

Міністерство освіти і науки України
Донбаська державна машинобудівна академія (ДДМА)

ТЕХНОЛОГІЯ КОВАЛЬСЬКО-ШТАМПУВАЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

Методичні вказівки
до практичних та самостійних робіт
для студентів спеціальності 136 "Металургія"
денної та заочної форм навчання

Затверджено
на засіданні методичної ради
Протокол № від

Краматорськ
ДДМА
2021

УДК 621.7

Технологія ковальсько-штампувального виробництва : методичні вказівки до практичних та самостійних робіт для студентів спеціальності 136 "Металургія" денної та заочної форм навчання / уклад. О.В. Чучин. – Краматорськ : ДДМА, 2021. - 28 с.

Представлені порядок виконання практичних робіт, контрольні питання та питання до самостійної підготовки з курсу «Технологія ковальсько-штампувального виробництва».

Укладач

О. В. Чучин, ст. виклад

Відповід. за випуск

І. С. Алієв, проф.

ЗМІСТ

Практична робота 1	4
Визначення розмірів і форми заготовок для виготовлення холодною видавлюванням деталі «Стрижень з фланцем»	
Практична робота 2	5
Розробка і аналіз варіантів виготовлення холодною видавлюванням деталі «Стрижень з фланцем»	
Практична робота 3	6
Розрахунок деформаційних і енергосилових параметрів для варіантів виготовлення холодною видавлюванням деталі «Стрижень з фланцем»	
Практична робота 4	7
Розробка технології виготовлення холодною видавлюванням деталі «Стрижень з фланцем»	
Практична робота 5	8
Розробка штампового оснащення для процесу виготовлення холодною видавлюванням деталі «Стрижень з фланцем»	
Практична робота 6	9
Розрахунок робочих інструментів штампа на міцність	
Практична робота 7	11
Визначення розмірів і форми заготовок для виготовлення холодною видавлюванням порожнистої деталі	
Практична робота 8	12
Розробка і аналіз варіантів виготовлення холодною видавлюванням порожнистої деталі	
Практична робота 9	13
Розрахунок деформаційних і енергосилових параметрів для варіантів виготовлення холодною видавлюванням порожнистої деталі	
Практична робота 10	15
Розробка технології виготовлення холодною видавлюванням порожнистої деталі	
Практична робота 11	16
Розробка штампового оснащення для процесу виготовлення холодною видавлюванням порожнистої деталі	
Практична робота 12	17
Розрахунок робочих інструментів штампа для виготовлення порожнистої деталі на міцність	
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	19
Додаток А	20
Додаток Б	23
Додаток В	25

Практична робота 1

Визначення розмірів і форми заготовок для виготовлення холодним видавлюванням деталі «Стрижень з фланцем»

Мета роботи: визначити розміри декількох заготовок для виготовлення холодним видавлюванням зазначеної в завданні деталі стрижневого типу

Порядок виконання роботи

1. Відповідно до зазначеного викладачем варіанту (див. рис. А.1 і табл. А.1 в Додатку А) вибрати розміри деталі, її форму і матеріал, з якого деталь виготовляється. На окремій сторінці в зошиті представити в масштабі деталь (якщо розміри окремих ділянок деталі не великі, то можна вибирати масштаб М 2:1 і т. д.) і вказати всі необхідні розміри.

2. З урахуванням зазначених розмірів деталі і матеріалу, з якого деталь виготовляється, розрахувати послідовно: об'єм окремих ділянок деталі, об'єм всієї деталі і масу деталі.

3. Виходячи з припущення, що об'єм деталі дорівнює об'єму заготовки, після вибору двох - трьох діаметрів заготовки визначити для кожного діаметра висоту заготовки.

Примітка: Якщо відношення діаметра заготовки до її висоти менше 0,8, то необхідно підібрати діаметр заготовки (зменшити розмір) з таким розрахунком, щоб відношення цього діаметра заготовки до її висоти дорівнювало 1.

4. Кожну з заготовок представити в масштабі з зазначенням діаметрального і висотного розмірів.

Контрольні питання і питання для самостійної підготовки

1. Яким чином розраховується об'єм деталі й об'єм заготовки?
2. Яким чином вибираються діаметри заготовок і розраховуються їх висоти?
3. Що називають масою норми витрати і як її розраховують?
4. Що називають коефіцієнтом використання металу і як його розраховують?
5. Що називають коефіцієнтом виходу придатного і як його розраховують?
6. Що називають коефіцієнтом вагової точності і як його розраховують?
7. Як отримують заготовки (на якому обладнанні, із застосуванням якого інструменту)?
8. Які дефекти спостерігаються після виготовлення заготовок?

Практична робота 2

Розробка і аналіз варіантів виготовлення холодним видавлюванням деталі «Стрижень з фланцем»

Мета роботи: з урахуванням встановлених в практичній роботі 1 розмірів і форми декількох заготовок розробити п'ять (три) варіантів виготовлення холодним видавлюванням деталі стрижневого типу

Порядок виконання роботи

1. Розробити п'ять (три) варіантів виготовлення холодним видавлюванням [1, стор. 6-14, 20-50] деталі стрижневого типу, розглянутої в практичній роботі 1.

2. Кожен варіант має мати заголовок і починатися з представлення в масштабі заготовки з розмірами. Всі переходи для кожного з варіантів необхідно показати у вигляді схем деформування. Схеми деформування представити з інструментами (пуансонами, матрицями) і в двох положеннях: зліва від осі - в момент зіткнення активного інструменту із заготовкою, праворуч від осі - в кінцевому положенні активного інструменту. На схемах вказувати поперечні розміри ділянок деталі, які формуються. Всі переходи необхідно зображати в масштабі.

Примітка: Якщо у варіанті використовується коротка заготовка (відношення її діаметра до висоти менше 0,8), то на першому переході застосовується операція калібрування заготовки з меншим діаметром і більшою висотою (див. Примітку до п. 3 в практичній роботі 1).

3. Для кожного з п'яти (трьох) варіантів вказати переваги і недоліки виготовлення холодним видавлюванням деталі стрижневого типу (наприклад, з урахуванням кількості переходів у варіанті, складності виготовлення інструментів, що застосовуються і т. д.).

Контрольні питання і питання для самостійної підготовки

1. Привести схеми поздовжнього видавлювання.
2. Які схеми видавлювання відносяться до поєднаних?
3. Які схеми видавлювання відносяться до комбінованих?
4. Переваги та недоліки схем комбінованого видавлювання з вільною течією металу заготовки.
5. На основі яких критеріїв вибирається оптимальний варіант виготовлення деталі холодним видавлюванням?
6. Привести схему виготовлення деталі типу стрижень з фланцем комбінованим зворотно-радіальним видавлюванням.
7. Привести схему виготовлення деталі типу стрижень з фланцем радіальним видавлюванням.
8. Привести схему виготовлення деталі типу стрижень з фланцем прямим видавлюванням.

Практична робота 3
Розрахунок деформаційних і енергосилових параметрів
для варіантів виготовлення холодним видавлюванням
деталі «Стрижень з фланцем»

Мета роботи: розрахувати деформаційні і енергосилові параметри для всіх переходів наведених в практичній роботі 2 варіантів виготовлення холодним видавлюванням деталі «Стрижень з фланцем»

Порядок виконання роботи

1. Для заданого в практичній роботі 1 матеріалу, з якого виготовляється деталь, побудувати криву зміцнення - графік залежності напруження плинності σ_s від логарифмічного ступеня деформації e ($\sigma_s = f(e)$). Дані для побудови кривої зміцнення необхідно взяти з табл. Б.1 в Додатку Б.

2. Розрахувати величину відносного ступеня деформації ε і величину логарифмічного ступеня деформації e для кожного переходу кожного з варіантів виготовлення холодним видавлюванням деталі «Стрижень з фланцем». Величина логарифмічного ступеня деформації e розраховується за формулою:

$$e = \ln \frac{1}{1 - \varepsilon}.$$

3. Розрахувати величину приведенного тиску $\bar{p}$ для кожного переходу кожного з варіантів виготовлення холодним видавлюванням деталі «Стрижень з фланцем». Якщо формула для розрахунку величини приведенного тиску $\bar{p}$ розглянутої схеми видавлювання відома в технічній літературі, то можна нею скористатися (наприклад, [1, стор. 69-79]). В іншому випадку необхідно самостійно розрахувати величину приведенного тиску $\bar{p}$, наприклад, застосовуючи МВО (метод верхньої оцінки).

4. Розрахувати величину тиску p (МПа) і силу P (кН) деформування для кожного переходу кожного з варіантів виготовлення холодним видавлюванням деталі «Стрижень з фланцем». Якщо формули для розрахунку параметрів p (МПа) і P (кН) розглянутої схеми видавлювання відомі в технічній літературі і в них враховується зміцнення матеріалу заготовки в процесі холодного видавлювання, то можна ними скористатися. В іншому випадку необхідно розрахувати величини p (МПа) і P (кН) за відповідними формулами:

$$p = \bar{p} \sigma_s ;$$
$$P = p F_a ,$$

де σ_s - напруження плинності, яке визначається з кривої зміцнення (див. п. 1) з урахуванням розрахованої величини логарифмічного ступеня деформації ϵ для даної схеми видавлювання (див. п. 2), МПа;

F_a - площа контакту активного інструменту (пуансона) з заготовкою, яка деформується, м²

5. З п'яти (трьох) розроблених варіантів виготовлення холодним видавлюванням деталі стрижневого типу вибрати оптимальний варіант і обґрунтувати цей вибір з урахуванням п. 3 в практичній роботі 2 і п. 2-4 в даній практичній роботі.

Контрольні питання і питання для самостійної підготовки

1. Для чого потрібна крива зміцнення?
2. Що означає вираз «апроксимація кривої зміцнення»?
3. Який показник ступеня деформації можна підсумувати на переходах?
4. Для чого потрібні величини $\bar{p}$, p (МПа), P (кН)?
5. Які відомі теоретичні методи в обробці металів тиском і які з них застосовуються в холодному видавлюванні?
6. Чому МВО назвали «методом верхньої оцінки»?
7. Які прийняті допущення в МВО?

Практична робота 4

Розробка технології виготовлення холодним видавлюванням деталі «Стрижень з фланцем»

Мета роботи: розробити технологію оптимального варіанту (див. п. 5 в практичній роботі 3) виготовлення холодним видавлюванням деталі стрижневого типу

Порядок виконання роботи

1. Розділити сторінку в зошиті на дві частини по вертикалі. З лівого боку в масштабі представити всі переходи оптимального варіанту виготовлення холодним видавлюванням деталі стрижневого типу у вигляді відповідної схеми деформування відповідно до рекомендацій, розглянутих в п. 2 практичної роботи 2.

2. Розрахувати необхідні припуски і допуски всіх геометричних розмірів напівфабрикатів, що виготовляються на переходах (якщо такі є), і поковки (див. формули, представлені в [1, стор. 62-66]).

Примітка: Якщо в практичній роботі 2 не були розраховані всі висотні і діаметральні розміри напівфабрикатів на переходах, то це необхідно зробити в даному пункті.

3. З правого боку розглянутої сторінки в зошиті представити порядок з відповідною схемою деформування ескізи напівфабрикатів, які виготовляються, і поковки із зазначенням всіх розрахованих припусків і допусків.

4. Порядок з кожною схемою деформування вказати у вигляді відповідних значків необхідність в термічній обробці (відпалі) заготовки (напівфабрикату) перед цією операцією і в змащенні. Нижче схем деформування представити опис режиму термічної обробки і властивостей змащення, яке застосовується [1, стор. 106-108].

5. Вибрати обладнання для кожного переходу оптимального варіанту виготовлення холодним видавлюванням деталі стрижневого типу і відзначити основні характеристики цього обладнання [2, стор. 238-239].

Контрольні питання і питання для самостійної підготовки

1. Яке призначення напусків, припусків і допусків?
2. В якому випадку холодним видавлюванням можна виготовляти деталі (без подальшої механічної обробки)?
3. Яка термічна обробка застосовується для заготовок і напівфабрикатів з сталей, кольорових металів і сплавів?
4. Призначення носія мастильного матеріалу.
5. Яка мастило застосовується для сталевих заготовок і заготовок з кольорових металів і сплавів?
6. Яке обладнання застосовується для процесів холодного видавлювання?

Практична робота 5

Розробка штампового оснащення для процесу виготовлення холодним видавлюванням деталі «Стрижень з фланцем»

Мета роботи: для одного з переходів обраного в п. 5 в практичній роботі 3 оптимального варіанту виготовлення холодним видавлюванням деталі стрижневого типу розробити штампове оснащення

Порядок виконання роботи

1. Розробити штампове оснащення для одного з переходів обраного в п. 5 в практичній роботі 3 оптимального варіанту виготовлення холодним видавлюванням деталі стрижневого типу [1, стор. 137-147].

2. Представити у вигляді ескізу основний розріз штампа і плану низу (бажано це зробити на розвороті двох листів зі збереженням проєкційних зв'язків).

Примітка: В розріз штампа повинна потрапити пара «колонка-втулка».

3. Проставити основні розміри, посадки і позиції окремих деталей в штампі.
4. З урахуванням проставлених позицій і їх розшифровки зробити опис роботи штампа в «статичі» і «динаміці».

Контрольні питання і питання для самостійної підготовки

1. Які деталі штампа відносяться до блоку, а які до пакету?
2. Яким чином здійснюється кріплення верхньої і нижньої половин штампа на пресах?
3. Призначення застосування в штампі декількох пар «колонка-втулка».
4. Можливості механізації і автоматизації процесів холодного видавлювання.
5. Особливості конструювання штампів з роз'ємними матрицями.
6. З яких матеріалів виготовляються основні деталі штампів?
7. Які виштовхувачі і знімачі застосовуються в штампах і яке їхнє призначення?

Практична робота 6

Розрахунок робочих інструментів штампа на міцність

Мета роботи: виконати розрахунок пуансонів (протипуансонів) штампа, представленого в практичній роботі 5, на міцність

Порядок виконання роботи

1. Виконати в масштабі ескіз пуансона (або протипуансона) із зазначенням всіх поздовжніх і поперечних розмірів.
2. Розрахувати опорну поверхню пуансона (протипуансона) на зминання за формулою:

$$\sigma_{см} = \frac{P}{F_{см}},$$

де P - сила видавлювання на переході, для якого розроблений штамп (див. п. 4 в практичній роботі 3), кН;

$F_{см}$ - площа опорної поверхні пуансона (протипуансона); як правило, у цієї ділянки пуансона (протипуансона) в поздовжньому напрямку найбільший поперечний розмір, м²

Якщо $\sigma_{см} > [\sigma_{см}] = 100 \text{ МПа}$, то в цьому випадку необхідно між опорною поверхнею пуансона (протипуансона) і плитою штампа розміщувати калену прокладку ($[\sigma_{см}]$ - допустиме напруження на зминання).

3. Розрахувати пуансон (протипуансон) на стискання в найменшому перетині по формулі:

$$\sigma_{сж} = \frac{P}{F_{сж}},$$

де P - сила видавлювання на переході, для якого розроблений штамп (див. п. 4 в практичній роботі 3), кН;

$F_{сж}$ - площа пуансона (протипуансона) в найменшому перетині в позовжньому напрямку, м²

Розрахована величина напруження $\sigma_{сж}$ повинна бути менше величини допустимого напруження на стискання $[\sigma_{сж}]$, Тобто $\sigma_{сж} < [\sigma_{сж}]$. В іншому випадку необхідно або збільшувати (якщо це можливо) найменші поперечні розміри пуансона (протипуансона), або виготовляти пуансон (протипуансон) з міцнішого матеріалу.

4. Розрахувати вільну довжину пуансона (протипуансона) на позовжній вигин за формулою:

$$l = 4,43 \sqrt{\frac{E J}{n P}},$$

де E - модуль пружності ($E = 2,2 \times 10^{11}$ Па);

J - момент інерції перерізу, м⁴;

n - коефіцієнт безпеки (для сталі сирої $n = 4 \dots 5$, для сталі загартованої $n = 2 \dots 3$);

P - сила видавлювання на переході, для якого розроблений штамп (див. п. 4 в практичній роботі 3), Н

У розглянутого пуансона (протипуансона) його вільна довжина (див. п. 1) повинна бути менше, ніж величина вільної довжини пуансона (протипуансона), яка розрахована за формулою вище.

5. Повторити п. 1-4 для іншого пуансона (протипуансона).

Контрольні питання і питання для самостійної підготовки

1. Яку функцію виконують в штампі пуансони, протипуансони, матриці?

2. Яким чином пуансони, протипуансони, матриці закріплюються в штампі?

3. Які переваги та недоліки у суцільних і бандажованих матриць?

4. Способи збирання бандажованих матриць.

5. Варіанти конструктивного оформлення пуансонів для різних схем видавлювання.

6. Яким чином виготовляються пуансони і протипуансони?

Практична робота 7
Визначення розмірів і форми заготовок для виготовлення
холодним видавлюванням порожнистої деталі

Мета роботи: визначити розміри декількох заготовок для виготовлення холодним видавлюванням зазначеної в завданні порожнистої деталі (з наскрізним або глухим отвором)

Порядок виконання роботи

1. Відповідно до зазначеного викладачем варіанту (див. рис. В.1 і табл. В.1 в Додатку В) вибрати розміри деталі, її форму і матеріал, з якого деталь виготовляється. На окремій сторінці в зошиті представити в масштабі порожнисту деталь (якщо розміри окремих ділянок деталі не великі, то можна вибирати масштаб М 2:1 і т.д.) і вказати всі необхідні розміри.

2. З урахуванням зазначених розмірів деталі і матеріалу, з якого деталь виготовляється, розрахувати послідовно: об'єм окремих ділянок деталі, об'єм всієї деталі і масу деталі.

3. Виходячи з припущення, що об'єм деталі дорівнює об'єму заготовки, після вибору двох - трьох діаметрів заготовки визначити для кожного діаметра висоту заготовки.

Примітки:

1. Якщо відношення діаметра заготовки до її висоти менше 0,8, то необхідно підібрати діаметр заготовки (зменшити розмір) з таким розрахунком, щоб відношення цього діаметра заготовки до її висоти дорівнювало 1.

2. Якщо в дні деталі є отвір діаметром більше 10 мм, то в разі виготовлення даної деталі з суцільної заготовки при розрахунку об'єму заготовки необхідно до об'єму деталі додати об'єм перемички, розміри якої такі: діаметр рівний діаметру отвору, а висота - 3 ... 4 мм.

4. Кожну з заготовок представити в масштабі з зазначенням діаметрального і висотного розмірів.

Контрольні питання і питання для самостійної підготовки

1. Яким чином розраховується об'єм порожнистої деталі і об'єм заготовки для її виготовлення?

2. Як розраховується об'єм заготовки для виготовлення порожнистої деталі з наскрізним отвором в дні більше 10 мм?

3. Яким чином вибираються діаметри заготовок і розраховуються їх висоти?

4. Які заготовки можна використовувати для процесів ХОШ?

5. На якому обладнанні отримують заготовки і з застосуванням якого інструменту?
6. Яким чином можна виготовити короткі заготовки (відношення діаметра заготовки до її висоти менше 0,3)?
7. Яку операцію необхідно передбачити перед зворотним видавлюванням порожнистої деталі типу стакан?
8. Які дефекти можуть з'явитися при виготовленні порожнистих деталей?

Практична робота 8

Розробка і аналіз варіантів виготовлення холодним видавлюванням порожнистої деталі

Мета роботи: з урахуванням встановлених в практичній роботі 7 розмірів і форми декількох заготовок розробити п'ять (три) варіантів виготовлення холодним видавлюванням порожнистої деталі

Порядок виконання роботи

1. Розробити п'ять (три) варіантів виготовлення холодним видавлюванням [1, стор. 6-14, 20-50] порожнистої деталі, розглянутої в практичній роботі 7.
2. Кожен варіант має мати заголовок і починатися з представлення в масштабі заготовки з розмірами. Всі переходи для кожного з варіантів необхідно показати у вигляді схем деформування. Схеми деформування представити з інструментами (пуансонами, матрицями) і в двох положеннях: зліва від осі - в момент зіткнення активного інструменту із заготовкою, праворуч від осі - в кінцевому положенні активного інструменту. На схемах вказувати поперечні розміри ділянок деталі, які формуються. Всі переходи необхідно зображати в масштабі.

Примітка:

1. Якщо у варіанті використовується коротка заготовка (відношення її діаметра до висоти менше 0,8), то на першому переході застосовується операція калібрування заготовки з меншим діаметром і більшою висотою (див. Примітку 1 до п. 3 в практичній роботі 7).
2. Операція калібрування також застосовується перед наступним зворотнім видавлюванням порожнистої деталі типу стакан.
3. Для кожного з п'яти (трьох) варіантів вказати переваги і недоліки виготовлення холодним видавлюванням порожнистої деталі (наприклад, з урахуванням кількості переходів у варіанті, складності виготовлення інструментів, що застосовуються і т. д.).

Контрольні питання і питання для самостійної підготовки

1. Привести схеми поперечного видавлювання.
2. Привести схеми прямого і зворотного видавлювання деталі типу стакан.
3. Привести схему радіального видавлювання зовнішнього фланця у порожнистої деталі.
4. Привести схему поєднаного зворотно-прямого видавлювання деталі з двома порожнинами.
5. Привести схему комбінованого зворотно-радіального видавлювання деталі типу стакан з фланцем у дна.
6. Переваги та недоліки простих схем і схем комбінованого видавлювання з вільною течією металу заготовки.
7. За якими параметрами вибирається оптимальний варіант виготовлення порожнистої деталі холодним видавлюванням?

Практична робота 9 **Розрахунок деформаційних і енергосилових параметрів** **для варіантів виготовлення холодним видавлюванням** **порожнистої деталі**

Мета роботи: розрахувати деформаційні і енергосилові параметри для всіх переходів наведених в практичній роботі 8 варіантів виготовлення холодним видавлюванням порожнистої деталі

Порядок виконання роботи

1. Для заданого в практичній роботі 7 матеріалу, з якого виготовляється порожниста деталь, побудувати криву зміцнення - графік залежності напруження плинності σ_s від логарифмічного ступеня деформації e ($\sigma_s = f(e)$). Дані для побудови кривої зміцнення необхідно взяти з табл. Б.1 в Додатку Б.
2. Розрахувати величину відносного ступеня деформації ε і величину логарифмічного ступеня деформації e для кожного переходу кожного з варіантів виготовлення холодним видавлюванням порожнистої деталі. Величина логарифмічного ступеня деформації e розраховується за формулою:

$$e = \ln \frac{1}{1 - \varepsilon}.$$

3. Розрахувати величину приведенного тиску $\bar{p}$ для кожного переходу кожного з варіантів виготовлення холодним видавлюванням порожнистої деталі. Якщо формула для розрахунку величини приведенного тиску $\bar{p}$

розглянутої схеми видавлювання відома в технічній літературі, то можна нею скористатися (наприклад, [1, стор. 69-79]). В іншому випадку необхідно самостійно розрахувати величину приведеного тиску $\bar{p}$, наприклад, застосовуючи МВО (метод верхньої оцінки).

4. Розрахувати величину тиску p (МПа) і силу P (кН) деформування для кожного переходу кожного з варіантів виготовлення холодним видавлюванням порожнистої деталі. Якщо формули для розрахунку параметрів p (МПа) і P (кН) розглянутої схеми видавлювання відомі в технічній літературі і в них враховується зміцнення матеріалу заготовки в процесі холодного видавлювання, то можна ними скористатися. В іншому випадку необхідно розрахувати величини p (МПа) і P (кН) за відповідними формулами:

$$p = \bar{p} \sigma_s;$$
$$P = p F_a,$$

де σ_s - напруження плинності, яке визначається з кривої зміцнення (див. п. 1) з урахуванням розрахованої величини логарифмічного ступеня деформації e для даної схеми видавлювання (див. п. 2), МПа;

F_a - площа контакту активного інструменту (пуансона) з заготовкою, яка деформується, м²

5. З п'яти (трьох) розроблених варіантів виготовлення холодним видавлюванням порожнистої деталі вибрати оптимальний варіант і обґрунтувати цей вибір з урахуванням п. 3 в практичній роботі 8 і п. 2-4 в даній практичній роботі.

Контрольні питання і питання для самостійної підготовки

1. Призначення кривої зміцнення.
2. Якими функціями можна апроксимувати криву зміцнення?
3. Який показник ступеня деформації може приймати значення більше 1?
4. Який зв'язок між величинами $\bar{p}$, p (МПа), P (кН)?
5. Назвати теоретичні методи в обробці металів тиском. Які з них застосовуються для опису процесів холодного видавлювання?
6. Які теоретичні методи відносять до «методів нижньої оцінки»?
7. Привести формулу, яку використовують в МВО, для розрахунку приведеного тиску і розшифрувати параметри, що входять в цю формулу.

Практична робота 10

Розробка технології виготовлення холодним видавлюванням порожнистої деталі

Мета роботи: розробити технологію оптимального варіанту (див. п. 5 в практичній роботі 9) виготовлення холодним видавлюванням порожнистої деталі

Порядок виконання роботи

1. Розділити сторінку в зошиті на дві частини по вертикалі. З лівого боку в масштабі представити всі переходи оптимального варіанту виготовлення холодним видавлюванням порожнистої деталі у вигляді відповідної схеми деформування відповідно до рекомендацій, розглянутих в п. 2 практичної роботи 8.

2. Розрахувати необхідні припуски і допуски всіх геометричних розмірів напівфабрикатів, що виготовляються на переходах (якщо такі є), і поковки (див. формули, представлені в [1, стор. 62-66]).

Примітка: Якщо в практичній роботі 8 не були розраховані всі висотні і діаметральні розміри напівфабрикатів на переходах, то це необхідно зробити в даному пункті.

3. З правого боку розглянутої сторінки в зошиті представити поряд з відповідною схемою деформування ескізи напівфабрикатів, які виготовляються, і поковки із зазначенням всіх розрахованих припусків і допусків.

4. Поряд з кожною схемою деформування вказати у вигляді відповідних значків необхідність в термічній обробці (відпалі) заготовки (напівфабрикату) перед цією операцією і в змащенні. Нижче схем деформування представити опис режиму термічної обробки і властивостей змащення, яке застосовується [1, стор. 106-108].

5. Вибрати обладнання для кожного переходу оптимального варіанту виготовлення холодним видавлюванням порожнистої деталі і відзначити основні характеристики цього обладнання [2, стор. 238-239].

Контрольні питання і питання для самостійної підготовки

1. Для чого потрібні напуски, припуски і допуски?
2. Яку точність розмірів поковки (напівфабрикату) можна забезпечити в процесах холодного видавлювання (цифри якості) і яка якість поверхні (значення параметрів шорсткості поверхні)?
3. Для яких матеріалів застосовується фосфатування, анодування і пасивування?
4. Якими властивостями повинні володіти носій мастильного матеріалу і змащення?

5. Яким чином наноситься змащення на поверхню заготовки (напівфабрикату) і яким чином віддаляється з поверхні?
6. Для процесів листового штампування і об'ємного штампування застосовується одне і теж обладнання?

Практична робота 11

Розробка штампового оснащення для процесу виготовлення холодним видавлюванням порожнистої деталі

Мета роботи: для одного з переходів обраного в п. 5 в практичній роботі 9 оптимального варіанту виготовлення холодним видавлюванням порожнистої деталі розробити штампове оснащення

Порядок виконання роботи

1. Розробити штампове оснащення для одного з переходів обраного в п. 5 в практичній роботі 9 оптимального варіанту виготовлення холодним видавлюванням порожнистої деталі [1, стор. 137-147].
2. Представити у вигляді ескізу основний розріз штампа і план низу (бажано це зробити на розвороті двох листів зі збереженням проєкційних зв'язків).
- Примітка:* В розріз штампа повинна потрапити пара «колонка-втулка».
3. Проставити основні розміри, посадки і позиції окремих деталей в штампі.
4. З урахуванням проставлених позицій і їх розшифровки зробити опис роботи штампа в «статичі» і «динаміці».

Контрольні питання і питання для самостійної підготовки

1. Привести класифікацію штамів, які застосовуються для процесів холодного видавлювання.
2. Яким чином забезпечується центрування верхньої половини штампа відносно нижньої?
3. Скільки застосовується пар «колонка-втулка» в штампах для процесів холодного видавлювання і як вони розташовані на плані низу?
4. З якою метою застосовують механізми для замикання напівматриць в процесі поперечного видавлювання?
5. Які застосовують механізми для замикання напівматриць в процесі поперечного видавлювання?
6. З яких матеріалів виготовляються деталі, що входять до блоку штампа?
7. Які бувають виштовхувачі і знімачі і в чому їх відмінність?

Практична робота 12

Розрахунок робочих інструментів штампа для виготовлення порожнистої деталі на міцність

Мета роботи: виконати розрахунок пуансонів (протипуансонів) штампа, представленого в практичній роботі 11, на міцність

Порядок виконання роботи

1. Виконати в масштабі ескіз пуансона (або протипуансона) із зазначенням всіх поздовжніх і поперечних розмірів.

2. Розрахувати опорну поверхню пуансона (протипуансона) на зминання за формулою:

$$\sigma_{см} = \frac{P}{F_{см}},$$

де P - сила видавлювання на переході, для якого розроблений штамп (див. п. 4 в практичній роботі 3), кН;

$F_{см}$ - площа опорної поверхні пуансона (протипуансона); як правило, у цієї ділянки пуансона (протипуансона) в поздовжньому напрямку найбільший поперечний розмір, м²

Якщо $\sigma_{см} > [\sigma_{см}] = 100 \text{ МПа}$, то в цьому випадку необхідно між опорною поверхнею пуансона (протипуансона) і плитою штампа розміщувати калену прокладку ($[\sigma_{см}]$ - допустиме напруження на зминання).

3. Розрахувати пуансон (протипуансон) на стискання в найменшому перетині по формулі:

$$\sigma_{сж} = \frac{P}{F_{сж}},$$

де P - сила видавлювання на переході, для якого розроблений штамп (див. п. 4 в практичній роботі 3), кН;

$F_{сж}$ - площа пуансона (протипуансона) в найменшому перетині в поздовжньому напрямку, м²

Розрахована величина напруження $\sigma_{сж}$ повинна бути менше величини допустимого напруження на стискання $[\sigma_{сж}]$, Тобто $\sigma_{сж} < [\sigma_{сж}]$. В іншому випадку необхідно або збільшувати (якщо це можливо) найменші поперечні розміри пуансона (протипуансона), або виготовляти пуансон (протипуансон) з міцнішого матеріалу.

4. Розрахувати вільну довжину пуансона (протипуансона) на поздовжній вигин за формулою:

$$l = 4,43 \sqrt{\frac{E J}{n P}},$$

де E - модуль пружності ($E = 2,2 \times 10^{11}$ Па);

J - момент інерції перерізу, м⁴;

n - коефіцієнт безпеки (для сталі сирової $n = 4 \dots 5$, для сталі загартованої $n = 2 \dots 3$);

P - сила видавлювання на переході, для якого розроблений штамп (див. п. 4 в практичній роботі 9), Н

У розглянутого пуансона (протипуансона) його вільна довжина (див. п. 1) повинна бути менше, ніж величина вільної довжини пуансона (протипуансона), яка розрахована за формулою вище.

5. Повторити п. 1-4 для іншого пуансона (протипуансона).

Контрольні питання і питання для самостійної підготовки

1. Яким чином пуансони, протипуансони, матриці центруються в штампі і відносно один одного?

2. Які навантаження відчують в процесі видавлювання пуансони, протипуансони, матриці?

3. Якими бувають бандажовані матриці?

4. Матеріали, з яких виготовляються пуансони, протипуансони, матриці.

5. Основні конструктивні параметри пуансонів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Алієва, Л. І. Ресурсозберігаючі процеси холодного видавлювання: посібник для студентів спеціальностей 131 «Прикладна механіка», 136 «Металургія» денної та заочної форм навчання / Л. І. Алієва, Л. В. Таган. – Електрон. дані. – Краматорськ : ДДМА, 2020.
2. Холодная объемная штамповка : справочник / под ред. Г. А. Навроцкого. – М. : Машиностроение, 1973. – 496 с.

Додаток А

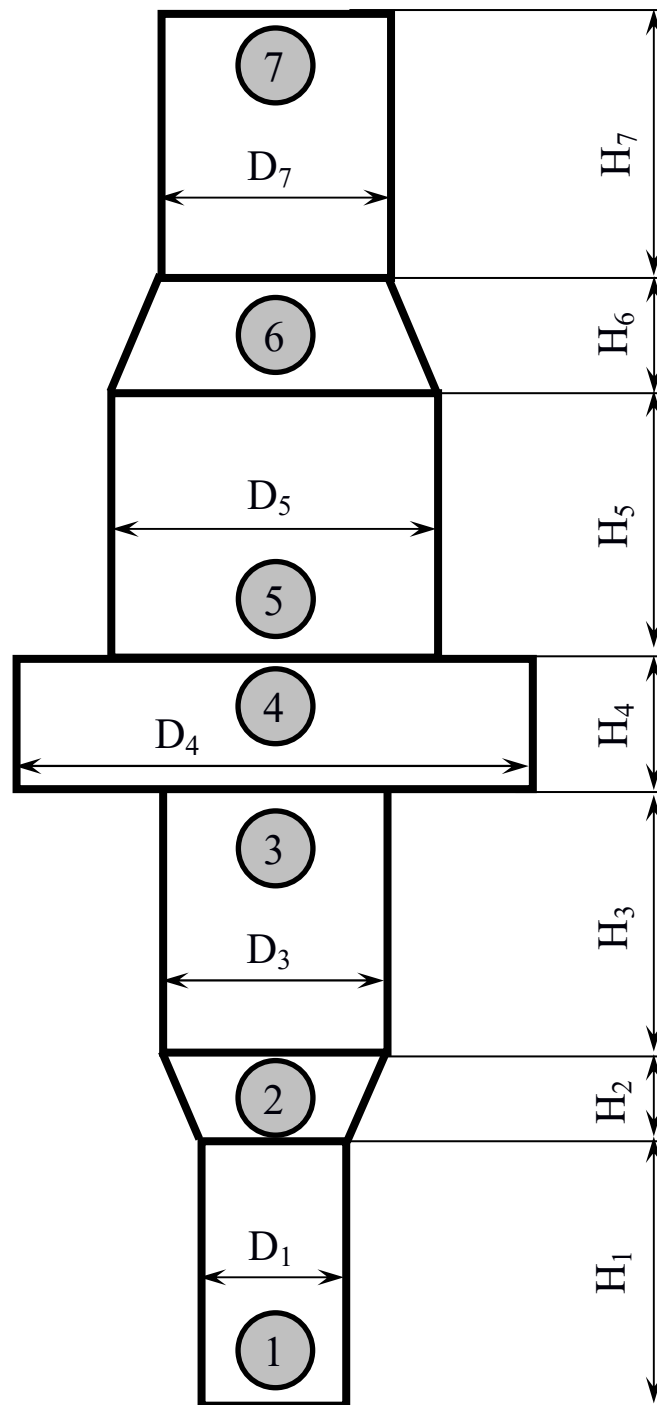


Рисунок А.1 – Ескіз деталі стрижневого типу

Таблиця А.1 – Вихідні дані для варіантів

№	Мат-л	1		2			3		4		5		6			7
		H ₁	D ₁	H ₂	D ₁	D ₃	H ₃	D ₃	H ₄	D ₄	H ₅	D ₅	H ₆	D ₅	D ₇	D ₇
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	18
1	М1	-	-	-	-	-	30	10	6	25	-	-	-	-	-	-
2	08 кп	-	-	-	-	-	40	15	8	30	-	-	-	-	-	-
3	Л62	-	-	-	-	-	30	20	15	30	-	-	-	-	-	-
4	АД33М	-	-	-	-	-	10	5	5	10	-	-	-	-	-	-
5	АМцМ1	-	-	-	-	-	50	12	6	30	-	-	-	-	-	-
6	10	-	-	-	-	-	12	8	5	20	15	12	-	-	-	-
7	АД1	-	-	-	-	-	20	14	6	32	20	20	-	-	-	-
8	М2	-	-	-	-	-	25	18	8	42	30	26	-	-	-	-
9	15 кп	-	-	-	-	-	15	7	4	16	12	7	-	-	-	-
10	Л63	-	-	-	-	-	15	11	6	24	15	18	-	-	-	-
11	АМцМ2	-	-	2	4	8	25	8	4	20	-	-	-	-	-	-
12	М3	-	-	3	12	18	35	18	8	30	-	-	-	-	-	-
13	20Х	-	-	4	14	22	40	22	10	40	-	-	-	-	-	-
14	АМцМ3	-	-	1	4	6	20	6	3	12	-	-	-	-	-	-
15	М1	-	-	2	10	14	15	14	6	32	-	-	-	-	-	-
16	08 кп	10	4	2	4	8	-	-	4	20	-	-	-	-	-	-
17	Л62	15	12	3	12	18	-	-	8	30	-	-	-	-	-	-
18	АД33М	20	14	4	14	22	-	-	10	40	-	-	-	-	-	-
19	АМцМ1	12	4	1	4	6	-	-	3	12	-	-	-	-	-	-

Продовження табл. А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
20	10	18	10	2	10	14	-	-	6	32	-	-	-	-	-	-	-
21	АД1	10	6	2	6	10	30	10	6	25	-	-	-	-	-	-	-
22	М2	15	10	3	10	15	40	15	8	30	-	-	-	-	-	-	-
23	15 кп	10	14	3	14	20	30	20	15	30	-	-	-	-	-	-	-
24	Л63	5	3	1	3	5	10	5	5	10	-	-	-	-	-	-	-
25	АМцМ2	20	8	2	8	12	50	12	6	30	-	-	-	-	-	-	-
26	М3	-	-	-	-	-	15	10	4	22	20	16	3	16	10	-	-
27	20Х	-	-	-	-	-	10	12	7	28	20	20	2	20	16	-	-
28	АМцМ3	-	-	-	-	-	16	16	8	30	30	18	3	18	12	-	-
29	М1	-	-	-	-	-	10	6	6	14	10	6	1	6	4	-	-
30	08 кп	-	-	-	-	-	20	13	10	32	15	18	4	18	10	-	-
31	Л62	15	6	2	6	10	-	-	6	18	20	10	-	-	-	-	-
32	АД33м	20	9	3	9	15	-	-	10	25	15	15	-	-	-	-	-
33	АМцМ1	22	16	2	16	20	-	-	8	30	10	20	-	-	-	-	-
34	10	10	4	2	4	8	-	-	5	16	12	8	-	-	-	-	-
35	АД1	15	10	1	10	12	-	-	6	24	15	12	-	-	-	-	-
36	М2	-	-	4	10	16	20	16	-	-	30	26	6	26	16	-	-
37	15 кп	-	-	2	15	18	30	18	-	-	28	28	2	28	25	-	-
38	Л63	-	-	3	8	14	15	14	-	-	15	20	3	20	14	-	-
39	АМцМ2	15	10	2	10	14	-	-	5	26	-	-	8	20	12	-	-
40	М3	30	8	3	8	14	-	-	8	24	-	-	6	18	10	-	-
41	20Х	22	12	2	12	16	-	-	6	28	-	-	10	22	12	-	-
42	АМцМ3	-	-	4	10	18	20	18	10	28	-	-	8	20	10	-	-

Додаток Б

Таблиця Б.1 – Дані для побудови кривої зміцнення за варіантами

№ варіанту	material	Експериментальна точка i									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		для експериментальної точки i значення логарифмічного деформування e_i									
		$e_1 = 0,2$	$e_2 = 0,4$	$e_3 = 0,6$	$e_4 = 0,8$	$e_5 = 1,0$	$e_6 = 1,2$	$e_7 = 1,4$	$e_8 = 1,6$	$e_9 = 1,8$	$e_{10} = 2,0$
		для логарифмічного деформування e_i значення напруги пластичності σ_s									
		σ_{s1}	σ_{s2}	σ_{s3}	σ_{s4}	σ_{s5}	σ_{s6}	σ_{s7}	σ_{s8}	σ_{s9}	σ_{s10}
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	A1	118	133	138	146	153	156	162	166	169	171
2	AД1	95	118	125	132	136	140	152	161	169	177
3	АМц	136	154	162	171	178	182	186	190	194	197
4	АМц (відпал.)	140	165	180	188	192	195	198	200	203	205
5	АМц (напівнагарт.)	190	200	215	220	225	228	230	235	237	238
6	АМц (нагартован.)	195	205	220	225	230	233	235	240	242	243
7	АД33 (відпал.)	200	215	230	235	240	252	260	269	278	285
8	АМг1	236	253	264	271	280	283	286	293	296	301
9	АМг2	205	230	280	320	330	340	345	358	367	374
10	М1	275	315	365	386	400	422	432	440	446	450
11	М2	220	278	330	365	390	422	445	461	480	506
12	М3	299	330	375	396	405	425	435	442	450	455
13	БрКН 1–3	340	450	495	510	560	580	600	616	628	636

Продовження табл. Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
14	Л62	455	530	595	660	700	757	795	825	860	897
15	Л63	334	455	544	620	691	740	800	843	874	902
16	Л68	440	510	552	596	612	641	662	680	694	702
17	Л70	432	518	570	610	642	667	693	704	745	754
18	АРМКО-залізо (відпал.)	420	470	492	517	532	545	558	572	580	593
19	АРМКО- залізо	420	500	550	600	650	695	730	762	790	815
20	сталь 08 кп	495	565	645	705	720	780	850	870	894	910
21	сталь 10	520	620	770	770	780	794	805	817	827	835
22	сталь 15	582	674	720	756	789	928	851	874	896	910
23	сталь 15 кп	518	600	664	701	743	770	795	815	843	860
24	сталь 20	610	685	760	812	860	895	922	935	947	960
25	сталь 20Х	600	700	760	810	853	880	907	937	964	992

Додаток В

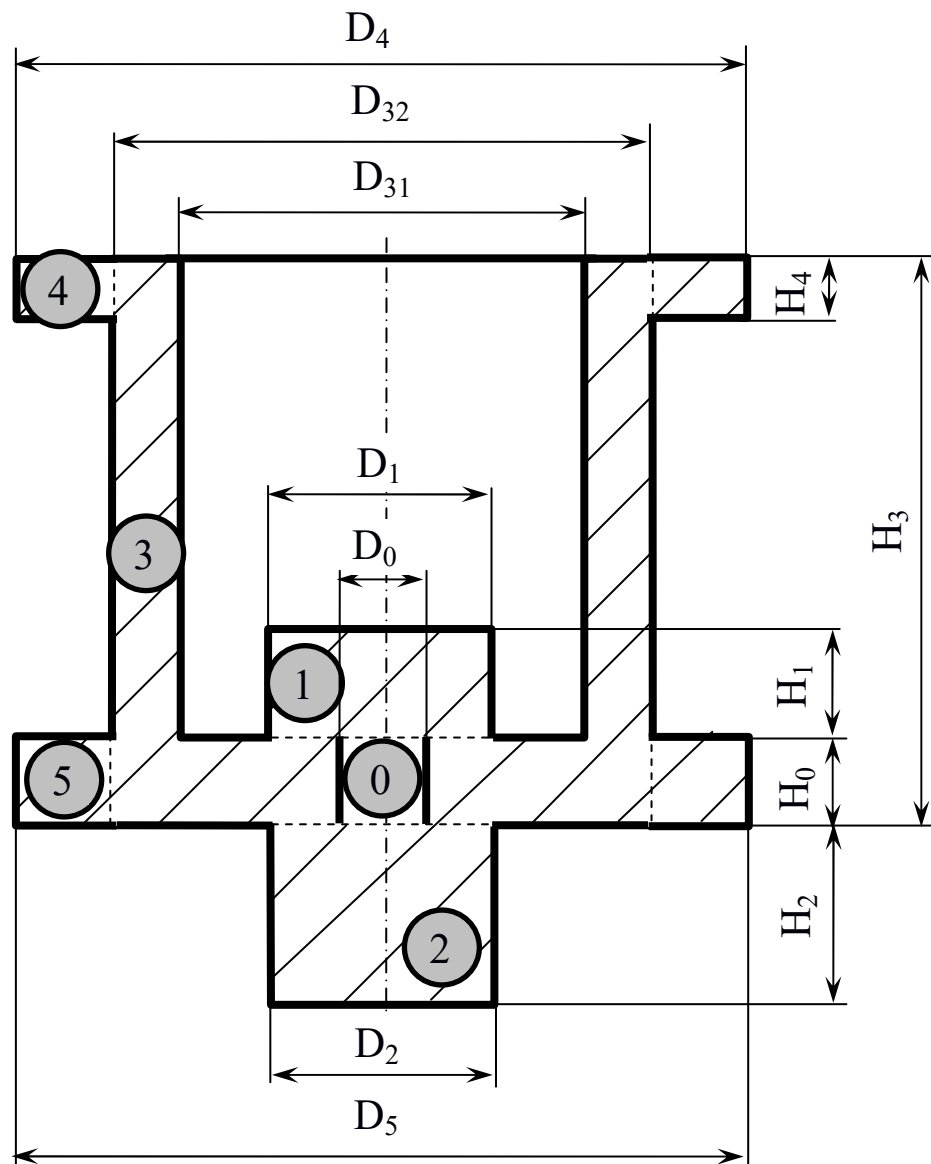


Рисунок В.1 – Ескіз порожнистої деталі

Таблиця В.1 – Вихідні дані для варіантів

№	Мат-л	0		1		2		3				4		5	
		H ₀	D ₀	H ₁	D ₁	H ₂	D ₂	H ₀	H ₃	D ₃₁	D ₃₂	H ₄	D ₄	H ₀	D ₅
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	M1	7	10	-	-	-	-	7	30	20	30	-	-	-	-
2	08 кп	7	20	-	-	-	-	7	40	30	40	-	-	-	-
3	Л62	7	30	-	-	-	-	7	50	40	50	-	-	-	-
4	АД33М	7	40	-	-	-	-	7	60	50	60	-	-	-	-
5	АМцМ1	7	50	-	-	-	-	7	70	60	70	-	-	-	-
6	10	8	0	10	12	-	-	8	40	26	38	-	-	-	-
7	АД1	8	0	10	16	-	-	8	50	36	48	-	-	-	-
8	M2	8	0	10	20	-	-	8	60	46	58	-	-	-	-
9	15 кп	8	0	10	24	-	-	8	70	56	68	-	-	-	-
10	Л63	8	0	10	28	-	-	8	80	66	78	-	-	-	-
11	АМцМ2	7	0	-	-	20	10	7	25	16	30	-	-	-	-
12	M3	7	0	-	-	20	20	7	35	26	40	-	-	-	-
13	20X	7	0	-	-	20	30	7	45	36	50	-	-	-	-
14	АМцМ3	7	0	-	-	20	40	7	55	46	60	-	-	-	-
15	M1	7	0	-	-	20	50	7	65	56	70	-	-	-	-
16	08 кп	8	0	-	-	25	5	8	40	22	30	4	38	-	-
17	Л62	8	0	-	-	25	15	8	50	32	40	4	48	-	-
18	АД33М	8	0	-	-	25	25	8	60	42	50	4	58	-	-
19	АМцМ1	8	0	-	-	25	35	8	70	52	60	4	68	-	-

Продовження табл. В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
20	10	8	0	-	-	25	45	8	80	62	70	4	78	-	-
21	АД1	9	0	15	10	-	-	9	50	20	30	-	-	9	42
22	М2	9	0	15	16	-	-	9	50	30	40	-	-	9	52
23	15 кп	9	0	15	20	-	-	9	50	40	50	-	-	9	62
24	Л63	9	0	15	30	-	-	9	50	50	60	-	-	9	72
25	АМцМ2	9	0	15	40	-	-	9	50	60	70	-	-	9	82
26	М1	5	15	-	-	-	-	5	30	15	25	5	35	5	35
27	08 кп	5	25	-	-	-	-	5	40	25	35	5	45	5	45
28	Л62	5	35	-	-	-	-	5	50	35	45	5	55	5	55
29	АД33м	5	45	-	-	-	-	5	60	45	55	5	65	5	65
30	АМцМ1	5	55	-	-	-	-	5	70	55	65	5	75	5	75
31	10	6	8	-	-	-	-	6	40	16	30	6	40	-	-
32	АД1	6	16	-	-	-	-	6	40	26	40	6	50	-	-
33	М2	6	26	-	-	-	-	6	40	36	50	6	60	-	-
34	15 кп	6	36	-	-	-	-	6	40	46	60	6	70	-	-
35	Л63	6	46	-	-	-	-	6	40	56	70	6	80	-	-

Навчальне видання

ЧУЧИН Олег Володимирович

ТЕХНОЛОГІЯ КОВАЛЬСЬКО-ШТАМПУВАЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

**Методичні вказівки
до практичних та самостійних робіт
для студентів спеціальності 136 "Металургія"
денної та заочної форм навчання**

Редагування і комп'ютерне верстання

І. І. Дьякова

28/2019. Формат 60 x 84/16. Ум. друк. арк.. 5,16.
Арка.- 3,16. . Тираж просп. Заступник. Ні

Видавець і виготівник
Донбаська державна машинобудівна академія
84313, м. Краматорськ, вул. Академічна, 72.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
ДК № 1633 від 24.12.2003