



Силабус освітнього компонента Програма навчальної дисципліни



Технологія процесів листового штампування

Шифр та назва спеціальності
131 - Прикладна механіка

Інститут
ННІ Механічної інженерії і транспорту

Освітня програма
Прикладна механіка

Кафедра
Комп'ютерне моделювання та інтегровані та інтегровані технології обробки тиском (141)

Рівень освіти
Бакалавр

Тип дисципліни
Профільна підготовка; вибіркова

Семестр
5

Мова викладання
Українська

Викладачі, розробники



Юрченко Олександр Анатолійович

Oleksandr.Yurchenko@khpі.edu.ua

Кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, доцент, доцент кафедри комп'ютерне моделювання та інтегровані технології обробки тиском НТУ "ХПІ"

Автор та співавтор понад 40 наукових та методичних публікацій. Курси: «Технологія процесів листового штампування», «Сучасні технології в прикладній механіці», «Дослідження технології процесів листового штампування», «Експлуатація та обслуговування обладнання для обробки тиском», «Технології виготовлення інструменту та обладнання для обробки тиском».

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

Загальна інформація

Анотація

В рамках курсу розглядаються теоретичні та практичні основи технології процесів листового штампування металу на пресовому обладнанні.

Методи навчання: для вивчення дисципліни «Технологія процесів листового штампування» застосовуються такі види учбових занять: лекції, лабораторні роботи, практичні заняття, самостійна робота.

Мета та цілі дисципліни

Мета вивчення дисципліни – навчити студентів визначати найбільш ефективні способи виготовлення деталей методом холодного листового штампування, розраховувати технологічні переходи, енергосилові параметри процесів та вибирати необхідне обладнання.

Формат занять

Лекції, лабораторні роботи, практичні заняття, самостійна робота, консультації. Індивідуальне розрахунково-графічне завдання. Підсумковий контроль – екзамен.

Компетентності

ЗК01 Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК02 Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК07 Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ФК04 Здатність здійснювати оптимальний вибір технологічного обладнання, комплектацію технічних комплексів, мати базові уявлення про правила їх експлуатації.

ФК05 Здатність використовувати аналітичні та чисельні математичні методи для вирішення задач прикладної механіки, зокрема здійснювати розрахунки на міцність, витривалість, стійкість, довговічність, жорсткість в процесі статичного та динамічного навантаження з метою оцінки надійності деталей і конструкцій машин.

ФКс8.3 Володіти методикою оцінки технологічності деталей, що штампуються з листового матеріалу. Володіти методами розрахунків вихідних заготовок, переходів формозміни, енергосилових параметрів процесів холодного листового штампування, питаннями оптимізації формозміни з метою забезпечення найвищої якості деталей, питаннями розрахунків розмірів робочих частин штампів, розрахунків на міцність основних деталей штампів, а також розробки конструкцій штампового оснащення, питаннями вибору відповідного технологічного обладнання, засобів механізації і автоматизації та можливості використання систем автоматизованого проектування.

Результати навчання

РН03 Виконувати розрахунки на міцність, витривалість, стійкість, довговічність, жорсткість деталей машин.

РН04 Оцінювати надійність деталей і конструкцій машин в процесі статичного та динамічного навантаження.

ПРН8.02 Знати основні терміни та поняття, що використовуються у інформатиці, інформаційних технологіях обробки тиском. Основи будови та принципи роботи сучасних комп'ютерних мереж, операційних систем. Вміти: користуватися інформаційним простором, застосовувати комп'ютерні методи пошуку та здобуття інформації; використовувати розрахункові програми відповідно до професійної діяльності.

ПРН8.06 Знати можливості, область застосування, основні схеми та особливості усіх розглянутих в курсі методів та операцій холодного листового штампування; основні напрямки прогресу в листовому штампуванні, тенденції розвитку найперспективніших методів, уміти розробляти технологічні процеси і конструювати штампи.

Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 180 год. (6 кредити ECTS): лекції – 48 год., лабораторні роботи – 16 год., практичні заняття – 16 год., самостійна робота – 70 год.

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Для успішного проходження курсу необхідно мати знання та практичні навички з таких дисциплін: "Теорія обробки тиском", "Фізика", "Обладнання для обробки тиском".

Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Навчальним планом для студентів передбачена участь в лекціях, лабораторних роботах та практичних заняттях, самостійне опрацювання лекційного матеріалу та тем лабораторних робіт та практичних занять, самостійне вивчення питань, не викладених на лекційних заняттях. Протягом семестру студентам пропонується виконання контрольних робіт. Завершальним етапом вивчення дисципліни є здача заліку.

На лекційних заняттях викладання матеріалу здійснюється в усній формі із записом основних положень лекції у конспект. Для демонстрації презентацій застосовується медіа-проектор та комп'ютер.

Самостійна робота здійснюється з метою засвоєння та відпрацювання навчального матеріалу, формування у студентів самостійності, здатності до підготовки до майбутніх занять та контролів. Самостійна робота забезпечується підручниками, навчально-методичними посібниками,

конспектами лекцій та методичними вказівками. Умовно самостійну роботу можна розділити на базову, яка забезпечує підготовку студента до аудиторних занять та контрольних заходів, та додаткову, яка спрямована на закріплення знань та розвиток аналітичних навичок. Раціональне планування та організація самостійної роботи є важливою умовою її ефективності.

Призначення практичних занять полягає в поглибленні опрацювання теоретичного матеріалу. При підготовці до практичних занять студентам рекомендується ознайомитися з тематикою заняття, прочитати конспект лекцій на задану тему, ознайомитися з рекомендованою літературою. Практичні заняття розвивають у студентів навички самостійної роботи з вирішення конкретних завдань.

Лабораторні роботи являють собою одну з форм освоєння теоретичного матеріалу з одночасним формуванням практичних навичок. Проведення лабораторних робіт припускає вивчення теоретичного матеріалу за темою заняття; виконання необхідних розрахунків і експериментів; оформлення звіту.

Для досягнення мети навчання за планом робочої програми дисципліни реалізуються також наступні заходи:

- самостійне вивчення теоретичного матеріалу дисципліни з використанням Internet-ресурсів, методичних розробок, спеціальної навчальної та наукової літератури;
- закріплення теоретичного матеріалу на практичних заняттях та лабораторному практикумі, при виконанні розрахунково-графічної роботи.

Програма навчальної дисципліни

Теми лекційних занять

Тема 1. Загальна характеристика технології холодного листового штампування.

Область і масштаби застосування технології, її значення в загальному комплексі технології машинобудування. Сучасний стан і перспективи розвитку технології листового штампування. Об'єм і послідовність вивчення дисципліни. Класифікація процесів листового штампування. Основні групи процесів: розділювальні, формоутворюючі та складальні. Матеріали, що використовуються у холодному штампуванні. Міркування щодо вибору матеріалу для деталей, що штамнуються. Класифікація і характеристики гаряче- та холоднокатаного листового прокату: листів, штаб, стрічки. Стандарти. Стальний листовий прокат спеціального призначення: жаростійка сталь, двофазна сталь та ін. Листовий прокат із кольорових металів та сплавів, його характеристики та використання. Неметалеві матеріали, що використовуються для листового штампування. Особливості структури, фізичних та механічних властивостей. Область застосування. Види контролю та випробувань листових матеріалів. Оцінка штампоздатності, припустимої формозміни та технологічної деформованості.

Тема 2. Розділювальні операції.

Механізм деформування у розділювальних операціях. Розвиток осередку деформації у часі. Стадії деформування. Особливості поверхні зрізу. Умови зустрічі тріщин сколювання. Поняття про оптимальний зазор. Схеми та загальна характеристика розділювальних операцій. Енергосилові параметри розділювальних операцій. Зусилля та робота деформування. Відрізка. Відрізка на ножицях із зворотньо-поступальним рухом ножів – з паралельним розташуванням ріжучих кромки та гільотинних. Область застосування. Відрізка на ножицях із обертальним рухом ножів. Область застосування. Можливі схеми взаємного розташування дисків. Дводискові та багатодискові ножиці, області їх застосування. Відрізка в штампах. Вирубівання і пробивання. Область застосування. Схема дії сил і форма осередку пластичного деформування. Зазор між матрицею та пуансоном. Вплив зазору на механізм розділювання. Фактори, що впливають на оптимальний зазор. Напрямок зазору. Методика визначення виконавчих розмірів робочих частин пуансонів і матриць при вирубіванні та пробиванні. Зусилля при вирубіванні і пробиванні. Способи зменшення зусилля. Застосування скошених ріжучих кромки пуансонів і матриць. Зусилля проштовхування і знімання. Точність при вирубіванні і пробиванні. Фактори, що впливають на точність. Чистове вирубівання і пробивання. Сутність способів чистового вирубівання, їх особливості і області застосування. Чистове вирубівання з силовим притиском (по методу Ларсена). Вирубівання пуансоном, що більший за вікно матриці. Вирубівання з заваленими ріжучими кромками. Зачистка. Сутність і область застосування методу. Зачистка по зовнішньому контуру. Зачистка по внутрішньому контуру. Розрахунок припусків під зачистку.

Розкрій листового матеріалу. Поняття про розкрій. Показники ефективності розкрою. Визначення коефіцієнту використання матеріалу. Типи розкрою, область їх застосування. Способи визначення оптимального розкрою. Оптимізація розкрою за допомогою комп'ютера.

Тема 3. Гнуття.

Призначення і область застосування. Схема дії сил при гнутті в штампі. Характер деформування заготовки при гнутті. Зони розтягування і стискання. Нейтральна поверхня при гнутті. Поля напружень і деформацій при згинанні широкої і вузької штаб. Визначення розмірів вихідної заготовки при гнутті. Мінімальний радіус згинання і фактори, що впливають на його величину. Енергосилові характеристики гнуття. Згинаючий момент. Зусилля деформування при однокутовому гнутті. Чотири стадії гнуття. Зусилля деформування при двокутовому гнутті. Пружні деформації при гнутті (пружинення). Визначення кута пружинення. Конструктивні й технологічні способи зменшення кута пружинення. Згинання з розтягуванням. Поля напружень. Гнуття профілів і труб. Фактори, що ускладнюють процес. Гнуття профілів на машинах, що працюють за принципом намотування. Гнуття труб намотуванням з оправкою-дорном. Штампи для гнуття. Спеціальні та універсальні штампи. Штампи послідовної та сполученої дії. Схеми і робота найбільш розповсюджених штамів.

Тема 4. Витягування.

Визначення процесу і область його застосування. Класифікація деталей, що їх виготовляють витягуванням. Класифікація способів витягування. Схеми напружено-деформованого стану і зміни товщини матеріалу на різних ділянках циліндричної деталі, що витягується. Витягування без притиску заготовки. Способи визначення його можливості. Використання конічних матриць, розрахунок розмірів їх елементів. Витягування з притиском заготовки. Поняття про екстремальний та критичний радіус фланця. Використання притиску на другій та наступних операціях витягування. Визначення розмірів заготовки. Основні методи. Метод рівності поверхонь. Причини утворення фестонів. Припуск на обрізку і способи обрізки. Способи зменшення нерівномірності висоти витягнутої деталі. Метод рівності об'ємів і метод рівності мас. Енергосилові параметри витягування. Теоретичний та емпіричний методи визначення зусилля деформування. Зусилля притиску. Робота деформування. Поняття про граничний (критичний) ступінь деформації і граничний коефіцієнт витягування, взаємозв'язок між ними. Чинники, що впливають на граничний коефіцієнт витягування. Вплив коефіцієнту нормальної анізотропії на граничний коефіцієнт витягування. Коефіцієнти витягування циліндричних деталей без фланця. Визначення числа операцій і розмірів напівфабрикатів при витягуванні циліндричних деталей. Рекомендовані значення зазорів та радіусів скругління ребер матриць і пуансонів. Розрахунок виконавчих розмірів інструмента при витягуванні. Витягування деталей з вузьким фланцем. Витягування деталей з широким фланцем. Характер деформування. Витягування з одночасним проштовхуванням. Порухення умови рівності поверхонь заготовки і деталі при витягуванні деталей з широким фланцем. Витягування деталей ступінчастої форми. Схема процесу. Підсумковий коефіцієнт витягування. Витягування деталей сферичної, конічної та параболічної форм. Характер деформування заготовок; складкоутворення; способи зменшення складкоутворення. Схеми штамів. Багатоопераційне витягування деталей у стрічці. Схеми витягування у цілісній стрічці та стрічці з надрізами або вирізами. Переваги і недоліки методу. Витягування коробчастих деталей. Способи визначення форми і розмірів вихідної заготовки. Дефекти при витягуванні й способи їх запобігання. Силкові умови витягування коробчастих деталей. Коефіцієнт витягування коробчастих деталей. Визначення кількості операцій. Способи розрахунку технологічних переходів. Перетяжні ребра й пороги. Мастила, що використовуються при витягуванні. Вимоги до мастил. Витягування зі стоншенням стінки. Область застосування, переваги і недоліки процесу. Розрахунок розмірів заготовки. Розрахунок технологічних переходів при витягуванні зі стоншенням. Конструктивні особливості штамів і інструменту для витягування зі стоншенням. Комбіноване витягування зі стоншенням. Штампи для витягування. Класифікаційні ознаки. Схеми та особливості роботи штамів простої, сполученої та послідовної дій для пресів простої та подвійної дії.

Тема 5. Борткування.

Призначення і область застосування. Характер деформування заготовки. Поля напружень і деформацій в осередку деформації. Зусилля деформування. Визначення розмірів отвору під борткування. Коефіцієнт борткування і фактори, що впливають на нього. Вплив форми пуансону на зусилля деформування, конфігурацію і точність розмірів горловини. Утворення горловин витягуванням і борткуванням. Борткування зі стоншенням.

Тема 6. Обтискування.

Призначення і область застосування. Характер деформування заготовки. Оптимальний кут робочої конічної поверхні матриці. Коефіцієнт обтискування і фактори, що впливають на нього. Втрати стійкості при обтискуванні. Способи збільшення коефіцієнта обтискування. Обтискування з підпиранням. Визначення розмірів заготовки. Конструктивні особливості штампів для обтискування.

Тема 7. Роздавання.

Призначення і область застосування. Характер деформування заготовки. Оптимальний кут робочої конічної поверхні матриці. Розміри заготовки. Допустимий коефіцієнт роздавання виходячи із умови руйнування і втрати стійкості. Фактори, що впливають на допустимий коефіцієнт роздавання. Шляхи збільшення ступеня деформації при роздаванні. Схеми штампів.

Тема 8. Штампо-складальні операції.

Призначення і область застосування. Класифікація штампо-складальних операцій. Складання згинанням, бортуванням, обтискуванням, роздаванням. Складання холодним зварюванням тиском. Схеми штампів.

Теми практичних занять

Тема 1. Оцінка штампоздатності, припустимої формозміни та технологічної деформованості.

Тема 2. Розрахунок припусків під зачистку.

Тема 3. Визначення кута пружинення.

Тема 4. Визначення кількості операцій.

Тема 5. Коефіцієнт бортування і фактори, що впливають на нього.

Тема 6. Коефіцієнт обтискування і фактори, що впливають на нього.

Тема 7. Допустимий коефіцієнт роздавання виходячи із умови руйнування і втрати стійкості.

Тема 8. Складання згинанням, бортуванням, обтискуванням, роздаванням.

Теми лабораторних робіт

Тема 1. Види контролю та випробувань листових матеріалів.

Тема 2. Визначення коефіцієнту використання матеріалу.

Тема 3. Схеми і робота найбільш розповсюджених штампів.

Тема 4. Схеми та особливості роботи штампів простої, сполученої та послідовної дій для пресів простої та подвійної дії.

Тема 5. Утворення горловин витягуванням і бортуванням.

Тема 6. Конструктивні особливості штампів для обтискування.

Тема 7. Оптимальний кут робочої конічної поверхні матриці.

Тема 8. Складання холодним зварюванням тиском.

Самостійна робота

Курс передбачає виконання індивідуального розрахунково-графічного завдання: розробку технології виробництва деталей за допомогою одного з процесів, які вивчали протягом семестру, створення креслень і 3D-моделей необхідного інструменту і оснащення.

Студентам також рекомендуються додаткові матеріали (відео, статті) для самостійного вивчення та аналізу.

Література та навчальні матеріали

Основна література

1. Технологія процесів листового штампування: навчально-методичний посібник до практичних занять і самостійної роботи для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» / укладачі: В.Л. Чухліб, О.А. Юрченко, А.В. Ашкелянець. – Харків: НТУ «ХПІ», 2021. – 76 с.
2. М.В. Орлюк П.С. Вишневський. Технологія холодного штампування та конструювання штампів. Навчальний посібник. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 80 с.
3. Швець, С.В. Штампи та прес-форми, конструювання та технологія виготовлення [Текст] : навч. посіб. / С.В. Швець, Л.М. Сєдінкін. - Суми : СумДУ, 2005. - 117 с.

Додаткова література

4. Калюжний О. В. Холодне штампування виробу з двома фланцями із листової заготовки шляхом використання операцій витягування, роздачі і осаджування / О. В. Калюжний // Збірник наукових праць [Полтавського національного технічного університету ім. Ю. Кондратюка]. Сер. : Галузеве машинобудування, будівництво. - 2013. - Вип. 2. - С. 105-110.
5. Стеблюк В.І., Холявик О.В., Розвиток аналітичних методів розрахунку розмірів та форми заготовок і переходів при витягуванні коробчастих виробів із листового металу // Вісник Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут». Вип.50, 2007.
6. Стеблюк В.І., Азарх І.П., Вдосконалення технології та оснащення для виготовлення особливо тонкостінних трубчастих виробів // Наукові праці ДОННТУ, серія «Металургія». Вип. 10, 2008.

Система оцінювання

Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

100% підсумкової оцінки складаються з результатів оцінювання у вигляді екзамену (40%) та поточного оцінювання (60%).

Поточне оцінювання: розрахунково-графічне завдання (60%).

Шкала оцінювання

Сума балів	Національна оцінка	ECTS
90–100	Відмінно	A
82–89	Добре	B
75–81	Добре	C
64–74	Задовільно	D
60–63	Задовільно	E
35–59	Незадовільно (потрібне додаткове вивчення)	FX
1–34	Незадовільно (потрібне повторне вивчення)	F

Норми академічної етики і політика курсу

Студент повинен дотримуватися «Кодексу етики академічних взаємовідносин та доброчесності НТУ «ХПІ»: виявляти дисциплінованість, вихованість, доброзичливість, чесність, відповідальність. Конфліктні ситуації повинні відкрито обговорюватися в навчальних групах з викладачем, а при неможливості вирішення конфлікту – доводитися до відома співробітників дирекції інституту. Нормативно-правове забезпечення впровадження принципів академічної доброчесності НТУ «ХПІ» розміщено на сайті: <http://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/nv/akademichna-dobrochesnist/>

Погодження

Силабус погоджено

20.06.2023 р. (Протокол №28)

Завідувач кафедри
Віталій ЧУХЛІБ
Гарант ОП
Микола ПРОКОПЕНКО