



ПРОЦЕСИ ОБРОБКИ МЕТАЛІВ ТИСКОМ З ЛОКАЛЬНИМ ОСЕРЕДКОМ ДЕФОРМУВАННЯ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Процеси обробки металів тиском з локальним осередком деформування

Рівень вищої освіти	<i>Третій (освітньо-науковий)</i>
Галузь знань	<i>13 Механічна інженерія</i>
Спеціальність	<i>131 - Прикладна механіка</i>
Освітня програма	<i>Технології виробництва літальних апаратів</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>5 кредити</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>залік</i>
Розклад занять	<i>2 лекції по першій неділі та 1 лекція по другій неділі</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: Д.т.н., професор, Калюжний Володимир Леонідович, kwl_2011@ukr.net¹</i>
Розміщення курсу	<i>Telegram</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Дисципліна «Процеси обробки металів тиском з локальним осередком деформування» (ПОМТЗЛЮД) 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 штамів", "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», «Ковальсько-штампувальне обладнання та інших. Цей курс викладається аспірантам другого року підготовки.

Обґрунтування вивчення дисципліни.

Процесами обробки металів тиском з локальним осередком деформування виробляються вироби різноманітної конфігурації. Формоутворення високоточних виробів відбувається в основному в холодному

стані. Такі процеси характеризуються достатньо високою продуктивністю, метал в них проявляє велику пластичність. Деформування відбувається при понижених силових режимах, а штампове оснащення має підвищену стійкість.

Необхідність вивчення навчальної дисципліни полягає в зорієнтовані здобувачів вищої освіти третього (освітньо-наукового) рівня на широке різноманіття процесів обробки металів тиском з локальним осередком деформування. Під час вивчення дисципліни слухачі не тільки ознайомлюються з низкою сучасних наукових досягнень у вказаних процесах (зокрема технологій та обладнання для ротаційного видавлювання, технологій та устаткування для ротаційного витягування та технологій і обладнання для штампування обкочуванням), але і на підставі порівняльного аналізу їх результативності, ефективності, потенційних можливостей тощо визначають найбільш перспективні і затребувані сучасним виробництвом. При цьому беруться до уваги світові тенденції розвитку ковальсько-штампувального виробництва в авіабудуванні, аерокосмічній техніці, суднобудуванні, оборонній промисловості та потреби держави в наведених галузях промисловості. В якості основного джерела вихідної інформації є конкретні навчальні і наукові джерела інформації по процесах обробки металів тиском з локальним осередком деформації в галузі машинобудування, тому перелік додаткової літератури постійно поновлюється, як правило, раз на рік. Необхідно звернути увагу слухачів, що розгляд кожного конкретного напрямку наукових та практичних досягнень в цій області проводиться на прикладах аналізу вітчизняних та закордонних джерел технічної інформації, матеріалів Міжнародних науково-технічних конференцій, наукових робіт (дисертацій) з детальним аналізом актуальності, мети, наукової новизни, практичної цінності тощо.

Мета дисципліни: формування в аспірантів систематизованих знань по виявленню та аналізу основних конструктивних, технологічних і фізико-механічних параметрів, які впливають на процеси обробки металів тиском з локальним осередком деформування, вибір раціональних способів врахування їх при створенні математичних моделей таких процесів та проведення розрахунковим шляхом оптимізації параметрів для удосконалення існуючих та розроблення нових технологічних процесів отримання виробів необхідної форми та виробів із заданими механічними властивостями zdeформованого металу по всьому об'єму, або в окремих частинах об'єму.

Предмет дисципліни: процеси обробки металів тиском з локальним осередком деформування.

Після вивчення дисципліни аспірант **набуде:**

знання по виявленню, аналізу та встановленню основних конструктивних, технологічних та фізико-механічних параметрів в процесах обробки металів тиском з локальним осередком деформації; 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 обробки металів тиском з локальним осередком деформації; 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 обробки металів тиском з локальним осередком деформації.

Дисципліна формує навички професійної та науково-дослідної діяльності.

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

Тема	Зміст	Примітка
Вступ	Загальні відомості про процеси обробки металів тиском з локальним осередком деформації. Політика оцінювання	
Тема 1.	Ротаційне витягування вісесиметричних виробів	
Тема 2.	Давильні роботи та ротаційне видавлювання	
Тема 3.	Штампування накочуванням та обкочуванням	
Тема 4.	Навивання пружин	

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. Ковка и штамповка: Справочник. В 4-х т./ Ред. Совет: Е.И. Семенов(пред.) и др.Т.3. Холодная объемная штамповка / Под ред. Г.А. Навроцкого. М: Машиностроение, 1987. 384 с.
3. Лапин В.В., Писаревский М.И., Самсонов В.В. Сизов Ю.И. Накатывание резьб, червяков, шлицев и зубьев. Л: Машиностроение, 1984. 228с.
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. Джонсон У., Меллор П.. Теория пластичности для инженеров. М.: Машиностроение, 1979. 567 с.
6. Юдин Л.Г., Яковлев С.П. Ротационная вытяжка цилиндрических оболочек. М: Машиностроение, 1984, 128 с.
7. Навроцкий, Г.А., Белков Е.Г. Навивка пружин на автоматах. М: Машиностроение, 1978. 143 с.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Вступ.

Лекція 1. Загальні відомості про процеси обробки металів тиском з локальним осередком деформації. Політика оцінювання

Тема 1. Ротаційне витягування вісесиметричних виробів.

Лекція 2: Конструкції пристроїв для ротаційного витягування.

Лекція 3: Силові режими ротаційного витягування.

Лекція 4: Якість виробів при ротаційному витягуванні та проектування технології такого витягування.

Тема 2. Давильні роботи та ротаційне видавлювання.

Лекція 5: Основні схеми і види давильної обробки: обкатування, роздача, обтискування, закатування кінців труб.

Лекція 6: Оброблювальність при ротаційному видавлюванні.

Лекція 7: Ротаційне видавлювання деталей конічної і циліндричної форми.

Лекція 8: Ротаційне видавлювання циліндричних деталей.

Лекція 9: Фінішні операції ротаційного видавлювання: вигладжування поверхонь, обробка торців. Обладнання для ротаційного видавлювання. Виконання ½ модульної контрольної роботи (МКР)

Тема 3. Штампування накочуванням та обкочуванням.

Лекція 10: Особливості накочування гвинтових профілів та експлуатаційні властивості виробів.

Лекція 11: Технології холодного накочування гвинтових профілів.

Лекція 12: Особливості накочування зубчастих профілів.

Лекція 13: Технології накочування шліцевих і зубчастих профілів.

Лекція 14: Обладнання для холодного накочування шліцевих і зубчастих профілів.

Лекція 15: Особливості штампування обкочуванням.

Лекція 16: Штампування обкочуванням типових деталей.

Тема 4. Навивання пружин.

Лекція 17: Загальні питання виробництва пружин. Способи навивання.

Лекція 18: Пружинонавивальні автомати. Силові та геометричні параметри при навиванні. Виконання ½ модульної контрольної роботи (МКР)

6. Самостійна робота аспіранта

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

№ і назва теми	Перелік питань
Тема 1. Ротаційне витягування вісесиметричних виробів	<ol style="list-style-type: none">1. Експериментальні дослідження ротаційного витягування.2. Конструкції і розрахунок деформуючого інструменту для ротаційного витягування.3. Аналіз якості вісесиметричних виробів при ротаційному витягуванні.4. Вибір обладнання для ротаційного витягування.
Тема 2. Давильні роботи і ротаційне видавлювання	<ol style="list-style-type: none">1. Обладнання для давильних робіт та ротаційного видавлювання.

	<ol style="list-style-type: none"> 2. Верстати для давильних робіт ручним інструментом. 3. Механізація давильних робіт давильним інструментом 4. Економічні аспекти давильних робіт та ротаційного видавлювання.
Тема 3. Штampuвання накочуванням та обкочуванням	<ol style="list-style-type: none"> 1. Утворення внутрішньої різьби методом пластичної деформації 2. Обладнання для накочування зовнішніх гвинтових профілів 3. Інструмент для штampuвання накочуванням різьби. 4. Інструмент для накочування шліцевих та зубчастих профілів. 5. Сучасне пресове обладнання для штampuвання обкочуванням.
Тема 4. Навивання пружин	<ol style="list-style-type: none"> 1. Конструктивні та технологічні можливості закордонних пружинонавивальних автоматів. 2. Налагоджувальні розрахунки навивальних автоматів.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Політика щодо дедлайнів та перескладання: - у відповідності до загальноуніверситетських вимог, окремі елементи не встановлюються. Перескладання заліку відбувається із дозволу кафедри/деканату за наявності поважних причин (наприклад: лікарняний).

Політика щодо академічної доброчесності: - у відповідності до загальноуніверситетських вимог, окремі елементи не встановлюються. Списування, запозичення, шахрайство під час оцінювання тощо - не допускаються.

Політика щодо відвідування: - відвідування занять та присутність на іспиті є обов'язковим компонентом для оцінювання, під час лекцій проводяться експрес-опитування та надаються завдання для виконання під час аудиторних занять (обов'язкові складові РСО), а також за навчальну активність аспіранта нараховуються додаткові бали (додатково до РСО). За об'єктивних причин (наприклад, хвороба, міжнародне стажування та/або інші форс-мажорні ситуації тощо) навчання може відбуватись в on-line формі у відповідності до загальноуніверситетських вимог. Також застосовуються елементи змішаного навчання.

Застосовуються і заохочуються (на підставі мотивованої активності під час навчання) можливо отримання підсумкової оцінки – автоматом (за згодою аспіранта) і у відповідності до загальноуніверситетських вимог

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

Поточний контроль: 1) результати експрес-опитування або експрес-тестів за тематикою опанованого матеріалу під час проведення заняття (проводиться 21 опитування по 1 балу за позитивне опитування, сумарно 21 балів мах) або - результатів тестів, які враховуються замість результатів експрес опитування (тести проводяться за бажанням аспірантів за погодженням (допуском) викладача), зокрема при об'єктивних обставинах недостатньої кількості балів за поточні експрес-опитування, як правило при наборі 3-5 балів за тему плану (в залежності від повноти відповіді у 6 балів мах, сумарно 18 балів мах); 2) результати розбитої на дві по ½ МКР (кожна з яких оцінюється в залежності від повноти відповіді у 20 балів мах, сумарно 40 балів мах); 3) додаткові (заохочувальні) бали не можуть перевищувати 20 балів мах (проставляються за мотивовану активність під час занять по 1 балу за лекцію та участь у написанні тез, статей тощо, участь у науково-дослідній роботі кафедри тощо, підготовці стартапів тощо до 5 балів за кожну складову).

Семестровий контроль: залік (в залежності від повноти відповіді у 40 балів мах). Бали поточного і семестрового контролю складаються, але не можуть перевищувати 100 балів. Якщо аспірант під час семестру набрав більше за 60 балів він може претендувати на залік автоматом за загальноуніверситетськими умовами переведення поточних балів в екзаменаційну оцінку.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

<i>Кількість балів</i>	<i>Оцінка</i>
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

- перелік обов'язкових питань, які виносяться на семестровий контроль:
 - по темі 1: конструкції пристроїв для ротаційного витягування; силові режими ротаційного витягування; якість виробів при ротаційному витягуванні та проектування технології такого витягування; експериментальні дослідження ротаційного витягування; конструкції і розрахунок деформуючого інструменту

для ротаційного витягування; аналіз якості вісесиметричних виробів при ротаційному витягуванні; вибір обладнання для ротаційного витягування;

- по темі 2: основні схеми і види давильної обробки: обкатування, роздача, обтискування, закатування кінців труб; оброблювальність при ротаційному видавлюванні; ротаційне видавлювання деталей конічної і циліндричної форми; ротаційне видавлювання циліндричних деталей; фінішні операції ротаційного видавлювання: вигладжування поверхонь, обробка торців; обладнання для ротаційного видавлювання; обладнання для давильних робіт; верстати для давильних робіт ручним інструментом; механізація давильних робіт ручним інструментом; економічні аспекти давильних робіт та ротаційного видавлювання;

- по темі 3: особливості накочування гвинтових профілів та експлуатаційні властивості виробів; технології холодного накочування гвинтових профілів; особливості накочування зубчастих профілів; технології накочування шліцевих і зубчастих профілів; обладнання для холодного накочування шліцевих і зубчастих профілів; особливості штампування обкочуванням; штампування обкочуванням типових деталей; утворення внутрішньої різьби методом пластичної деформації; обладнання для накочування зовнішніх гвинтових профілів; інструмент для штампування накочуванням різьби; інструмент для накочування шліцевих та зубчастих профілів;

- по темі 4: Загальні питання виробництва пружин; способи навивання; пружинонавивальні автомати; силові та геометричні параметри при навиванні; конструктивні та технологічні можливості закордонних пружинонавивальних.

В якості питань екзаменаційних білетів/тестів можуть застосовуватись питання з іншим формулюванням та/або їх складові частини;

- можливість зарахування сертифікатів проходження дистанційних чи онлайн курсів тощо за відповідною тематикою;
- можливість зарахування статей, тез науково-технічних конференцій (семінарів) виданих в науко-метричних виданнях, з підвищеною складовою оцінювання.

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.)