

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
ЗАПОРІЗЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
КАФЕДРА ОБРОБКИ МЕТАЛІВ ТИСКОМ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор Інженерного навчально-
наукового інституту ЗНУ

_____ Н.Г. Метеленко
(підпис) (ініціали та прізвище)
«_____» _____ 2021р.

**ОБЛАДНАННЯ КОВАЛЬСЬКО-ШТАМПУВАЛЬНИХ ЦЕХІВ
РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

підготовки бакалавра
очної (денної) та заочної (дистанційної) форм здобуття освіти
спеціальності **136 Металургія**
освітньо-професійна програма «Обробка металів тиском»

Укладач Явтушенко А.В. кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри обробка металів тиском

Обговорено та ухвалено
на засіданні кафедри обробка металів
тиском

Протокол № від “ ” _____ 2021 р.
Завідувач кафедри

_____ Ю.О. Белоконь
(підпис) (ініціали, прізвище)

Погоджено
з навчально-методичним відділом

_____ (підпис) (ініціали, прізвище)

Ухвалено науково-методичною радою
інженерного інституту

Протокол № від “ ” _____ 2021р.
Голова науково-методичної ради
інженерного інституту

_____ Т.А. Шарапова
(підпис) (ініціали, прізвище)

Погоджено з навчальною лабораторією
інформаційного забезпечення освітнього
процесу

_____ (підпис) (ініціали, прізвище)

2021 рік

1. МЕТА І ЗАВДАННЯ ДИСЦИПЛІНИ, ЇЇ МІСЦЕ В НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ

1.1. Цілі викладання дисципліни

Основна мета дисципліни “Технологія холодного штампування” вивчення студентами технологічних процесів виготовлення деталей (заготовок) з листового матеріалу, теоретичних основ формозмінення заготовок. Дисципліна є часткою загальнопрофесійної технологічної підготовки спеціаліста широкого профіля по спеціальності 8.090206 „Обладнання для обробки металів тиском” і створює умови по вивченню у 7-му та 8-му семестрах дисциплін спеціалізації.

1.2. Завдання вивчення дисципліни

Формування умінь та навиків, які допоможуть студенту отримати науково обгрунтовані знання в області технології холодного штампування і розвитку інженерного мислення у майбутнього спеціаліста по обробці металів тиском, а також скоротити термі адаптації цих спеціалістів на виробництві. Використовувати технологічні розрахунки на базі аналізу напружено-деформованого стану зони деформації. Такий підхід дозволить розкрити фізичну суть процесів холодного штампування, а також установити вплив різних факторів на технологічні параметри.

1.3. Перелік дисциплін, усвоєння яких студентами необхідно для вивчення даної дисципліни

Успішне засвоєння дисципліни базується на вивченні вищої математики, хімії, теорії обробки металів тиском, опору матеріалів, технології конструкційних матеріалів та матеріалознавства, фізики, теоретичної механіки, взаємозамінюєності, стандартизації та технічні вимірювання.

Студент повинен знати:

- класифікацію процесів і операцій холодного штампування та матеріали які використовують бся в пресовом виробництві;
- роздільні та формозмінні операції холодного штампування;
- різні види штампування та обробки листового матеріала;
- технологічні процеси холодного штампування та методи їх проектування;
- основні проблеми, способи удосконалення та напрями розвитку технології холодного штампування.

Студент повинен вміти:

- проектувати і розроховувати технологічні процеси виготовлення деталей (заготовок) з листового матеріала;
- оцінювати технологічність конструкцій штампуємих деталей, а також сучасні методи штампуєності листового матеріала;
- здійснювати силові розрахунки технологічних процесів та вибирати ковальсько-пресове обладнання;
- оформляти технологічну документацію по холодному штампуванню згідно ЕСТД;
- аналізувати різні способи розкрою листового матеріала та вибирати оптимальний розрій;
- нормувати роботи по холодному штампуванню та розраховувати технологічну собівартість деталі.

2. ЗМІСТ ДИСЦИПЛІНИ

2.1. Назва тем, їх зміст, об'єм у годинах лекційних занять

Тема № 1 Холодне листове штампування. (2 години)

Загальна характеристика технології листового штампування. Галузь і масштаби застосування листового штампування, її значення в загальному комплексі технології машинобудування. Переваги листового штампування. Історичний огляд і шляхи розвитку технології штампування в Україні і у світі. Сучасний стан і перспективи розвитку листового штампування. Досягнення і роботи українських та зарубіжних учених у розвитку теорії листового штампування. Обсяг і послідовність вивчення дисципліни.

[1, с.3-8; 2, с. 5-10; 3, с. 3-10].

Тема № 2 Характеристика операцій листового штампування і застосування вихідних матеріалів. (2 години)

Міркування по вибору матеріалів для штампових деталей. Характеристика холоднопрокатних низьколегірованих сталей підвищеної міцності, у тому ж випадку, двохфазних сталей з ферітно-мартенсітною структурою. Леговані листові сталі, їх характеристика і галузь використання. Сталевий листовий прокат спеціального призначення: декалірована сталь, жерсть, біметалі і т.п. Листовий прокат з кольорових металів і сплавів. Неметалічні матеріали, використані для листового штампування: особливості структури, фізичні і механічні властивості. Галузь використання. Пластичні маси слоїстої і гомогенної структури, матеріали на основі паперу та гуми. Матеріали мінерального походження. Полоси ковзання і сособи їх ліквідації. Деформаційне і природне старіння металу. Міри боротьби з старінням. Утворення „фестонів”. Вплив вихідної енізотропії на „фестонотворення”.

[2, с. 9-22; 3, с. 11-20].

Тема № 3 Штампуємість. Методи оцінювання штампуємості листового металу. (4 години)

Поняття штампуємості. Фактори, впливаючі на штампуємість: хімічний склад, розмір і форма зерна, напевність і форма неметалевих включень, структурний стан, вид кристалевих ґратів, якість поверхні і т.д.

Способи використання листових матеріалів.

Фізико-хімічні дослідження (хімічний аналіз і металографічні дослідження).

Механічні випробування (випробування на розтягування, визначення твердості та інше). Вплив характеристик механічних властивостей на штампуємість металу, у тому ж числі коефіцієнта нормальної анізотропії показника деформаційного зміцнення і відносно рівномірного подовження.

Вплив твердості на штампуємість металу, методи визначення твердості листового матеріалу (по Брінелю, Вікерсу, випробування на мікротвердість).

Технологічні випробування:

- випробування на перегин і згин;
- випробування на витягування циліндричного ковпока методом Свіфта;
- випробування на глибину формування ямки методом Брексена;
- випробування на витягування конічного коваока методом Фукуї;
- випробування на силові умови витягування – метод Енгельгардта;
- оцінка штампуємості листового матеріалу по відношенню нагромадженої і критичної інтенсивності деформації – метод Томленова.

Кореляція результатів випробувань. Поняття про оесурс пластичності. Коефіцієнт використання пластичності по А.Д. Колмагорову, їх використання при оцінюванні штампуємості металу. Контрольна робота.

[1, с. 9-24; 2, с. 10-32].

Тема № 4 Роздільні операції (2 години)

Механізм деформування в роздільних операціях. Характер деформування заготовки, схема дії сил. Розвиток зон деформації у часі. Стадії деформування. Схеми напруженого стану, епюри напруг і деформацій у зоні деформації. Характер поверхні зрізу – зони закруглення, змикання, сколювання, блискучий полосок. Умови зустріч тріщин сколювання. Поняття про оптимальний зазор. Фактори, впливаючі на величини оптимального зазору. Вплив зазору на якість поверхні зрізу. Зміні зусиль деформування по ходу. Вплив зміцнення і повороту головних кристалографічних вісей максимальне зусилля деформуванню. Величина змішаної зони. Фактори, впливаючі на величину зони пластичної деформації – властивість матеріалу заготовки, швидкість деформування, ступінь замулення ріжучих кромки. Утворення торцевого облоя. Особливості процесу розділу неметалевих матеріалів.

[2, с. 7; 3, с. 48-59].

Тема № 5 Відрізка. (2 години)

Характеристика операції „Відрізка. Відрізка на ножницях із зворотньо-поступальним рухом ножів – з паралельним і нахилним розташуванням ріжучих кромки. Схеми відрізки. Галузь використання. Зусилля і робота деформування при вдрізці. Зазор між ріжучими кромками. Конструкції і матеріал ножів. Головні параметри ножиць. Відрізу на ножницях з обертальним рухом ножів. Галузь використання. Умови захвату. Зусилля відрізків. Відрізка у штампах. Особливості відрізки труб. Відрізка на вібраційних ножицях. Особливості їх налаштування і експлуатації.

[2, с. 33-38; 3, с. 48-59].

Тема № 6 Вирубка і пробивання. (4 години)

Характеристика операцій вирубкі і пробивання, призначення, галузь використання. Форма осередку пластичної деформації. Схеми дії сил, напруженого стану у зоні деформації, характер розподілу напруг і деформацій. Зазори на виробі і пробиванні. Вплив величини зазору на механізм розділу. Фактори, що впливають на величину оптимального зазору. „Напряма” зазору. Вплив зазору між пуансоном і матрицею на значення деформацій. Методика визначення виконавчих розмірів робочих частин пуансонів і матриць при виробі і пробиванні. Графік зміни зусиль деформування по ходу, способи зменшення зусилля. Використання скошених ріжучих кромки матриці і пуансона. Зусилля прошовування і знімання. Точність при виробі і пробиванні. Фактори, що впливають на точність. Особливості вирубкі і пробивання при великих швидкостях деформування. Особливості вирубкі і пробивання неметалевих матеріалів.

[2, с. 49-80; 3, с. 60-80].

Тема № 7 Чистова вирубка і пробивання. (4 години)

Сутність способів чистової вирубкі і пробивання, особливості процесу, галузь використання. Чистова вирубка із стисненням. Схема роботи інструмента, послідовність його роботи. Призначення клинового ребра. Вирубка з обтискуванням. Вирубка пуансоном повнішим матриці (з негативним зазором). Реверсивна вирубка. Вирубка ступінчастим пуансоном.

[2, с. 80-105; 3, с. 71-83].

Тема № 8 Зачищення. Надрізування. Обрізка. (1 година)

Зачистка зовнішнього і внутрішнього контура. Схеми процесу. Галузь використання. Вплив величини при зачищенні. Віброзачищення. Характеристика операції надрізування. Деформування заготовки при надрізуванні. Однобічне надрізування. Виготовлення „безвідходної” сітки. Характеристика операції обрізки. Використання. Способи обрізки. Обрізка на верстатах різцями і дисковими ножицями. Обрізка у штампах. Сполучення з надрізуванням на першому і наступних переходах витяжки.

[2, с. 80-105; 3, с. 71-83].

Тема № 9 Розкрій листового матеріалу. (2 години)

Поняття про розкрій. Показники ефективного розкрою. Визначення коефіцієнта використання матеріалу, коефіцієнта розкрою. Вплив величини перемички на ширину вихідної штаби, стрічки і крок подачі. Типи розкроїв, галузь їх використання. Способи знаходження оптимального розкрою. Оптимізація розкрою за допомогою ЕОМ. Програмні забезпечення. Шляхи підвищення ефективності розкрою.

[2, с. 117-125].

Тема № 10 Формозмінні операції. (5 годин)

Загальні положення аналізу формозмінних операцій. Характеристика формозмінних операцій. Осередок деформації. Схеми напруженого і деформаційного стану. Допустиме формозміння і впливаючі на нього фактори у формозмінних операціях. Стисла методика аналізу формозмінних операцій. Прийнятті допущення. Оцінка методів рішення задач стосовно до операції листового штапування: сумісне рішення наближених диференціальних рівнянь рівноваги і пластичності, „інженерного”, характеристики, верхньої оцінки, балансу робіт, кінцевих елементів і т.п.

Гнуття. Типові форми деталей при гнутті. Полідовність процесу кутового гнуття і напружено-деформаційний стан. Особливості гнуття на „ребро”. Вплив напруження прокатки на процес гнуття. Поняття: середина поверхня, нейтральні поверхні напруг і деформацій, їх радіуси кривизни, зусилля і робота деформування при гнутті. Визначення розмірів вихідної заготовки при гнутті. Мінімальний радіус гнуття і фактори, впливаючі на його величину: характеристики механічних властивостей матеріалу, товщини і ширини заготовки, кут гнуття, стан бокових пруг, вихідна анізотропія матеріалу заготовки. Пружні деформації при гнутті. Визначення кута пружинення і фактори, впливаючі на його величину (характеристика механічних властивостей матеріалу, товщини заготовки, кута і радіуса гнуття). Вплив зусилля підчеканення на кут пружинення. Конструктивні і технологічні способи зменшення кута пружинення. Гнуття з розтягуванням. Особливості гнуття труб: з наповнювачами, із локальним нагрівом, в штампах, у пристосуваннях і т.п. Способи одержання гнутих профілей: у штампах, у листовозгинальних машинах, на профілезгинальних верстатах і т.п.

[1, с.24-68; 2, с. 139-157; 3, с. 84-122].

Тема № 11 Витяжка. (16 годин)

Визначення процесу витяжки. Способи витяжки: витяжка без стоншення; витяжка із стоншеннями; комбінована витяжка. Характер деформування заготовки. Схеми напруженого і деформаційного стану на різних ділянках витягуємої деталі.

Визначення розмірів заготовки: аналітичний, графоаналітичний. Утворення зморшок при витяжці. Зусилля притиску. Коефіцієнт витяжки, вплив різних факторів на його значення. Поняття про граничний коефіцієнт витяжки, способи його визначення, його взаємозв'язок із ступенем деформації.

Особливості витяжки заготовок із малою відносною товщиною. Зміна зусилля витяжки по ходу, визначення його максимальної величини і робота деформування. Рекомендовані значення зазорів і радіусів закруглення кінця матриці і пуансона.

Наступні переходи витяжки. Характер деформування заготовки. Розрахунок числа операцій і розмірів полу фабрикатів при витяжці циліндричних деталей.

Значення коефіцієнтів витяжки:

2.2 Практичні заняття, їх найменування та об'єм у годинах

Тема № 1 Розрахунок та міцність пуансонів, матриц, плит, пружних елементів. (12 годин)

Тема № 2 Графічний, аналітичний метод визначення центру ваги. (4 години)

Тема № 3 Розрахунок розмірів пуансона та матриці при вирубанні, гнутті, витяжці, видавлюванні. (4 години)

Тема № 4 Розрахунок буферних пристроїв, зйомників. (4 години)

Тема № 5 Розрахунок бондажовних матриц. (4 години)

Тема № 6 Розробка ескізів (робочих креслень) шт ампів. (4 години)

Тема № 7 Ознайомлення з САПР штампів. (4 години)

2.3 Курсовий проект, його характеристика

Ціль курсового проєкту – придбання практичних навичок самостійного проєктування та технологічних процесів холодного штампування та розробляти прогресивні конструкції штампової оснастки.

Курсовий проєкт містить комплексну розрахунково-графічних робіт з технологічної та конструкторської підготовки виробництва і повинен вирішити наступні основні задачі:

- закріпити теоретичні знання, отримані при вивченні дисциплін, розширити та технічний кругозір, використовуючи додаткову спеціальну літературу;
- навчити самостійно проєктувати технологічні процеси і заповнювати технологічну документацію, виконувати інженерно-технічні розрахунки при розробці технологічних процесів та проєктуванні штампів.

Курсовий проєкт виконується у 8-му семестрі на денному і у 8-му семестрі на заочному відділеннях, згідно методичних вказівок, розроблених кафедрою.

Темами курсових проєктів – розробка технологічних процесів виготовлення деталей холодним штампуванням.

Об'єм графічної частини проєкту 4-5 аркушів формату А1.

Об'єм розрахунково-пояснювальної записки 35-60 стр.

2.4 Індивідуальні заняття

Індивідуальні заняття проводяться у формі: консультацій по матеріалам лекційного курсу і літературним джерелам, рекомендованими викладачем для поглиблення вивчення дисципліни; консультації по курсовому проєкту.

3. НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ З ДИСЦИПЛІНИ

3.1 Основна література

1. Справочник конструктора штампов. Листовая штамповка. Л.М.Рудман - М.: Машиностроение. 1988. – 505 с.
2. Скворцов П.Д. Основы конструирования штампов для холодной штамповки (конструкция и расчет). – М.: Машиностроение. 1974. – 320 с.
3. Скворцов П.Д. Основы конструирования штампов для холодной листовой штамповки (подготовительные работы). – М.: Машиностроение. 1974. – 327 с.

3.2 Додаткова література

4. Нефедов А.П. Конструирование и изготовление штампов. – М.: Машиностроение. 1973. – 403 с.
5. Евстратов В.А. Основы технологии выдавливания и конструирования штампов. – Харьков.: Высшая школа. 1987. – 143 с.
6. Ковка и штамповка. Справочник в 4-х томах. /Под редакцией Е.И.Семенова. – М.: Машиностроение. 1986.
 - а. 3 Холодная объемная штамповка. – 384 с.
 - а. 4 Листовая штамповка. – 545 с.

7. Блоки и сменные детали универсально-переналаживаемых штампов для точной объемной штамповки на кривошипных прессах. ГОСТ 19579-80, ГОСТ 19584-80.
8. Бабенко В.А. Атлас схем и типовых конструкций штампов. – М.: Машиностроение. 1982. – 102 с.
9. Атлас типовых конструкций штампов. НИИАвтопром. 1976. – 105 с.
10. Романовский В.П. Справочник по холодной штамповке. – Л.: Машиностроение. 1979. – 520 с.
11. Мешерин В.Т. Листовая штамповка (атлас схем). – М.: Машиностроение. 1975. – 226 с.
12. Технология листовой штамповки. Курсовое проектирование. Стеблюк В.И. – Киев.: Высшая школа. Головное издательство. 1983. – 280 с.
13. Правила выполнения чертежей штампов листовой штамповки. ГОСТ 2.424-82 – М.: Гостстандарт. 1982. – 24 с.
14. Дурандин М.М. Штампы для холодной штамповки мелких деталей. Альбом конструкций и схем. – М.: Машиностроение. 1980. – 125 с.
15. Рудман Л.М. Наладка прессов для листовой штамповки. – М.: Машиностроение. 1980. – 219 с.
16. Фойгельман Г.А. Альбом конструкций универсальных штампов, блоков и узлов для холодной штамповки. – М.: Машиностроение. 1980. – 125 с.
17. Сагателян Л.С. Средства техники безопасности и механизации в холодноштамповом производстве. – М.: Машиностроение. 1937. – 260 с.
18. Автоматические подачи в штампах холодной штамповки при первых операциях. Руководящие материалы. – М.: НИИАвтопром. 1960. – 40 с.
19. Средства механизации и автоматизации КШП.: Каталог. 1977. – 159 с.

3.3. Перелік наочних та інших посібників, методичних вказівок

При викладанні курсу використовуються стенди:

1. Зміст графічної частини курсового проекту по дисципліні „Проектування та розрахунок штампового оснащення для холодного штампкування”.
2. Натурні примірники штампів: простої та змішаної дії.

Методичні вказівки:

1. Дубіна В.І., Широкобоков В.В. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни „Проектування та розрахунок штампового оснащення для холодного штампкування”. Запоріжжя, ЗНТУ, - 2005. – 46 с.
2. Дубіна В.І. Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни „Проектування та розрахунок штампового оснащення для холодного штампкування”. Частина 1 Запоріжжя, ЗНТУ, - 2000. – 39 с.
3. Дубіна В.І., Широкобоков В.В. Методичні вказівки до практичних занять з курсу „Проектування та розрахунок штампового оснащення для холодного штампкування”. Частина 2 Запоріжжя, ЗНТУ, - 2001. – 40 с.
4. Дубіна В.І., Широкобоков В.В. Методичні вказівки до практичних занять з курсу „Проектування та розрахунок штампового оснащення для холодного штампкування”. Частина 3 Запоріжжя, ЗНТУ, - 2005. – 25 с.
5. Дубіна В.І. Проектування та розрахунок штампового оснащення для холодного штампкування. Конспект лекцій. Електронна версія. Кафедра ОМТ. Запоріжжя, ЗНТУ, - 2002. – 200 с.
6. Дубіна В.І. Штампи холодного листового штампкування. Навчальний посібник. Електронна версія. Кафедра ОМТ. Запоріжжя. – 2004. – 150 с.

3.4 Форми проведення поточного та підсумкового контролю

Поточний:

-
- а) письмовий опит на 5 і 10 тижнях;
 - б) перевірка конспектів;
 - в) перевірка виконання графіка курсового проекту.
- Підсумковий – залік.