Національний технічний університет України
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Кафедра технології виробництва літальних апаратів

ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ ПЛАСТИЧНОГО ФОРМОУТВОРЕННЯ В ІННОВАЦІЙНОМУ МАШИНОБУДУВАННІ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Оптимізація пластичного формоутворення в інноваційному машинобудуванні

Рівень вищої освіти	**Третій (освітньо-науковий)**
Галузь знань	**13 Механічна інженерія**
Спеціальність	**131 Прикладна механіка**
Освітня програма	**Технології виробництва літальних апаратів**
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	очна(денна)
Рік підготовки, семестр	2 курс, весняний семестр
Обсяг дисципліни	5 кредити
Семестровий контроль/ контрольні заходи	залік
Розклад занять	2 лекції по першій неділі та 1 лекція по другій неділі
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: д.т.н., професор кафедри ТВЛА Калюжний Володимир Леонідович, kwl_2011@ukr.net[1]
Розміщення курсу	Сайти кафедри ТВЛА, ММІ; АС Кампус; Telegram

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчання та результати навчання

Дисципліна «Оптимізація процесів пластичного формоутворення в інноваційному машинобудуванні» (ОППФвІМ) необхідна для розширення і поглиблення знань аспірантів з лекційних курсів, які вивчалися в період навчання в бакалавратурі і магістратурі: "Технологія холодного листового штампування і конструювання штампів", "Технологія гарячого об'ємного штампування", "Технологія холодного об'ємного штампування", "Теоретичний аналіз процесів обробки металів тиском", «Інтенсифікація листового штампування», «Чисельні методи аналізу процесів обробки металів тиском» та інших. Цей курс викладається аспірантам другого року підготовки.

Обґрунтування вивчення дисципліни. На процеси пластичного формоутворення виробів в інноваційному машинобудуванні впливають три

групи параметрів: конструктивні параметри, технологічні параметри і фізико-механічні параметри.

До конструктивних параметрів відносять геометричну форму деформуючого інструменту - пуансонів, матриць та виштовхувачів. Форма інструменту разом з тертям при течії металу на контактуючих поверхнях в процесах пластичного формоутворення дуже впливає на характер формозміни металу, його напружено-деформований стан, а також на силові режими деформування та величину і розподіл питомих зусиль. Кінцева форма і точність розмірів виробу також визначається деформуючим інструментом та конструкцією штампового оснащення. Причому розміри, які визначаються позаконтактною деформацією, до теперішнього часу уточняються експериментальним шляхом, після чого корегуються розміри вихідних заготовок.

До технологічних параметрів відноситься ступінь деформації, який є одним із основних параметрів, що визначають силові режими деформування та кількість переходів при пластичному формоутворенні. Геометрична форма вихідної заготовки суттєво впливає на кількість переходів і силові режими пластичного формоутворення виробів. В багатьох таких процесів має місце неусталена течія металу. Наявність неусталеної течії металу та локальний характер осередку деформації в процесах з усталеною стадією дуже впливають на пластичність металу, що деформується.

Швидкість деформування впливає на силові режими пластичного формоутворення. Зусилля деформування дещо зменшується при використанні механічних пресів замість гідравлічних.

Для зниження силових режимів пластичного формоутворення використовують примусове зміщення інструменту, що приводить до зменшення зусилля деформування і питомих зусиль на деформуючому інструменті.

Також в процесах пластичного формоутворення має місце розвантаження металу за рахунок пружної деформації. Розвантаження впливає на точність розмірів виробів і до теперішнього часу практично не враховувалося при проектуванні технологій.

Тип змащення вихідних заготовок залежить від марки матеріалу та схеми операції пластичного формоутворення і суттєво впливає на силові режими формоутворення, розподіл питомих зусиль на деформуючому інструменті та його стійкість.

При холодному пластичному формоутворенні виробів із малопластичних сталей і сплавів використовують дію протитиску на вільну від контакту з інструментом поверхню заготовки. Протитиск приводить до зростання пластичності металу, що деформується. Це дозволяє отримувати високоточні вироби із інструментальних і штампових сталей.

Для процесів гарячого пластичного формоутворення головний фактор - вплив температури на кількість переходів і стійкість деформуючого інструменту.

Фізико-механічні параметри. До вказаних параметрів належать дані про властивості металу вихідної заготовки. Це експериментальна діаграма істинних напружень, яка представляє собою залежність напруження текучості від ступеня деформації. Експериментальна діаграма пластичності (або діаграма руйнування) металу представляє собою залежність накопиченої інтенсивності деформацій зсуву від показника жорсткості схеми напруженого стану. Вона дозволяє визначати по напружено-деформованому стану розрахунковим шляхом ступінь використання ресурсу пластичності здеформованого металу та встановлювати можливість руйнування його при пластичному формоутворенні.

В теперішній час при моделюванні процесів пластичного формоутворення з використовують пружно-пластичну модель металу. Для цього потрібні дані про модуль Юнга і коефіцієнт Пуассона металу вихідної заготовки.

Конструктивні, технологічні та фізико-механічні параметри обумовлюють схему напруженого стану і гідростатичний тиск в осередку деформації при пластичному формоутворенні, які, в свою чергу, є визначальними для зусилля деформування, розподілу питомих зусиль на оснащенні та технологічної пластичності металу (пластичність металу при виконанні тієї чи іншої операції пластичного формоутворення). По зусиллях деформування та роботі деформації вибирається ковальсько-пресове обладнання, а величини питомих зусиль дозволяють вибрати матеріал для деформуючого інструменту, розрахувати його на міцність та прогнозувати стійкість. Кінцева геометрія виробу, зміцнення та ступінь використання ресурсу пластичності разом з пружною деформацією металу визначають якість виробів після пластичного формоутворення.

Оптимізацію процесів пластичного формоутворення необхідно здійснювати в двох напрямках: а) при отриманні виробів необхідної форми із вище перехованих параметрів потрібно вибрати такі, що дозволяють формоутворення таких виробів за мінімальну кількість переходів із силовими режимами, які забезпечать максимальну стійкість деформуючого інструменту; б) при отриманні виробів необхідної форми із заданими механічними властивостями здеформованого металу потрібно встановити параметри, які забезпечать раціональну з економічної точки зору кількість переходів та стійкість деформуючого інструменту. При вказаних підходах собівартість виробів буде найменшою, а технологія – конкурентоспроможною.

Мета дисципліни: формування в аспірантів систематизованих знань по виявленню та аналізу основних параметрів, які впливають на процеси холодного, напівгарячого та гарячого пластичного формоутворення виробів, вибір раціональних способів врахування їх при створенні математичних моделей та проведення розрахунковим шляхом оптимізації параметрів для розроблення технологічних процесів отримання виробів необхідної форми та виробів із заданими механічними властивостями здеформованого металу по всьому об’єму , або в окремих частинах об’єму.

Предмет дисципліни: оптимізація процесів холодного, напівгарячого та гарячого формоутворення виробів в інноваційному машинобудуванні

Після вивчення дисципліни аспірант **набуде**:

знання по виявленню, аналізу та встановленню основних конструктивних, технологічних та фізико-механічних параметрів в процесах холодного, напівгарячого та гарячого формоутворення виробів; по раціональних способах врахування вказаних параметрів при розробленні математичних моделей для проведення оптимізації вказаних процесів розрахунковим шляхом; по призначенню параметрів для розроблення технологій отримання виробів потрібної форми і виробів із необхідним пропрацюванням структури металу пластичною деформацією для досягнення механічних властивостей по всьому об'єму чи в окремих його частинах;

вміння по створенню математичних моделей, які з максимальною точністю описують поведінку металу в процесах холодного, напівгарячого та гарячого формоутворення виробів; по розробленню методики проведення розрахункових досліджень для досягнення оптимізації таких процесів в найкоротші терміни; по аналізу результатів розрахунків та призначенню параметрів для проектування конкурентоспроможних технологій пластичного формоутворення в машинобудуванні;

навички по розробленню конкурентоспроможних технологій отримання виробів процесами холодного листового штампування, холодного і напівгарячого та гарячого об'ємного штампування.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Для успішного засвоєння дисципліни аспіранту потрібні достатньо глибокі знання по дисциплінах «Фізико-механічні основи пластичної деформації», «Математичні основи пластичної деформації», "Технологія холодного листового штампування і конструювання штампів", "Технологія гарячого об'ємного штампування і конструювання штампів", "Технологія холодного об'ємного штампування", "Теоретичний аналіз процесів обробки металів тиском", «Інтенсифікація листового штампування», «Чисельні методи аналізу процесів обробки металів тиском», «Ковальсько-штампувальне обладнання».

3. Зміст навчальної дисципліни

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ПАРАМЕТРІВ, ЯКІ ВПЛИВАЮТЬ НА ПРОЦЕСИ ПЛАСТИЧНОГО ФОРМОУТВОРЕННЯ ВИРОБІВ В ІННОВАЦІЙНОМУ МАШИНОБУДУВАННІ

Тема 1.1.

Аналіз параметрів, які впливають на процеси
пластичного формоутворення виробів.
Тема 1.2.
Використання комп'ютерного моделювання для проведення оптимізації процесів пластичного формоутворення виробів.
Розділ 2. ОПТИМІЗАЦІЯ ПЛАСТИЧНОГО ФОРМОУТВОРЕННЯ ВИРОБІВ ПРОЦЕСАМИ ХОЛОДНОГО ЛИСТОВОГО ВИТЯГУВАННЯ.
Тема 2.1.
Витягування в радіальних матрицях.
Тема 2.2.
Витягування в конусних матрицях.
Тема 2.3.
Витягування з потоншенням.
РОЗДІЛ 3. ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ ПЛАСТИЧНОГО ФОРМОУТВОРЕННЯ ВИРОБІВ В ПРОЦЕСАХ ОБТИСКУ ТРУБЧАСТИХ ТА ПОРОЖНИСТИХ ЗАГОТОВОК
Тема 3.1.
Обтиск в матрицях з конусною і криволінійною деформуючою поверхнею.
Тема 3.2.
Обтиск з дією протитиску за допомогою рідини на внутрішню поверхню заготовки
РОЗДІЛ 4. ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ ПЛАСТИЧНОГО ФОРМОУТВОРЕННЯ ВИРОБІВ В ПРОЦЕСАХ РОЗДАЧІ
Тема 4.1.
Роздача конусним пуансоном.
Тема 4.2.
Роздача з дією тиску рідини на внутрішню поверхню заготовки.
РОЗДІЛ 5. ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ ПЛАСТИЧНОГО ФОРМОУТВОРЕННЯ ВИРОБІВ В ПРОЦЕСАХ ВІДБОРТУВАННЯ І ДОРНУВАННЯ
Тема 5.1.
Відбортування отворів у традиційній та попередньо зпрофільованій заготовках.
Тема 5.2.
Дорнування отворів, які отримані видавлюванням та пробиванням перемички.
РОЗДІЛ 6. ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ ПЛАСТИЧНОГО ФОРМОУТВОРЕННЯ ВИРОБІВ В ПРОЦЕСАХ ХОЛОДНОГО ОБ'ЄМНОГО ШТАМПУВАННЯ ПОРОЖНИСТИХ ВИРОБІВ
Тема 6.1.
Оптимальні схеми видавлювання порожнистих виробів.

Тема 6.2.

Оптимальні і раціональні конструктивні і технологічні параметри видавлювання.

РОЗДІЛ 7. ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ ПЛАСТИЧНОГО ФОРМОУТВОРЕННЯ ВИРОБІВ В ПРОЦЕСАХ ХОЛОДНОГО ОБ'ЄМНОГО ШТАМПУВАННЯ СТЕРЖНЕВИХ ВИРОБІВ

Тема 7.1.

Пряме видавлювання стержневих виробів по схемі «заготовка за заготовкою».

Тема 7.2.

Пряме видавлювання стержнів із потовщенням.

Тема 7.3.

Отримання вихідних заготовок для видавлювання шляхом відрізанням зсувом в штампах на пресах.

РОЗДІЛ 8. ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ ПЛАСТИЧНОГО ФОРМОУТВОРЕННЯ ВИРОБІВ В ПРОЦЕСАХ ГАРЯЧОГО ОБ'ЄМНОГО ШТАМПУВАННЯ

Тема 8.1.

Багатоперехідне гаряче деформування.

Тема 8.2.

Гаряче штампування виробів із кольорових металів.

Тема 8.3.

Гаряче штампування виробів із вуглецевих сталей.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Основна література.

1. Калюжний В.Л., Калюжний О.В. Інтенсифікація листового штампування. Формоутворюючі процеси / В.Л. Калюжний, О.В. Калюжний // Київ: НТУУ «КПІ» Вид-во «Політехніка». 2016. 300 с.

2. Калюжний О.В., Калюжний В.Л. Інтенсифікація формоутворюючих процесів холодного листового штампування / О.В. Калюжний, В.Л. Калюжний. – К: ТОВ «Сік Груп Україна», 2015. 292 с.

3. Калюжний О.В. Холодне видавлювання порожнистих і стержневих виробів / О.В. Калюжний, В.Л. Калюжний. Київ. КИТ. 2020. 248 с.

4. Попов Е.А., Ковалев В.Г., Шубин И.Н. Технология и автоматизация листовой штамповки: Учебник для вузов / Е.А. Попов, В.Г. Ковалев, И.Н. Шубин. М: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2000. 400 с.

Додаткова література

1. Данченко В.Н., Миленин А.А, Кузьменко В.И. Компьютерное моделирование процессов обработки металлов давлением. Численные методы / В.Н. Данченко, А.А. Миленин, В.И. Кузьменко. Днепропетровск: Системные технологии. 2008. 448 с.

2. Г.Я. Гун. Теоретические основы обработки металлов давлением. М.: Металлургия. 1980. 456 с.
3. Евстратов В.А. Теория обработки металлов давлением. Харків: "Вища школа", 1981. 248 с.
4. Теория пластических деформаций металлов. / Е.П. Унксов, У. Джонсон, В.Л. Колмогоров и др.; под ред. Е.П. Унксова. - М.: Машиностроение, 1983. 598 с.
5. Е.М. Морозов, Г.П. Никишков. Метод конечных элементов в механике разрушения. М.: Наука, 1980. 256 с.
6. У. Джонсон, П. Меллор. Теория пластичности для инженеров. - М.: Машиностроение, 1979. 567 с.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ПАРАМЕТРІВ, ЯКІ ВПЛИВАЮТЬ НА ПРОЦЕСИ ПЛАСТИЧНОГО ФОРМОУТВОРЕННЯ ВИРОБІВ В ІННОВАЦІЙНОМУ МАШИНОБУДУВАННІ.

Тема 1.1.

Лекція1: Аналіз параметрів, які впливають на процеси пластичного формоутворення виробів.

Тема 1.2.

Лекція2: Використання комп'ютерного моделювання для проведення оптимізації процесів пластичного формоутворення виробів.

Розділ 2. ОПТИМІЗАЦІЯ ПЛАСТИЧНОГО ФОРМОУТВОРЕННЯ ВИРОБІВ ПРОЦЕСАМИ ХОЛОДНОГО ЛИСТОВОГО ВИТЯГУВАННЯ.

Тема 2.1. Витягування в радіальних матрицях.

Лекція 3: Вплив радіуса заокруглення пуансона спеціального профілю на витягування вісесиметричних виробів з листової заготовки із нержавіючої сталі.

Лекція 4: Виготовлення складових деталей виробу «Балон» з заданими механічними властивостями здеформованого металу.

Лекція 5: Визначення максимального зусилля деформування та потовщення фланця при витягуванні з диференційованим радіальним підпором фланця заготовки.

Лекція 6: Вплив відносної товщини і величини підпору на формоутворення виробів при традиційному витягуванні та витягуванні з диференційованим радіальним підпором фланця.

Лекція 7: Використання деформуючого інструменту спеціального профілю для інтенсифікації процесу витягування в радіальних матрицях.

Тема 2.2. Витягування в конусних матрицях.

Лекція 8: Порівняльний аналіз ефективності процесу комбінованого витягування в двохконусній матриці та матриці спеціального профілю.

Лекція 9: Визначення параметрів витягування з потоншенням зпрофільованим пуансоном порожнистих заготовок після видавлювання.

Лекція 10: Вплив тертя на формоутворення вісесиметричних порожнистих виробів комбінованим витягуванням в одноконусній матриці.

Лекція 11: Зменшення зусилля та підвищення продуктивності формоутворення при комбінованому витягуванні вісесиметричних виробів

Лекція 12: Зменшення кількості переходів витягування вісесиметричних виробів з використанням матриці спеціального профілю.

Лекція 13: Комбіноване витягування вісесиметричних порожнистих виробів із листових заготовок з різних матеріалів в двохконусній традиційній матриці та матриці спеціального профілю.

Лекція 14: Комбіноване витягування вісесиметричних порожнистих виробів з листових заготовок із сталі в одноконусній матриці та матриці спеціального профілю.

Лекція 15: Інтенсифікація комбінованого витягування вісесиметричних порожнистих виробів в одноконусній матриці спеціального профілю.

Лекція 16: Визначення оптимального кута вхідного конусу двоконусної матриці для комбінованого витягування вісесиметричних виробів.

Тема 2.3. Витягування з потоншенням.

Лекція 17: Холодне витягування з потоншенням сталевих порожнистих виробів і витягування з потоншенням пуансоном спеціального профілю.

Лекція 18: Визначення параметрів витягування з потоншенням зпрофільованим пуансоном порожнистих заготовок після видавлювання.

РОЗДІЛ 3. ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ ПЛАСТИЧНОГО ФОРМОУТВОРЕННЯ ВИРОБІВ В ПРОЦЕСАХ ОБТИСКУ ТУБЧАСТИХ І ПОРОЖНИСТИХ ЗАГОТОВОК

Тема 3.1. Обтиск в матрицях з конусною і сферичною деформуючою поверхнею.

Лекція 19: Порівняльний аналіз штампування деталей трубопровідної арматури із трубчастої і листової заготовки.

Лекція 20: Вплив радіуса заокруглення конусної матриці спеціального профіля на формоутворення та розміри виробів з горловиною при закритому обтиску трубчастих заготовок.

Лекція 21: Відкритий та закритий обтиск трубчастих заготовок з різною висотою в матриці спеціального профілю,

Лекція 22: Розрахунок розмірів вихідної порожнистої заготовки із тонкою стінкою змінної товщини та обтиск її в матриці з конусно-циліндричною деформуючою поверхнею.

Лекція 23: Інтенсифікація процесу холодного обтиску порожнистих напівфабрикатів для отримання виробів зі змінною товщиною стінки.

Лекція 24: Інтенсифікація обтиску трубчастих заготовок в конусній матриці.

Лекція 25: Моделювання методом скінченних елементів обтиску трубчастих заготовок квадратного і прямокутного перерізу

Тема 3.2. Обтиск з дією протитиску за допомогою рідини на внутрішню поверхню заготовки

Лекція 26: Аналіз обтиску горловин в сферичній матриці на трубчатих заготовках з диференційованим протитиском.

Лекція 27: Вплив відносної товщини заготовки на формоутворення виробів при традиційному обтиску та обтиску з диференційованим протитиском в сферичній матриці.

Лекція 28: Вплив радіусу заокруглення матриці на формоутворення обтиском з протитиском виробів з горловиною.

РОЗДІЛ 4. ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ ПЛАСТИЧНОГО ФОРМОУТВОРЕННЯ ВИРОБІВ В ПРОЦЕСАХ РОЗДАЧІ.

Тема 4.1. Роздача конусним пуансоном.

Лекція 29: Вплив кута конусу пуансону на силові режими і якість виробів при роздачі трубчастих заготовок із нержавіючої сталі.

Лекція 30: Інтенсифікація холодної роздачі трубчастих заготовок конусним пуансоном.

Лекція 31: Напружено-деформований стан заготовок при роздачі трубчастих заготовок традиційним конусним пуансоном та пуансоном спеціального профілю.

Лекція 30: Використання операції витягування листової заготовки та подальшої роздачі для виготовлення з’єднувальних елементів підвищеної якості для трубопроводів.

Лекція 32: Збільшення коефіцієнта роздачі при холодному формоутворенні трубчастих заготовок.

Лекція 33: Форма та розміри, напружено-деформований стан здеформованих заготовок при холодній відкритій роздачі трубчастих заготовок з різною відносною товщиною.

Лекція 34: Якість виробів при холодній відкритій і закритій роздачі трубчастих заготовок із нержавіючої сталі.

Лекція 35: Двостороння роздача трубчастої заготовки з подальшим утворенням плоского фланця.

Тема 4.2. Роздача з дією тиску рідини на внутрішню поверхню заготовки.

Лекція 36:Використання тиску рідини при холодному формоутворенні плоских фланців на трубчастих заготовках.

Лекція 37: Використання тиску рідини для збільшення ступеню деформації при холодному штампуванню з'єднувальних елементів трубопроводів із трубчастих заготовок.

Лекція 38: Вплив кута матриці на формоутворення виробів при холодній роздачі трубчастих заготовок з дією тиску рідини на внутрішню поверхню заготовки

РОЗДІЛ 5. ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ ПЛАСТИЧНОГО ФОРМОУТВОРЕННЯ ВИРОБІВ В ПРОЦЕСАХ ВІДБОРТУВАННЯ І ДОРНУВАННЯ.

Тема 5.1. Відбортування отворів у традиційній та попередньо зпрофільованій заготовках.

Лекція 39: Силові режими та формозміна металу при відбортуванні отворів у попередньо зпрофільованій заготовці в матриці з різним радіусом заокруглення

Лекція 40: Підвищення якості виробів при відбортуванні отворів в листових заготовках і профілях.

Лекція 41: Виключення потоншення стінки і викривлення торця при відбортуванні отворів.

Лекція 42: Вплив геометричної форми пуансону на відбортування круглих отворів у зпрофільованій заготовці.

Лекція 43: Розрахунково-експериментальний аналіз відбортування круглих отворів у традиційній і зпрофільованій заготовці із алюмінію.

Тема 5.3. Дорнування отворів, які отримані видавлюванням та пробиванням перемички.

Лекція 44: Параметри інтенсивного зміцнення металу навколо отворів в профілях із алюмінію.

Лекція 45: Розрахунковий аналіз ресурсозберігаючої технології інтенсивного зміцнення металу навколо отворів у профілях і листових заготовках.

РОЗДІЛ 6. ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ ПЛАСТИЧНОГО ФОРМОУТВОРЕННЯ ВИРОБІВ В ПРОЦЕСАХ ХОЛОДНОГО ОБ'ЄМНОГО ШТАМПУВАННЯ ПОРОЖНИСТИХ ВИРОБІВ.

Тема 6.1. Оптимальні схеми видавлювання порожнистих виробів.

Лекція 46: Аналіз схем холодного видавлювання вісесиметричних порожнистих виробів.

Лекція 47: Варіанти холодного видавлювання вісесиметричних порожнистих виробів з виступом на донній частині зі сторони порожнини.

Лекція 48: Порівняльний аналіз процесів зворотного видавлювання і прямого видавлювання з роздачою виробів з порожниною постійного діаметру.

Лекція 49: Холодне формоутворення порожнистих виробів з профільованою внутрішньою поверхнею.

Тема 6.2. Оптимальні і раціональні конструктивні і технологічні параметри видавлювання.

Лекція 50: Зусилля виймання пуансонів із здеформованих заготовок і зусилля виштовхування заготовок із матриць при зворотному видавлюванні порожнистих виробів з різним ступенем деформації

Лекція 51: Використання холодного штампування для отримання порожнистого виробу з необхідними властивостями здеформованого металу

Лекція 52: Вплив геометричної форми пуансонів на зворотне видавлювання круглих порожнистих виробів.

Лекція 53: Вплив ступеня деформації на зворотне видавлювання конусним пуансоном круглих порожнистих виробів.

Лекція 54: Вплив конструктивних параметрів матриці на пряме видавлювання з роздачою порожнистих виробів.

Лекція 55: Використання видавлювання і витягування з потоншенням для отримання порожнистого виробу із заданими механічними властивостями здеформованого металу.

Лекція 56: Зусилля деформування та напружено-деформований стан металу при холодному видавлюванні коробчастих виробів із пластичних сталей і кольорових металів.

РОЗДІЛ 7. ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ ПЛАСТИЧНОГО ФОРМОУТВОРЕННЯ ВИРОБІВ В ПРОЦЕСАХ ХОЛОДНОГО ОБ'ЄМНОГО ШТАМПУВАННЯ СТЕРЖНЕВИХ ВИРОБІВ.

Тема 7.1. Пряме видавлювання стержневих виробів по схемі «заготовка за заготовкою».

Лекція 57: Прогнозування механічних властивостей здеформованого металу при холодному прямому видавлюванні стержневих виробів по схемі «заготовка за заготовкою»

Лекція 58: Розрахунково-експериментальне дослідження холодного прямого видавлювання по схемі «заготовка за заготовкою» круглих стержнів із сталі

Тема 7.2. Пряме видавлюванні з різним ступенем деформації стержнів із потовщенням.

Лекція 59: Вплив ступеня деформації при прямому видавлюванні стержнів з потовщенням із сталі, міді і алюмінію

Лекція 60: Пряме видавлювання круглих стержнів із сферичним потовщенням

Тема 7.3. Отримання вихідних заготовок для видавлювання шляхом відрізанням зсувом в штампах на пресах.

Лекція 61: Неповністю відкрите відрізання заготовок із круглого прокату в штампах на пресах.

Лекція 62: Неповністю закрите відрізання заготовок із круглого прокату в штампах на пресах.

РОЗДІЛ 8. ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ ПЛАСТИЧНОГО ФОРМОУТВОРЕННЯ ВИРОБІВ В ПРОЦЕСАХ ГАРЯЧОГО ОБ'ЄМНОГО ШТАМПУВАННЯ.

Тема 8.1. Багатоперехідне гаряче деформування.

Лекція 63: Багатоперехідне гаряче деформування. заготовок при виробництві коліс для залізничних вагонів.

Тема 8.2. Гаряче штампування виробів із кольорових металів.

Гаряче штампування порожнистих виробів із високоміцного алюмінієвого сплаву.

Лекція 64: Гаряче зворотне видавлювання порожнистих виробів із латуні.

Лекція 65: Силові режими, напружено-деформований стан металу та температурний розподіл при гарячому зворотному видавлюванні порожнистих вісесиметричних виробів з латуні

Тема 8.3. Гаряче штампування виробів із вуглецевих сталей.

Лекція 66: Гаряче зворотне видавлювання порожнистих виробів із високовуглецевої сталі.

Лекція 67: Гаряче зворотне видавлювання порожнистих виробів із низьковуглецевої сталі.

Лекція 68: Гаряче штампування сталевих порожнистих виробів з інтенсивною пластичною деформацією стінки і донної частини.

6. Самостійна робота аспіранта

В таблиці наведені теми та перелік питань, що плануються для самостійного вивчення:

№ і назва теми	Перелік питань
Тема 1.1. Аналіз параметрів, які впливають на процеси пластичного формоутворення виробів.	1. Вплив параметрів на силові режими пластичного формоутворення
Тема 2.1. Витягування в радіальних матрицях	1. Способи інтенсифікації процесів витягування в радіальних матрицях
Тема 2.2. Витягування в конусних матрицях	1. Існуючі профілі деформуючих поверхонь конусних матриць
Тема 2.3. Витягування з потоншенням	1. Вплив кута конуса витяжної матриці на зусилля витягування
Тема 3.1. Обтиск в матрицях з конусною і сферичною деформуючою поверхнею	1. Способи інтенсифікації процесів обтиску трубчастих і порожнистих заготовок
Тема 3.2. Обтиск з дією протитиску за допомогою рідини на внутрішню поверхню заготовки	1. Конструкції штампового оснащення для обтиску з прикладанням протитиску рідини на внутрішню поверхню заготовки
Тема 4.1. Роздача конусним пуансоном	1. Конструкції штампового оснащення для традиційної роздачі та роздачі з дією протитиску на заготовку
Тема 5.1. Відбортування отворів у традиційній та попередньо зпрофільованій заготовках	1. Конструкції деформуючого інструменту для процесів відбортування
Тема 6.1. Оптимальні схеми видавлювання порожнистих виробів	1. Способи інтенсифікації процесів видавлювання порожнистих виробів
Тема 7.1. Пряме видавлювання стержневих виробів по схемі «заготовка за заготовкою	1. Холодне видавлювання стержневих виробів із малопластичних матеріалів

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Відвідування занять аспірантами є обов'язковим компонентом оцінювання, за яке нараховуються бали. За об'єктивних причин (наприклад, хвороба, міжнародне стажування) навчання може відбуватись в on-line формі за погодженням із керівником курсу. Відвідування лекційних занять без пропусків (крім поважних причин) додатково оцінюється 10 балів, якщо кількість пропусків не перевищує 15% (8 лекцій) нараховується 8 балів, при кількості пропусків більше 15% - 0 балів. За активність аспірантів на лекціях ще нараховуються: активність на 18 лекціях -5 балів, на 36 лекціях – 8 балів, на 54 лекціях -10 балів. За кожну підготовку коротких доповідей згідно з темами кредитного модуля та виступом на лекції нараховується 5 балів. При цьому текст доповіді перевіряється на наявність плагіату із коректними запозиченнями до 20 %. На завершальному етапі навчання аспіранти повинні виконати контрольну роботу, в якій потрібно навести параметри, які впливають на процес згідно теми дисертаційної роботи, вибрати основні та намітити шляхи їх оптимізації. Ця робота оцінюється в 10 балів.

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (РСО)

Рейтингова система оцінювання результатів навчання аспірантів з кредитного модуля «*Оптимізація процесів пластичного формоутворення в інноваційному машинобудуванні***»**

Розроблення рейтингової системи оцінювання(РСО) з кредитного модуля (КМ) «*Оптимізація процесів пластичного формоутворення в інноваційному машинобудуванні*» є складовою частиною робочої навчальної програми. Семестровий контроль заплановано у вигляді заліку, то 100-бальна шкала оцінювання поділяється на дві складові. Перша складова складає 52 бали, так звана стартова кількість балів, за якою забезпечується оцінювання навчально-пізнавальної діяльності аспіранта протягом семестру згідно пункту 7. Якщо аспірант набрав більше 65 балів, то він може отримати позитивну оцінку без здачі заліку.

Друга складова 48 балів призначена для оцінювання результатів навчання на заліку.

На заліку студенти виконують письмову контрольну роботу. Кожне завдання містить два теоретичних запитання і одне практичне. Перелік запитань наведений. Кожне запитання (завдання) оцінюється у 16 балів за такими критеріями:

– «відмінно», повна відповідь, не менше 90% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь», (повне, безпомилкове розв'язування завдання) – 16-15 балів;
– «добре», достатньо повна відповідь, не менше 75% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь або є незначні неточності (повне розв'язування завдання з незначними неточностями) – 14-12 балів;
– «задовільно», неповна відповідь, не менше 60% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до «стереотипного» рівня та деякі помилки (завдання виконане з певними недоліками) – 11-10 балів;
– «незадовільно», відповідь не відповідає умовам до «задовільно» – 0 балів.

Сума стартових балів та балів за залікову роботу переводиться до залікової оцінки згідно з таблицею:

Бали	Оцінка
100…95	Відмінно
94…85	Дуже добре
84…75	Добре
74…65	Задовільно
64…60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Є не зараховані лабораторні роботи або не зарахована розрахункова робота	Не допущено

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Склав д.т.н., професор кафедри технології виробництва літальних апаратів Володимир Калюжний

Ухвалено кафедрою технології виробництва літальних апаратів (протокол № 1 від 28.08.2020 р.)

Погоджено Методичною комісією механіко-машинобудівного інституту (протокол № 1 від 28.08.2020 р.)