення кута згинання заготовки на кут розпружинення, котрий для середньовуглецевих сталей при згинанні на 90° може складати $6 \dots 12^\circ$, для алюмінію, м'якої сталі та м'якої латуні – $2 \dots 6^\circ$. Тому при проектуванні згинальних штамів слід враховувати похибку на розпружинення.

Зусилля (P), що діє на інструмент при однокутовому згинанні, з достатньою для практичних розрахунків точністю, можна визначати за формулою:

$$P = 0.7Bh^2\sigma_b / (r+h),$$

де B – ширина заготовки, мм; σ_b – границя міцності матеріалу заготовки, Па; r – радіус згинання, мм; h – товщина заготовки, мм.

В залежності від бажаного результату, виконують одно -, дво - чи багатокутове згинання відповідними інструментами чи їх наборами. На рис.44.2 показано процес двокутового згинання: а – за два переходи універсальним



інструментом; 2б – за один перехід спеціалізованим інструментом. Багатокутова обробка (рис.44.3) проводиться набором інструментів (рис.44.4). При

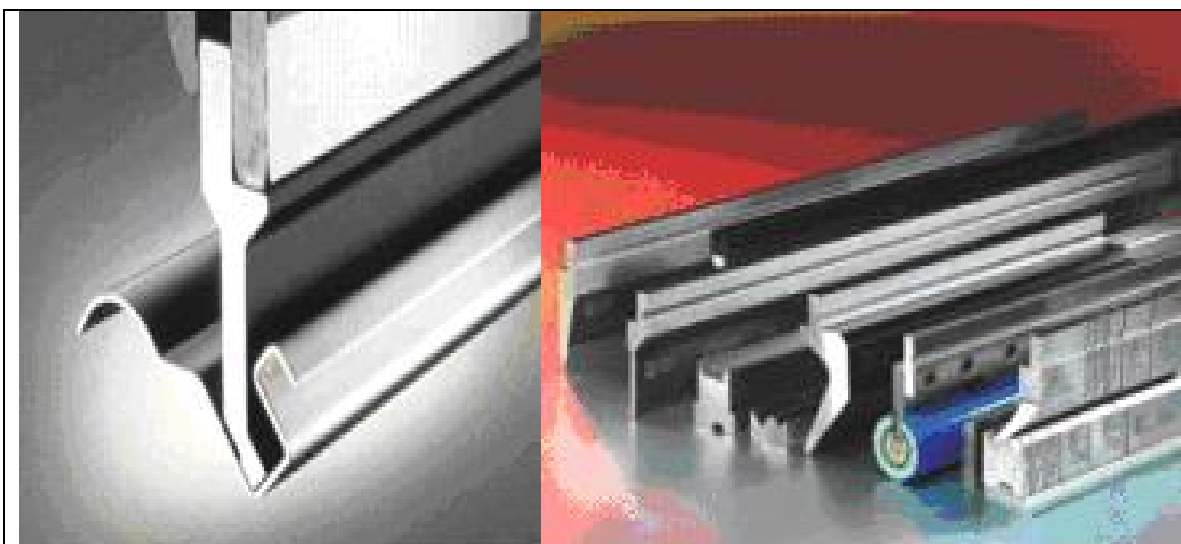


Рис.44.3 Багатокутова обробка.

Рис.44.4 Різновиди інструменту для згинання.

цьому, в залежності від типу інструменту та способу обробки можна отримати різну форму виробу. Схеми отримання деяких форм виробів згинанням показано на рис.44.5. Також на рис.44.6 представленні зразки продукції виготовленої способом згинання.

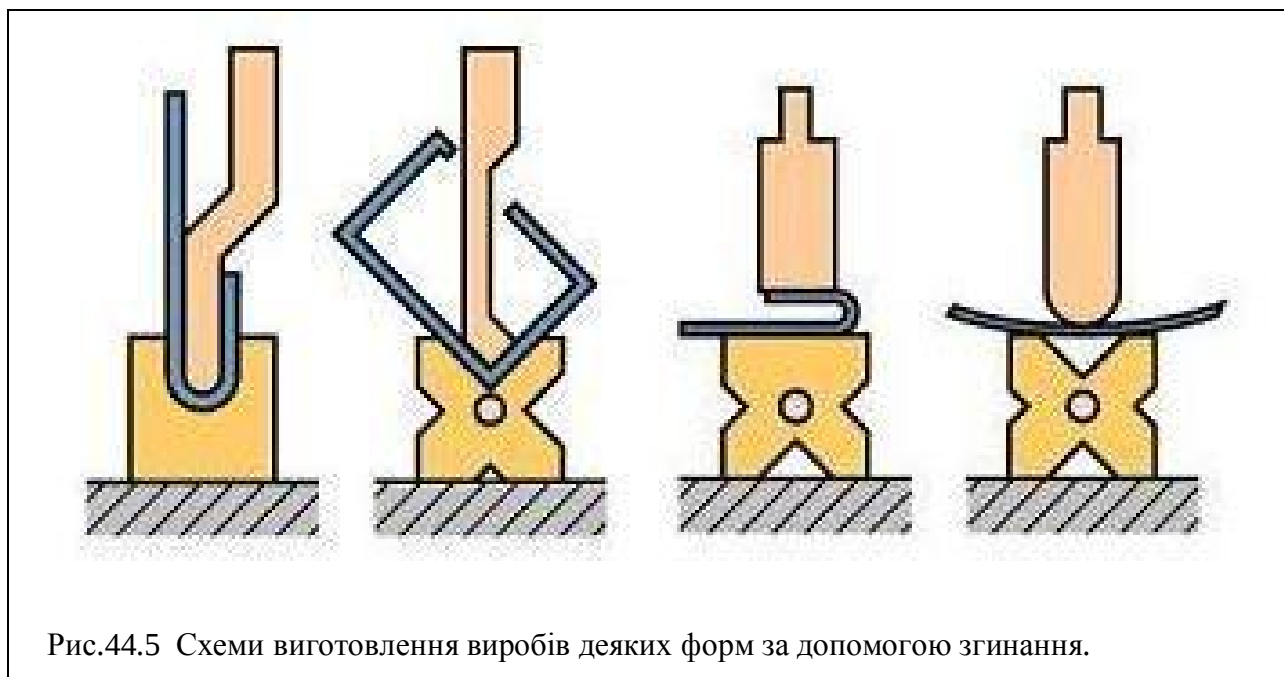


Рис.44.5 Схеми виготовлення виробів деяких форм за допомогою згинання.

Даний вид обробки, дозволяє виготовляти широкий спектр продукції, різноманітної за своєю формою та призначенням, яка знаходить застосування в автомобілебудуванні, літакобудуванні, транспортному та

сільськогосподарському машинобудуванні, електро- та приладобудуванні, виробництві товарів широкого вжитку.



Як видно, з наведеного вище, існує достатньо висока різноманітність форм та розмірів виробів та широкий ряд інструменту. Кожен інструмент має свої геометричні особливості та забезпечує різний кут згинання заготовки. Тому, для отримання виробів належної якості, слід враховувати цей фактор при визначенні розмірів заготовки.

Хід роботи

1. Студенти отримують завдання та ознайомлюються з готовою трьохмірною моделлю виробу (побудова моделі описана в додатку) на базі якої проводитимуть дослідження. Модель має контрольний розмір $A=140$, який в процесі досліджень повинен залишатися сталим. Для однієї частини варіантів завдань це габаритний розмір виробу між двома протилежними згинами (рис.44.7 а), для іншої частини варіантів завдань – це відстань між внутрішніми стінками протилежних згинів (рис.44.7 б). Для задавання типу контрольного розміру, необхідно в *дереві*

- 31

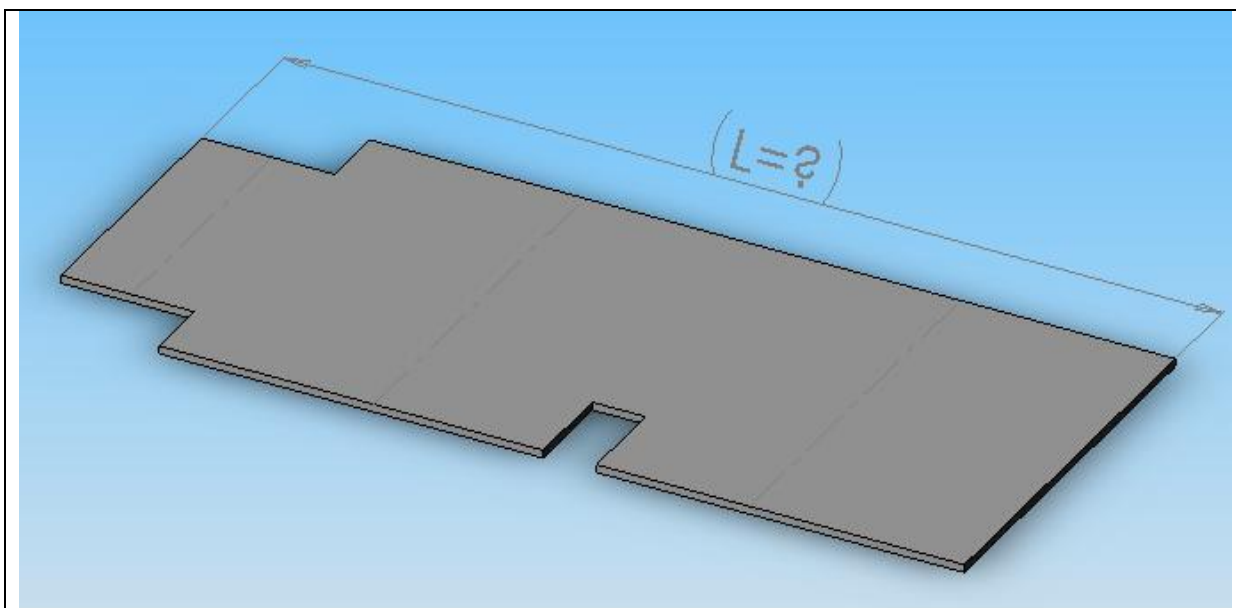


Рис.44.8 Вимірювання довжини розгортки L

4. Вимкнути режим розгортки, для чого повторно натиснути кнопку

Плаский стан  на панелі інструментів **Листовий метал**. Повторити вимірювання згідно параметрів зазначених у завданні. Слідкувати за дотриманням контрольного розміру.

5. Результати вимірювань занести в таблицю 44.1.

6. Побудувати графіки залежності довжини розгортки L від радіусу згинання R та товщини матеріалу h.

7. Зробити висновки.

Звіт з лабораторної роботи повинен містити: назву роботи; мету роботи; короткі теоретичні відомості; рис.44.1а., рис.44.5; табл.44.1, заповнену даними дослідження; графіки $L=f(R)$ та $L=f(h)$; висновок.

Табл.44.1

R								
h								
L								

Варіанти завдань

№ Вар.	R, мм	h, мм	№ Вар.	R, мм	h, мм	№ Вар.	R, мм	h, мм	№ Вар.	R, мм	h, мм	№ Вар.	R, мм	h, мм
1	1	1 2 3 4	6	6	1 2 3 4	11	7	2 3 4 5	16	3	1 2 3 4	21	6	1 2 3 4
	2 3 4 5	2		2 3 4 5	3		2 3 4 5	4		2 3 4 5	3		1 2 3 4	1
2	2	2 3 4 5	7	7	1 2 3 4	12	5	1 2 3 4	17	4	1 2 3 4	22	5	2 3 4 5
	2 3 4 5	1		3 4 5 6	2		2 3 4 5	2		2 3 4 5	2		3 4 5 6	3
3	3	1 2 3 4	8	6	1 2 3 4	13	3	2 3 4 5	18	5	1 2 3 4	23	4	3 4 5 6
	2 3 4 5	3		1 2 3 4	1		1 2 3 4	3		2 3 4 5	1		1 2 3 4	2
4	4	1 2 3 4	9	5	2 3 4 5	14	1	1 2 3 4	19	6	1 2 3 4	24	7	2 3 4 5
	2 3 4 5	2		3 4 5 6	3		2 3 4 5	2		2 3 4 5	3		2 3 4 5	4
5	5	1 2 3 4	10	4	3 4 5 6	15	2	2 3 4 5	20	7	1 2 3 4	25	5	1 2 3 4
	2 3 4 5	1		1 2 3 4	2		2 3 4 5	1		3 4 5 6	2		2 3 4 5	2

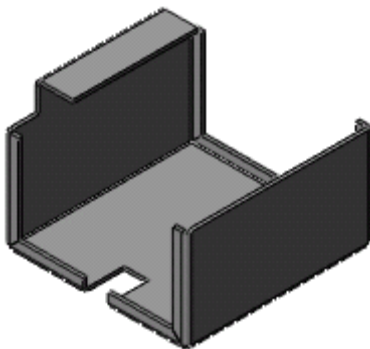
Для варіантів 1-12 контрольним розміром є габаритний розмір виробу між двома протилежними згинами (рис.44.7 а), для іншої частини варіантів завдань – це відстань між внутрішніми стінками протилежних згинів (рис.44.7 б)

Додаток

Побудова трьохмірної твердо тільної моделі.

Порядок побудови трьохмірної моделі:

- Формування базової окрайки.
- Додавання окрайки під кутом.
- Дзеркальне відображення деталі та створення нових згинів.
- Додавання виступу та його згинання.
- Додавання вирізки по згину.
- Згортання та розгортання одного та декількох згинів.
- Створення креслення деталі з листового металу



Створення базової окрайки

При створенні деталі з листового металу, зазвичай, проектується деталь в згорнутому стані. Це дозволяє зберегти загальний задум проекту та розміри готової деталі.

Для створення деталі з листового металу, накресліть незамкнений профіль та скористайтесь елементом «базова окрайка» для створення тонкостінного елемента та згинів.

1. Відкрийте нову деталь.

2. Натисніть кнопку **Базова окрайка/Виступ**  на панелі інструментів «Листовий метал».

 Якщо панель інструментів «Листовий метал» не відображується, оберіть: **Вид, Панелі інструментів, Листовий метал**.

3. Оберіть **Передню** робочу площину. Ескіз відкриється на **передній** площині.

4. Намалюйте профіль, щоб нижній кут ескізу знаходився в вихідній точці, як показано на рис.44.8, і вкажіть його розміри. Додайте взаємозв'язок **Рівність** між двома вертикальними лініями, щоб їхні довжини залишилися рівними.

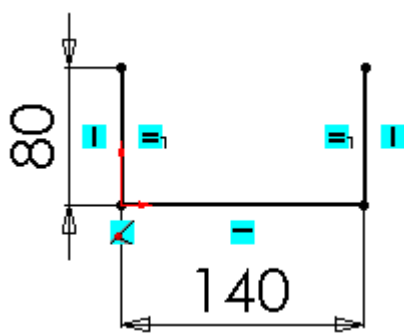


рис.44.8

5. Натисніть кнопку **Вийти з ескізу**  на панелі інструментів "Ескіз".

6. В PropertyManager (Менеджері властивостей) в розділі **Напрямок 1:**

- Встановіть для параметрів **Гранична умова** значення **На задану відстань**.
- Встановіть для параметра **Глибина**  значення **75**.

7. В вікні групи **Налаштування листового металу:**

- Встановіть для параметра **Товщина**  значення **3**.

- Встановіть для параметра **Радіус згинання**  значення **1**.

8. Натисніть **ОК** .

Ескіз витягнеться та автоматично додадуться згини (рис.44.9).



рис.44.9

Перегляд дерева конструювання FeatureManager

Елемент "базова окрайка" створює наступні нові елементи в дереві конструювання FeatureManager:

-  **Sheet-Metal1 (Листовий метал 1)**. Містить налаштування згину за вмовчанням. Для редагування радіусу згинання за вмовчанням, допуску згинання чи типу вирізу для зняття напруження за вмовчанням натисніть правою кнопкою мишки на елемент **Sheet-Metal1 (Листовий метал 1)** та оберіть **Редагувати елемент**.
-  **Base-Flange1 (Базова окрайка 1)**. Означає перший твердотільний елемент деталі з листового металу. Щоб відредагувати параметри елемента Base-Flange (Базова окрайка), натисніть правою кнопкою мишки на елемент **Base-Flange1 (Базова окрайка 1)** та оберіть **Редагувати елемент**.
-  **Flat-Pattern1 (Плоский-Масив 1)**. Розрівнює деталь з листового металу. Плоский масив за вмовчанням загашений, оскільки деталь знаходиться в зігнутому стані. Щоб розрівняти деталь, натисніть правою кнопкою мишки на елемент **Flat-Pattern1 (Плоский-Масив1)** та оберіть **Висвітлити**.

Коли елемент Flat-Pattern (Плоский-Масив) загашений, всі нові елементи, котрі додаються в деталь, автоматично вставляються над елементом Flat-

Pattern (Плоский-масив) в дереві конструювання FeatureManager. Коли елемент Flat-Pattern (Плоский-Масив) висвітлений, нові елементи вставляються під ним в дереві конструювання FeatureManager и не відображаються в згорнутій деталі.

Додавання окрайки під кутом

При побудові моделі для даної роботи ми не використовуємо операцію **«Додавання окрайки під кутом»**, але вважаємо за доцільне вказати можливість такої операції та описати спосіб її виконання.

В деталь із листового металу можна додавати фланці. При цьому кути автоматично зрізуються. Спочатку необхідно намалювати лінію, яка буде використовуватися для створення окрайки під кутом, і вказати для неї розміри.

1. Натисніть кнопку **Приховати невидимі лінії**  на панелі інструментів "Вид".
2. Натисніть кнопку **Кромка під кутом**  на панелі інструментів «Листовий метал».
3. Оберіть внутрішню вертикальну окрайку приблизно так, як показано на рис 44.10.

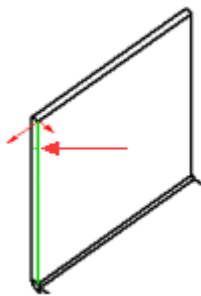


рис.44.10

Створюється площина ескізу, перпендикулярна до обраної окрайки, з початковою точкою в найближчій корінній точці окрайки.

 Якщо площину ескізу буде видно, оберіть **Вид, Площини**, щоб приховати її.

4. Натисніть кнопку **Збільшити елемент виду**  на панелі інструментів "Вид" та збільшіть масштаб лівого верхнього кута передньої грани моделі. Натисніть кнопку **Збільшити елемент виду**  ще раз, щоб виключити інструмент.

Накресліть, як показано, горизонтальну лінію, від внутрішньої вершини до середини деталі, та вкажіть для неї розміри рис.44.11.

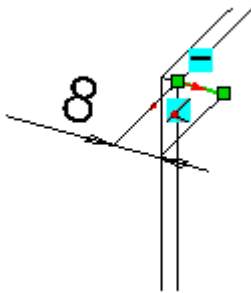


рис.44.11

Тепер буде створена окрайка під кутом.

1. Натисніть кнопку **Змінити в розмір екрану**  на панелі інструментів "Вид" для відображення всієї деталі.

2. Натисніть кнопку **Вийти з ескізу**  на панелі інструментів "Ескіз".

В вікні PropertyManager (Менеджер властивостей) елемент **Окрайка** <1> знаходиться в списку **Вздовж окрайок**  розділу **Налаштування окрайки під кутом**. Попереднє зображення окрайки під кутом з'явиться

в графічній області рис.44.12.

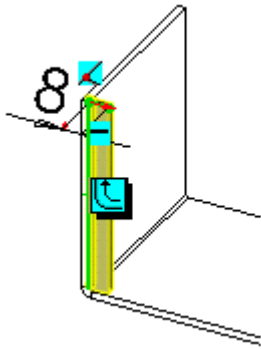
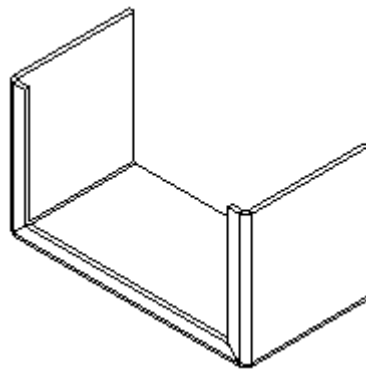


рис.44.12

3. Натисніть кнопку **Розповсюдити**  на обраній окрайці. окрайка під кутом буде створена та розповсюджена до ліній переходу. В списку **Вдovж окрайок**  вікна PropertyManager (Менеджер властивостей) з'являться ще чотири окрайки. Попереднє зображення окрайки під кутом з'явиться в графічній області.

4. Натисніть **ОК** .

Окрайка додається на обрані окрайки. Зверніть увагу на те, що автоматично додалися вирізи для зняття напружень на згинах, що дозволяють згортати та розгортати окрайки під



кутом

рис.44.13

5. Збережіть деталь як **Cover.sldprt**.

Дзеркальне відображення згинів деталей із листового металу

При дзеркальному відображенні деталі з листового металу також відображаються більшість згинів. Не відображаються лише ті згини, які

перпендикулярні до площини симетрії чи співпадають з нею. Вони подовжуються.

1. Натисніть кнопку **Зафарбувати окрайками** .
2. Натисніть кнопку **Ззаду**  на панелі інструментів «Стандартні види».
3. Натисніть кнопку **Вибрати** , щоб відмінити вибір будь-яких активних елементів.
4. Збільшіть масштаб лівого верхнього кута задньої грані моделі.
5. Натисніть кнопку **Дзеркально відобразити**  на панелі інструментів «Елементи».
6. Оберіть одну з тильних плоских граней, як показано на рис.44.14, для параметра **Дзеркальне відображення/Площина грані** .

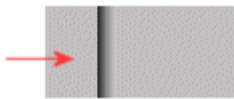


рис.44.14

7. В вікні групи **Копіювати тіла** оберіть для параметра **Тверде тіло/поверхня - Тіла для дзеркального відображення**  окрайку під кутом в графічній області, як показано на рис.44.15

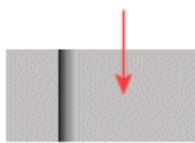


рис.44.15

8. Натисніть **ОК** .
9. Натисніть кнопку **Ізометрія**  на панелі інструментів "Стандартні види".

Дзеркально відобразиться вся деталь, включаючи згини листового металу

від крайки під кутом рис.44.16.

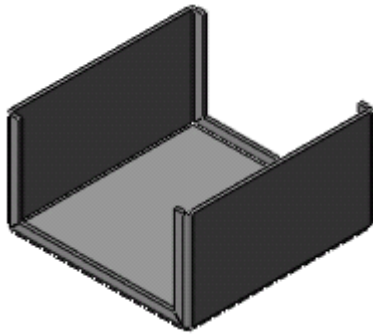


рис.44.16

10. Розгорніть елемент **Mirror1** (Дзеркальне відображення 1) в дереві конструювання FeatureManager (Менеджера властивостей) і зверніть увагу на те, що з'явилися нові згини, котрі необхідно включити в дзеркально відображувану геометрію.

Додавання виступу

1. Оберіть, як показано на рис.44.17, вертикальну крайку, а потім натисніть кнопку **Базова крайка/Виступ**  на панелі інструментів “Листовий метал”.

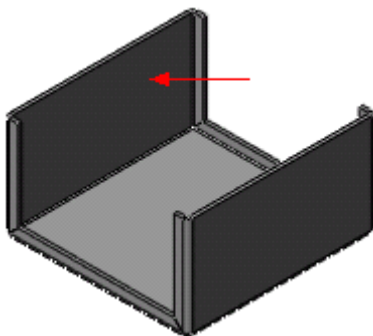


рис.44.17

Ескіз відкривається на обраній грані.

2. Накресліть прямокутник над деталлю з листового металу, щоб нижня крайка співпадала з внутрішньою крайкою, зазначеною на

рис.44.18. Це гарантує, що вкладка буде правильно розміщена на грані.

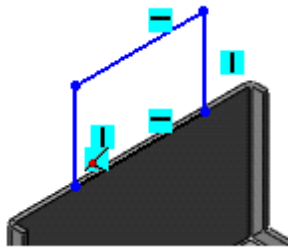


рис.44.18

3. Вкажіть розміри прямокутника: висота - **50** и ширина - **100**.

4. Додайте взаємозв'язок «Збіг» між середньою точкою однієї горизонтальної лінії прямокутника та **передньою** площиною.

a. Натисніть правою кнопкою мишки на одну з горизонтальних ліній прямокутника, потім оберіть **Обрати середню точку**.

b. Натисніть кнопку **Додати взаємозв'язки**  на панелі інструментів «Ескіз».

c. В лівому верхньому куті графічної області натисніть знак плюса, щоб розгорнути плаваюче дерево конструювання FeatureManager, тоді оберіть **Зпереду**.

d. В вікні PropertyManager (Менеджер властивостей), в вікні групи **Додати взаємозв'язки** оберіть **Збіг** .

e. Натисніть **ОК** , щоб переставити прямокутник на основі доданого взаємозв'язку.

5. Натисніть кнопку **Вийти з ескізу**  на панелі інструментів «Ескіз».

В деталь додається виступ рис.44.18. Глибину зазначати не потрібно, оскільки система SolidWorks пов'язує товщину виступу з товщиною

базової

окрайки.

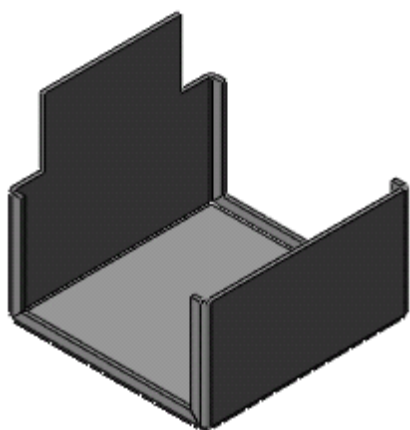


рис.44.18

Згинання виступу

Тепер буде вказано спосіб згинання виступу.

1. Оберіть ту ж вертикальну грань, котра була обрана в попередньому розділі, потім натисніть кнопку **Намальований згин**  на панелі інструментів «Листовий метал».

2. Накресліть горизонтальну лінію довільної довжини. Вкажіть відстань **30** нижче верхньої частини виступу, як показано на рис.44.19

 Не вимагається, щоб довжина лінії згину дорівнювала довжині грані, що згинається.

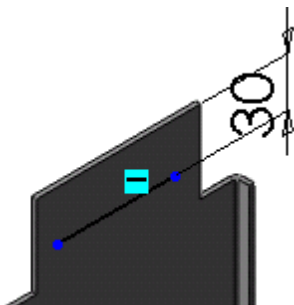


рис.44.19

3. Натисніть кнопку **Вийти з ескізу**  на панелі інструментів «Ескіз».

Поле вибору **Зафіксована грань**  в вікні PropertyManager (Менеджер властивостей) буде активним.

4. В графічній області оберіть вертикальну грань під лінією згину для **Зафіксованої грані** .

5. В вікні PropertyManager (Менеджер властивостей), в вікні групи **Налаштування згину**:

- Встановіть для параметра **Розміщення згину** значення **Згин назовні** .
- Встановіть для параметра **Кут згинання** значення **90**.
- Оберіть **Використати радіус за умовчанням**.

6. Натисніть **ОК** .

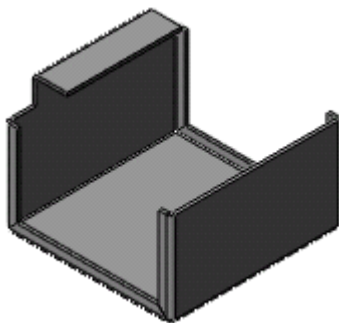


рис.44.20

7. Збережіть деталь.

Додавання вирізу на згині

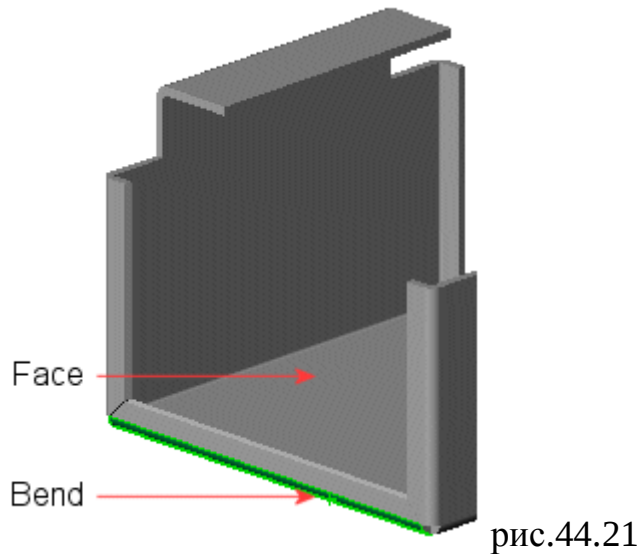
Щоб зробити виріз на згині, необхідно розігнути лише той згин, по якому потрібно зробити виріз.

Натисніть кнопку **Розігнути**  на панелі інструментів “Листовий метал”.

Зафіксована грань активна  в PropertyManager (Менеджері властивостей).

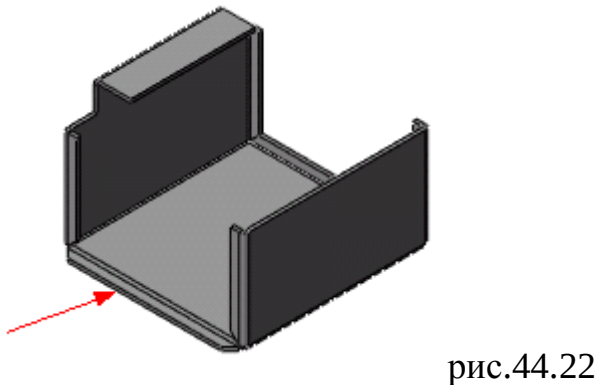
1. В графічній області оберіть грань і зігніть її, як показано для параметрів **Зафіксована грань**  і **Розігнути**  рис.44.21.

 Зверніть увагу на те, що згини можна вибирати, лише коли обрано параметр **Розігнути**.



3. Натисніть **ОК** .

Будуть розігнуті лише вибрані згини, рис.44.22.



Далі створюємо виріз на згині.

1. Натисніть кнопку **Витягнутий виріз**  на панелі інструментів «Елементи».

2. Виберіть вказану грань, накресліть прямокутник, який виходить за крайку, та вкажіть його розміри. Розмір 60 мм - це відстань від лівої крайки прямокутника до початкової точки, рис.44.23.

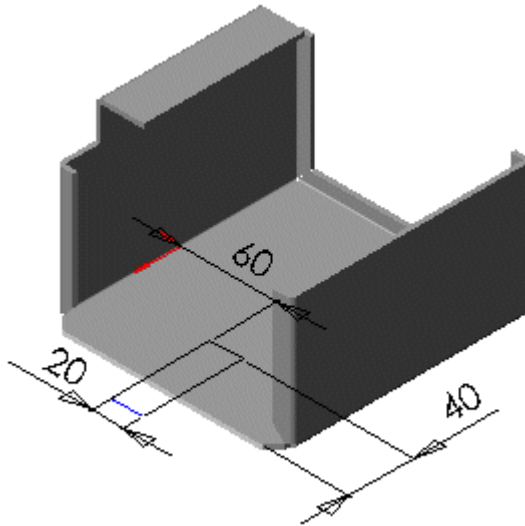


рис.44.23

3. Натисніть кнопку **Вийти з ескізу**  на панелі інструментів «Ескіз».

4. В вікні PropertyManager (Менеджер властивостей) виберіть **Через все** в списку **Граничні умови**, а потім натисніть **ОК** .

Виріз пройде через область згину, рис.44.24

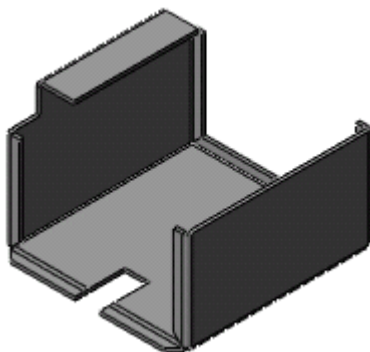


рис.44.24

Тепер знову зігніть згин в згорнутий стан.

1. Натисніть кнопку **Зігнути**  на панелі інструментів «Листовий метал».
2. В графічній області виберіть нижню грань в якості **Зафіксованої грані** .
3. В вікні PropertyManager (Менеджер властивостей) натисніть **Знайти всі згини**, щоб додати все не зігнуті згини в список **Зігнути згини** .
4. Натисніть **ОК** .

Деталь повернеться в повністю зігнутий стан с вирізом по згинам, рис.44.25.

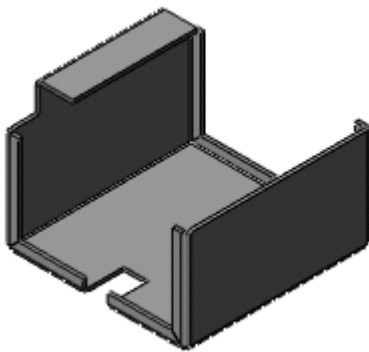


рис.44.25

Розрівнювання та згортання всієї деталі

Можна розрівняти зразу всі згини на деталі з листового металу.

1. Натисніть кнопку **Плаский стан**  на панелі інструментів «Листовий метал».
- З'явиться плоска деталь із листового металу з відображенням всіх ліній згинання, рис.44.26.

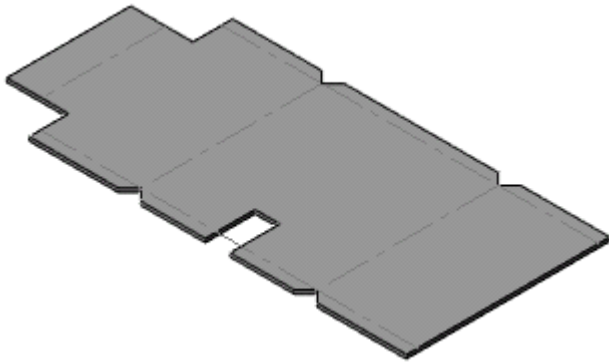
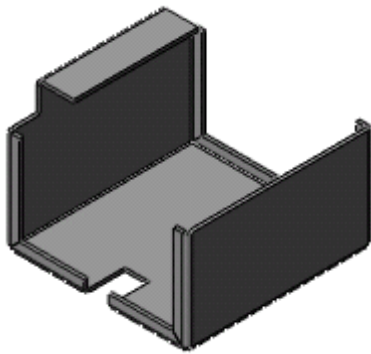


рис.44.26

2. Щоб знову згорнути деталь, ще раз натисніть кнопку **Плаский стан**



3. Збережіть деталь.



Створення креслення деталі з листового металу

Тепер необхідно створити креслення деталі з листового металу. Почнемо з виду згорнутої моделі, а потім додамо вид розгорнутої моделі.

1. Відкрийте нове креслення.

2. Натисніть кнопку **Параметри**  на панелі інструментів «Стандартна».

3. На вкладці **Налаштування користувача** виберіть **Креслення, Тип відображення**.

4. В вікні групи **Лінії переходу в нових креслярських лініях** оберіть **Видимі** та натисніть **ОК**.

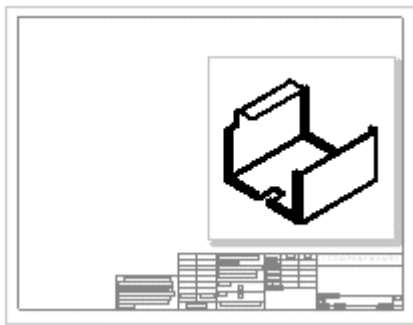
5. В вікні PropertyManager (Менеджер властивостей), в вікні групи Деталь/Збірка для вставки виберіть **Кришка** в списку **Відкрити документи**.

6. Натисніть кнопку **Далі** .

7. В вікні групи **Орієнтація** виберіть **Ізометрія** в списку **Орієнтація виду**.

Форма вказівника показує, що можна вибрати місце на кресленні для розміщення виду.

8. Натисніть в тому місці, де необхідно розташувати вид на кресленні. Якщо з'являється повідомлення з запитом, чи потрібно в виді використовувати ізометричні (дійсні) розміри, натисніть **Так**.



9. Натисніть **Закрити** .

Потім додайте вид розгорнутої моделі. При створенні деталі з листового металу в список **Орієнтація виду** автоматично додається вид плоского масиву.

1. Натисніть кнопку **Вид моделі**  на панелі інструментів «Креслення».

2. В вікні PropertyManager (Менеджер властивостей), в вікні групи Деталь/Збірка для вставки виберіть **Кришка** в списку **Відкрити документи**.

3. Натисніть кнопку **Далі** , а потім:

- В вікні групи **Орієнтація** виберіть **Плоский масив** в списку **Орієнтація виду**.

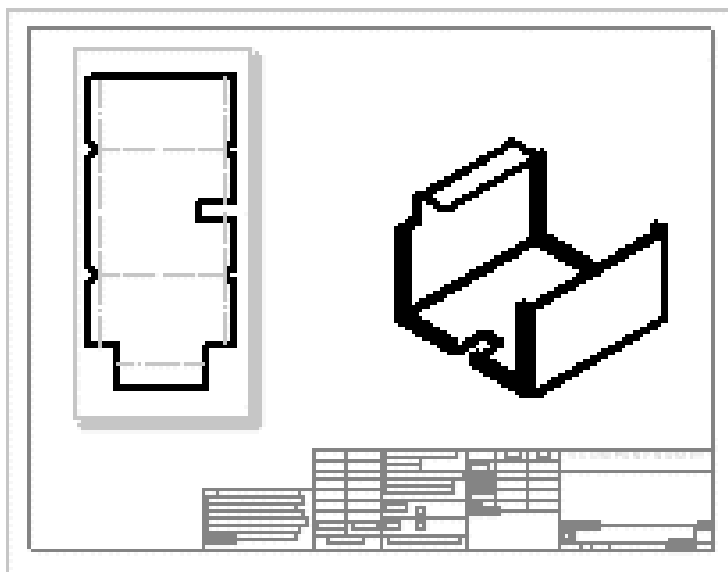
- В вікні групи **Масштаб** виберіть **Використовувати масштаб користувача** та встановіть для масштабу значення **1:3**.

4. Натисніть в том місці, де необхідно розташувати вид на кресленні.

5. Натисніть **Закрити** .

6. Збережіть креслення як **Cover.slddrw**.

7. Якщо з'явиться повідомлення про те, що модель, на яку мається посилання в кресленні, була змінена, і запит про необхідність її збереження, натисніть кнопку **Так**, щоб зберегти і креслення, і оновлену модель.



Практична робота № 45

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.

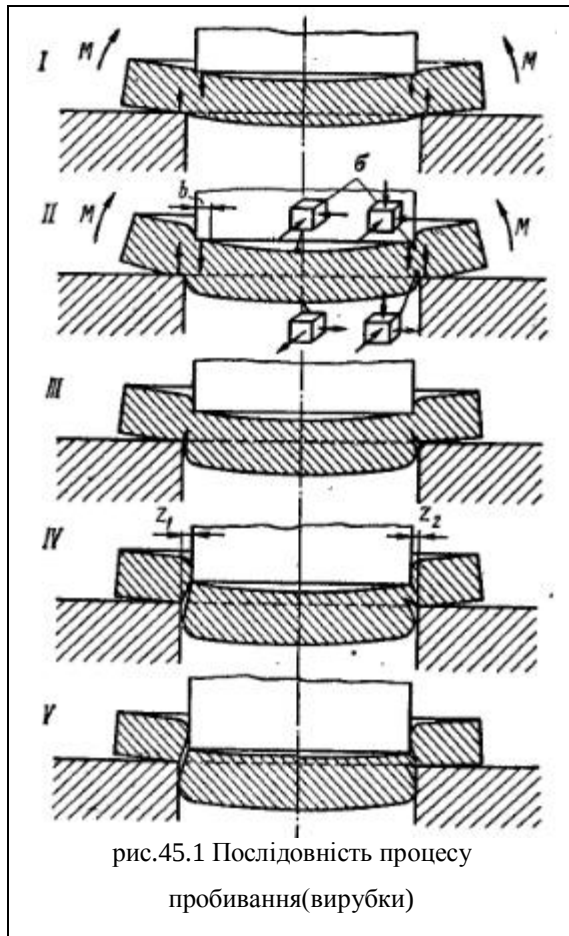
Під час пробивання відбувається зріз матеріалу між краями складно контурного пуансону та еквідистантної до нього по контуру матриці. Пуансон та матриця виготовляються з матеріалів значно твердіших, ніж матеріал заготовки (гартована сталь, металокерамічний твердий сплав).

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 легированих 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.

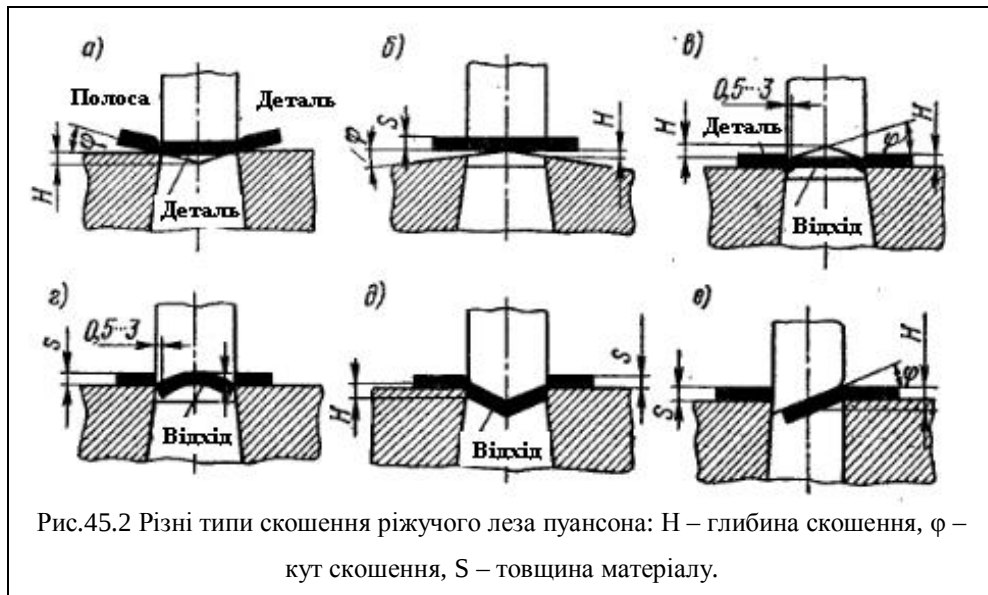


Під час пробивання отворів у штампі, пуансон та матриця є, так би мовити, ножами замкнутої конфігурації, котрі мають спряжені різальні леза. Послідовність процесу пробивання показана на рис. 45.1. Процес обробки складається з трьох стадій: пружної, пластичної та сколювання.

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.

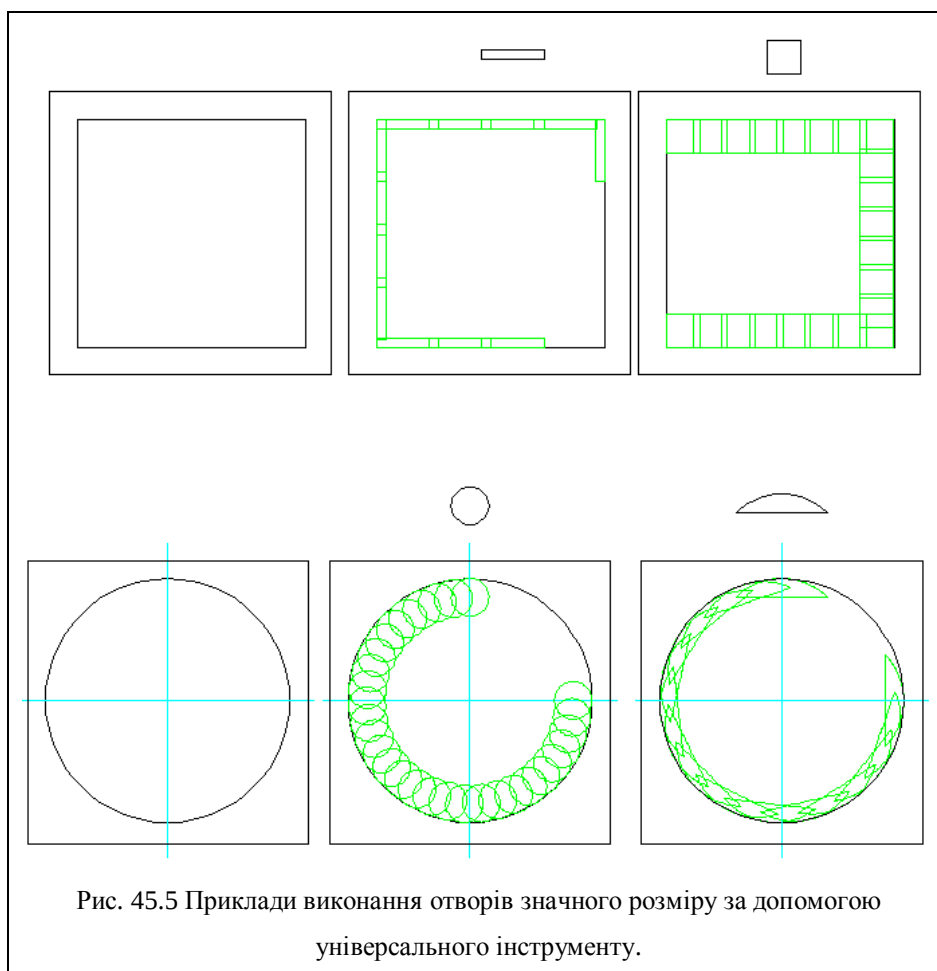
В результаті локалізованого втискання пуансона та матриці, виникає круговий момент згинання, утворений силами різання, умовно представлений на рис.45.1, I та II рівнодійними нормальних напружень. Безпосередньо під різальним лезом пуансону створюється напружений стан об'ємного стиснення, а над різальним 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 зрізання. 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.



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

$$T_v = T_3 + mT_o + nT_i \quad (2)$$

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

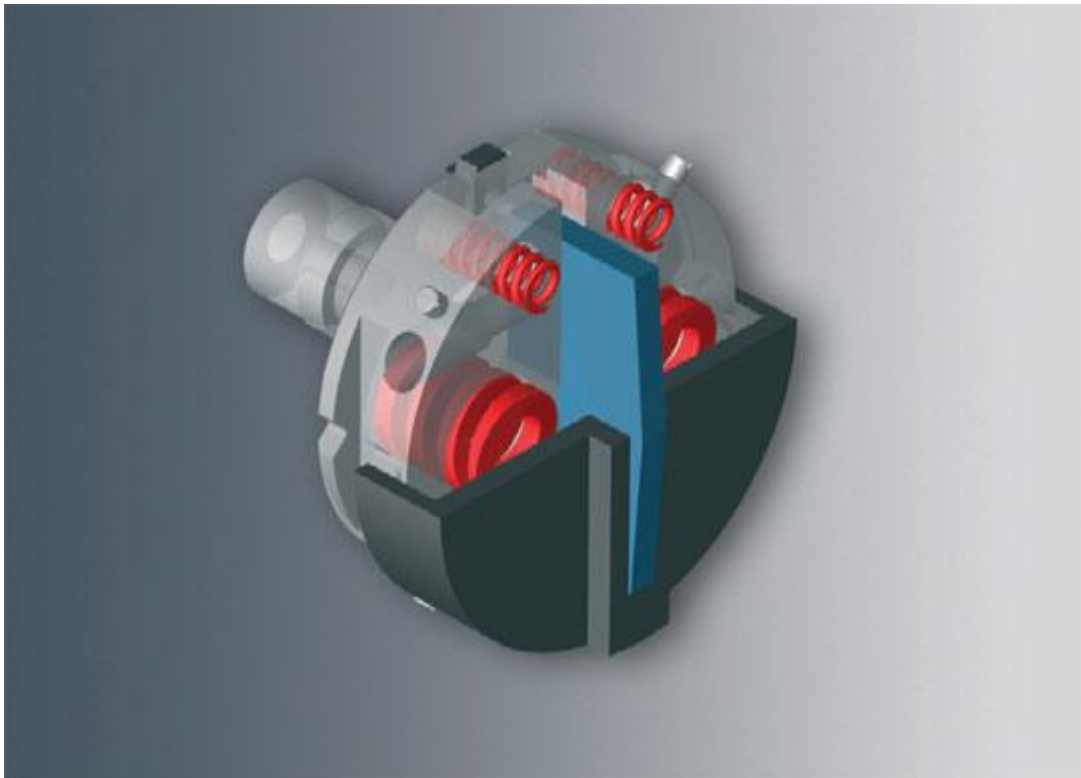


Рис.45.6 Універсальні штампи.

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.

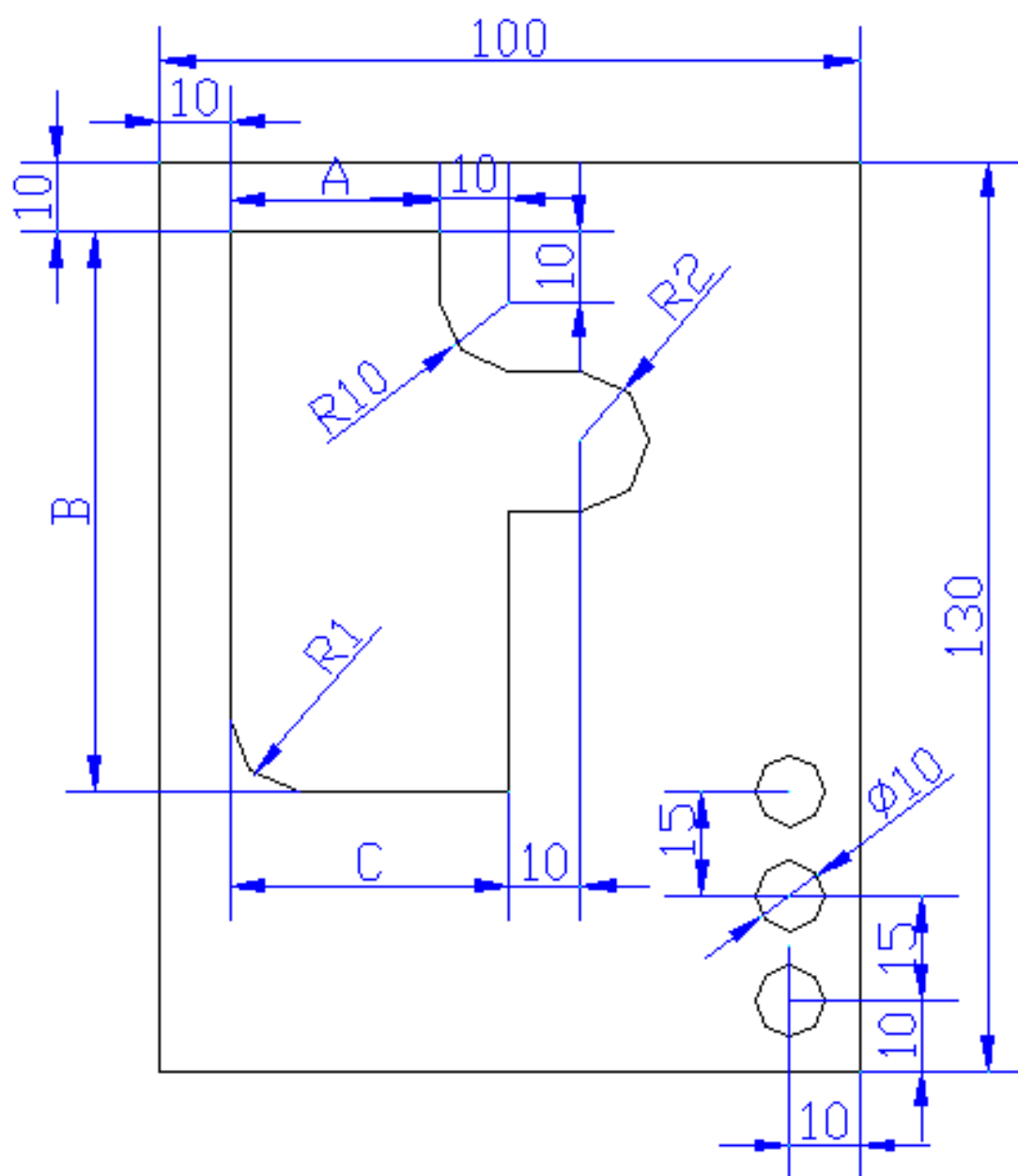
Зміст звіту

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

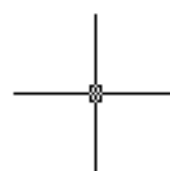
Контрольні запитання

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.

Завдання №1



BAD	A	B	C	R1	R2
1	30	80	80	10	10
2	35	70	70	20	20
3	25	90	90	15	30
4	40	85	85	5	40



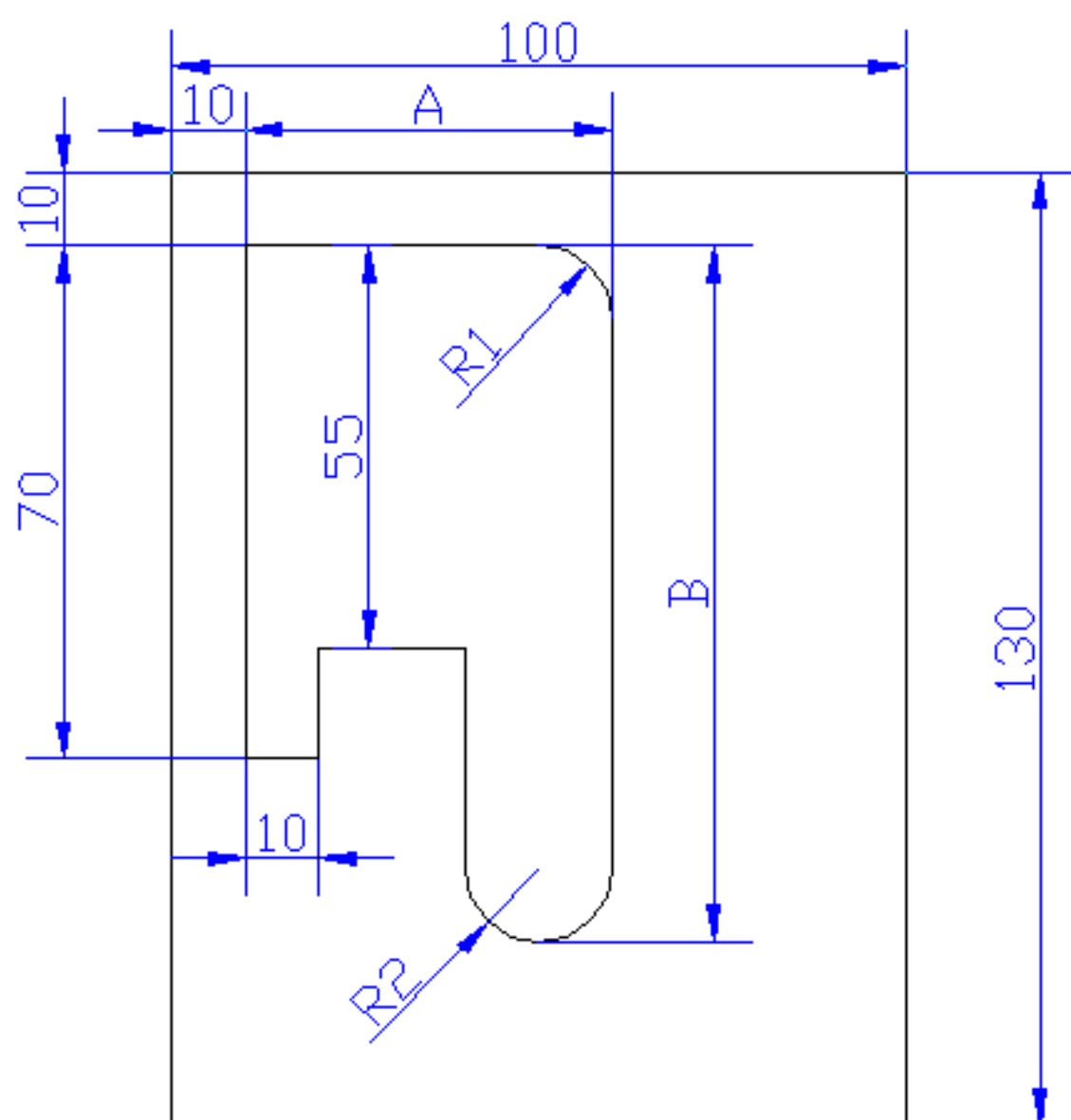
Зановел М

Розроб.

Перев.

Лит.

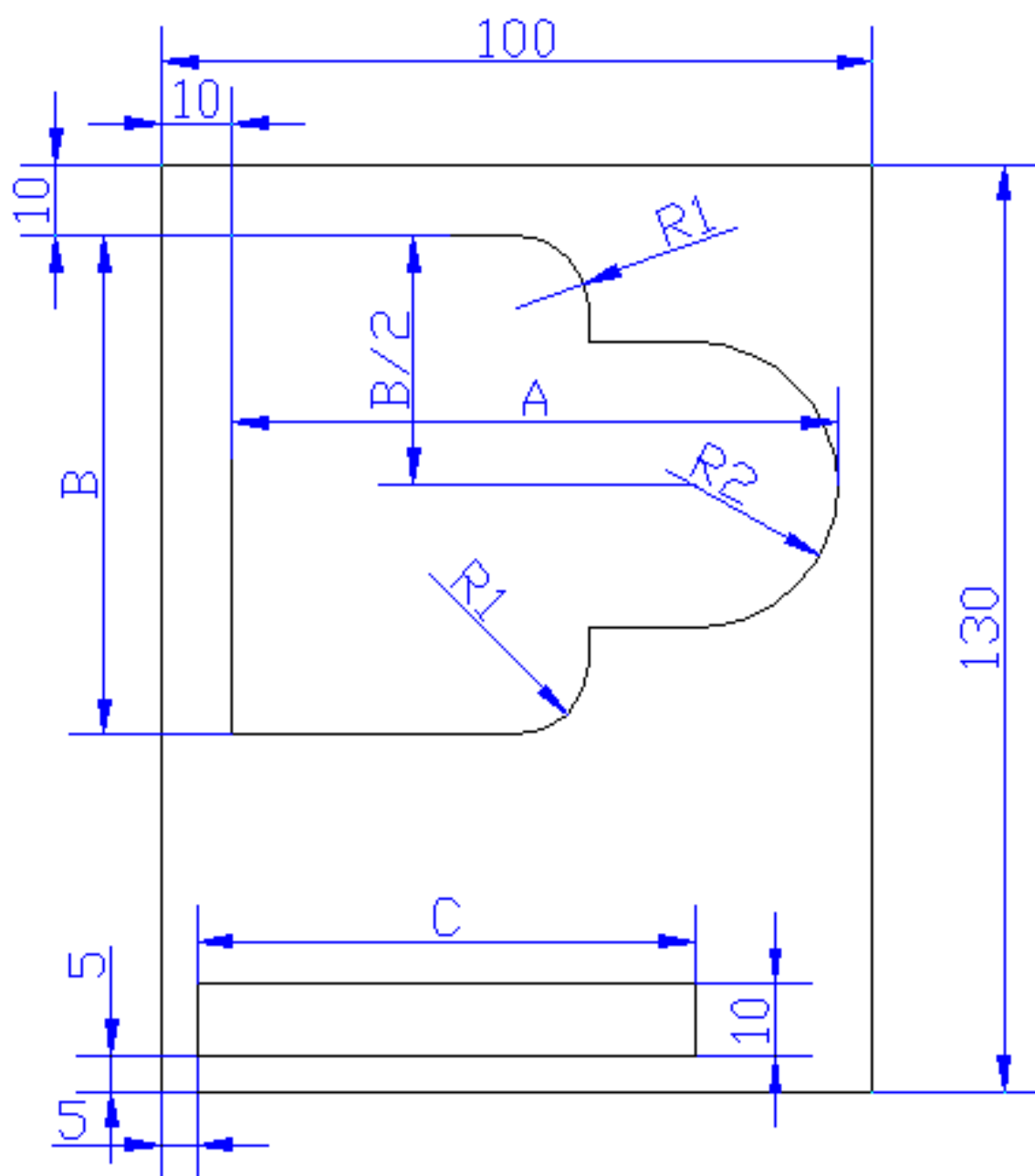
Завдання №2



вар	A	B	C	R1	R2
1	50	80	30	10	10
2	55	100	40	20	20
3	60	90	55	15	30
4	70	70	25	5	40

Завдання №						Лист
Розроб.						
Перев.						

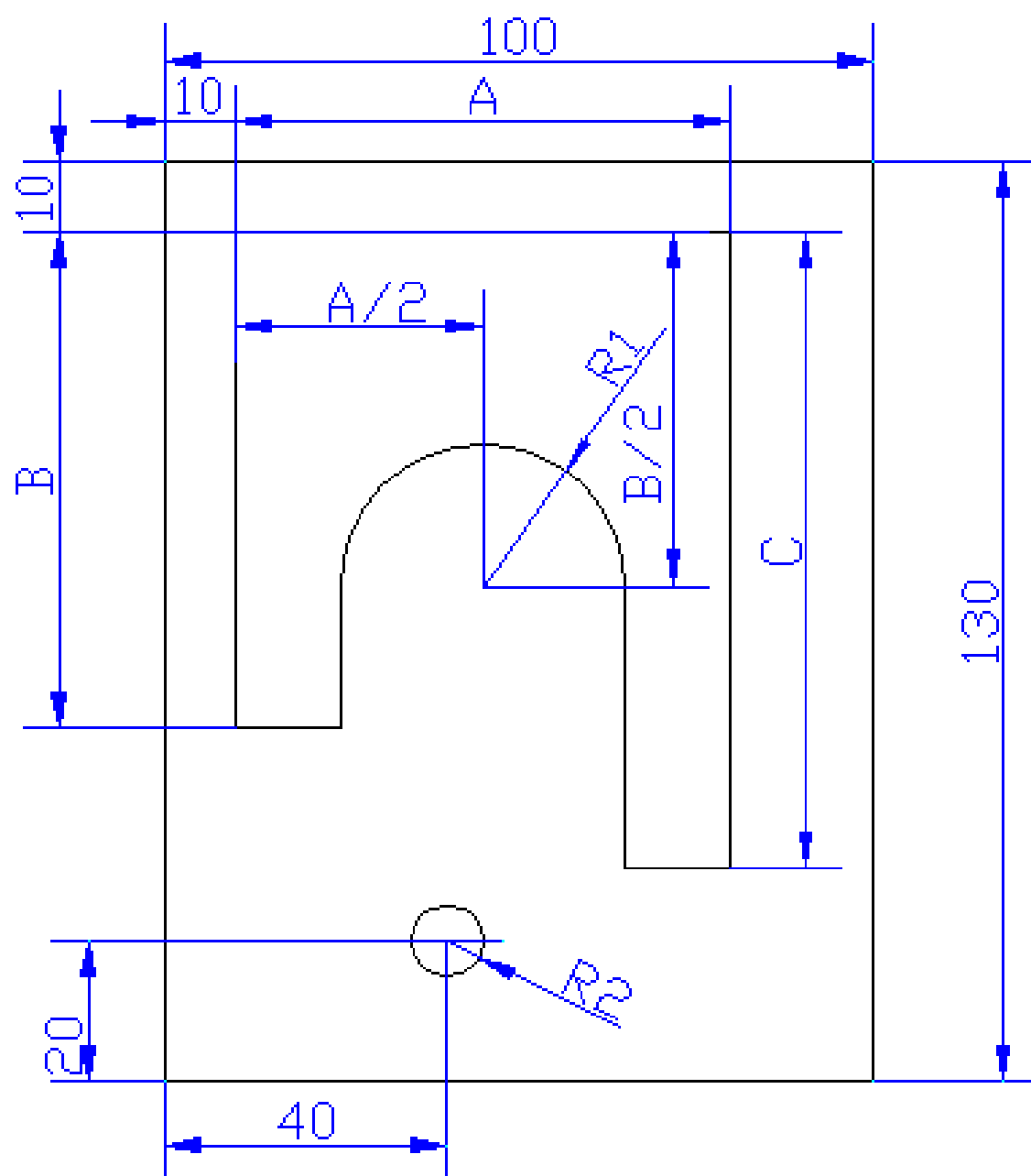
Завдання №3



вар	A	B	C	R1	R2
1	85	80	80	10	10
2	70	70	70	15	15
3	60	90	90	20	20
4	50	85	60	5	30

Замовл. №						Лист
Розроб.						
Перев.						

Завдання №4



вар	A	B	C	R1	R2
1	70	80	80	10	10
2	80	70	70	20	15
3	85	90	90	25	5
4	75	60	100	15	2.5

Замов. №					Лист.
Розроб.					
Перев.					

