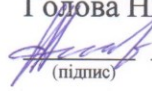


Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра технології виробництва літальних апаратів (№ 104)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми/
Голова НМК

 Бичков І. В.
(підпис) (ініціали та прізвище)

«___» _____ 2021 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА ОБОВ'ЯЗКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

«ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА ЛІТАКІВ І ВЕРТОЛЬОТІВ

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 13 «Механічна інженерія»

(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 134 «Авіаційна та ракетно-космічна техніка».

(код і найменування спеціальності)

Освітня програма: Технологія виробництва літальних апаратів

(найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Харків 2021 рік

Розробник: : Коллеров В. В., доцент, к.т.н., доцент каф. 104

Сікульський В. Т., доцент, к.т.н., професор каф. 104

Миронова С. Ю., старший викладач каф. 104

(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь і вчене звання)

Сікульський

Миронова

С

(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри Технології виробництва
літальних апаратів

(назва кафедри)

Протокол № 1 від «26» серпня 2021 р.

Завідувач кафедри д. т. н., с. н. с.

(науковий ступінь і вчене звання)

Бичков

(підпис)

І. В. Бичков

(ініціали та прізвище)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показника	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)		
Кількість кредитів 14,5(4,5/4,5/5,5)	Галузь знань 13 «Механічна інженерія» (шифр і найменування) Спеціальність 134 «Авіаційна та ракетно-космічна техніка» (код і найменування) Освітня програма Технологія виробництва літальних апаратів (найменування) Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)	обов'язкова		
Кількість модулів – 3		Навчальний рік		
Кількість змістовних модулів – 6		2021/2022		
Індивідуальне завдання _____ (назва)		Семестр 6,7,8 - 435		
Загальна кількість годин – 212/ 435		135	135	165
		Лекції* 112 годин		
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4/4/5,25 самостійної роботи студента – 4,4/4,4/5,06		32	32	48
		Практичні, семінарські*		
		8	8	12
		Лабораторні*		
		24	24	24
		Самостійна робота		
		71	71	81
		Вид контролю		
		модульний контроль, іспит		

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить:
212/223

* Аудиторне навантаження може бути зменшене або збільшене на одну годину залежно від розкладу занять.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета вивчення: надання знань про сутність технологічних процесів виготовлення деталей літака та вертольоту з листа, профілів, труб методами обробки металів тиском; монолітних деталей – з видаленням припуску; про системні підходи комплексної технології складання літаків та вертольотів; формування навиків розрахунку основних параметрів цих процесів виготовлення деталей та складання типових конструкцій окремих вузлів, відсіків, секцій і агрегатів; навчання методам раціонального проектування технологій та засобів технологічного оснащення; засвоєння методів проектування типових операцій з оформлення відповідної технологічної документації.

Завдання: технологічні процеси сучасних способів виробництва деталей з листових матеріалів, профілів і труб розподільчими та формозмінювальними операціями, а також спеціальні способи формування деталей, напрямки інтенсифікації існуючих технологічних процесів; сучасні методи та засоби технологічного оснащення для виготовлення деталей АТ заготівельно-штампувальними роботами (ЗШР). Сучасні методи та засоби технологічного оснащення для виготовлення монолітних деталей літака та вертольоту розмірною обробкою різанням з видаленням припуску.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні досягти таких **компетентностей**:

ФК6. Здатність розробляти і реалізовувати технологічні процеси виробництва елементів та об'єктів авіаційної техніки.

ФК9. Здатність обирати методи розрахунків, проектування та виробництва з урахуванням особливостей різних видів авіаційної техніки.

Очікувані результати навчання:

ПРН8. Дотримуватися вимог галузевих нормативних документів щодо процедур проектування, виробництва, випробування та (або) сертифікації елементів та об'єктів авіаційної техніки на всіх етапах їх життєвого циклу.

ПРН15. Застосовувати у професійній діяльності сучасні методи проектування, конструювання та виробництва елементів та систем авіаційної техніки.

ПРН17. Розуміти та обґрунтовувати послідовність проектування, конструювання, виробництва, випробування та сертифікації елементів та систем авіаційної техніки.

ПРН20. Розуміти теоретичні принципи та практичні методи інструментального забезпечення взаємозамінності деталей авіаційної техніки.

ПРН21. Мати навички розробки технологічних процесів, в тому числі з застосуванням засобів автоматизованого комп'ютерного проектування, для виробництва конструктивних елементів та систем авіаційної техніки.

ПРН23. Розуміти особливості розрахунків, проектування та виробництва різних видів авіаційної техніки та обґрунтовано обирати методи їх реалізації.

Пререквізити - Теоретична механіка, Опір матеріалів, Будівельна механіка, Інженерна графіка, Технологія конструкційних матеріалів, Авіаційне матеріалознавство, Деталі машин, Основи взаємозамінності.

Кореквізити - Збирально-монтажні роботи у літакобудуванні, Інтегровані технології проектування, Проектування підприємств авіаційного виробництва.

3. Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1.

Змістовний модуль 1. Заготівельно-штампувальне виробництво

СЕМЕСТР 6

ТЕМА 1. Основні поняття та визначення технології виробництва АКТ. Загальна

характеристика літака та вертольота, як об'єкта виготовлення АКТ у заготівельно-штампувальному виробництві (ЗШВ). Визначення поняття «технологія» та процесів: виробничого, допоміжного, технологічної оснастки та устаткування, операції, виробу, деталі, заготовки, напівфабрикату. Поняття з технологічності виробу і деталі. Загальні вимоги до технологічності виробу і основні показники з технологічності.

ТЕМА 2. Загальна характеристика ЗШВ. Основні методи та засоби забезпечення взаємозамінності у виробництві деталей каркасу та обшивок АКТ. Визначення взаємозамінності у виробництві деталей. Незалежні та ув'язані методи виготовлення деталей. Сутність плазово-шаблонного метода ув'язки, еталонно-шаблонного (ЕШМ), координатно-шаблонного (КШМ), метода об'ємної ув'язки (МОУ), аналітичної ув'язки (МКАУ). Загальна характеристика ЗШВ. Класифікація деталей літаків та вертольотів. Основні елементи деталей ЗШВ: контур, отвір, поверхня, борт, рифт та інші. Основні операції ЗШВ: роздільні та формозмінювальні. Поняття з технологічності виробу і деталі.

ТЕМА 3. Методи та способи розподілу напівфабрикату на заготовки і деталі. Отримання плоских деталей з листа в інструментальних штампах. Прогресивні способи розподілу матеріалів. Існуючі методи і способи розподілу матеріалів та їх класифікація. Схеми процесу розподілу зрушуваними деформаціями. Отримання плоских деталей в інструментальних штампах. Сутність процесу вирубки-пробивки. Існуючі схеми штамів та обладнання. Фактори, що впливають на точність деталей, які отримуються вирубкою-пробивкою. Методи підвищення технологічності плоских деталей та шляхи економії металу. Сутність способів різки: абразивної, лазерної, плазмової, водонапірним струменем, еластичним середовищем та інших. Аналіз техніко-економічних показників способів розкрою. Особливості розкрою напівфабрикату з титану, високоміцних сталей та сплавів. Особливості розподілу профілів та труб.

ТЕМА 4. Виготовлення деталей літаків та вертольотів гнуттям з листа. Класифікація деталей з технологічними ознаками. Сутність процесу пластичного гнуття. Основні параметри процесу та їх визначення: момент, сила, кут пружинення. Існуючі схеми та способи гнуття з листових заготовок. Технологічні схеми гнуття. Існуючі способи гнуття. Гнуття-формовка еластичним середовищем. Особливості гнуття листів з нержавіючих сталей та титану. Вимоги до технологічності конструкції деталей, які виготовляються гнуттям з листа.

ТЕМА 5. Виготовлення деталей літаків і вертольотів з профілів та труб. Класифікація деталей з профілів та труб за технологічними ознаками. Технологічні особливості процесу виготовлення деталей з профілів та труб. Типові технологічні процеси. Особливості виконання роздільних операцій із профільних та трубних заготовок. Існуючі способи гнуття профілів (схеми процесів): гнуття прокаткою у роликах, у штампах, гнуття з розтягненням, гнуття проштовхуванням у філь'єру, гнуття ротаційним обтиском та ударним розплющуванням. Формозмінювальні операції при виготовленні деталей з труб: розвальцовка, обтиск, сплющування, гнуття. їх схеми. Способи гнуття труб. Особливості процесу та енергосилові параметри. Схеми процесів гнуття: вручну на оправках; на трубогнуттєвих станках; у штампах. Вимоги до технологічності конструкції деталей, які отримуються з профілів, труб та трубних заготовок.

ТЕМА 6. Отримання деталей літаків та вертольотів витягуванням з листа в штампах. Прогресивні способи витягування. Класифікація деталей з технологічних ознак. Схеми витягування з притиском та без нього. Напружено-деформований стан в характерних зонах. Методика розрахунків технологічних параметрів процесу витягування з притиском. Вимоги до технологічності конструкції деталей, які виготовляються витягуванням з листа в штампах. Визначення параметрів процесу витягування: форми та розмірів заготовки; кількість переходів; зусилля притиску та витягування; радіусів закруглення пунсона і матриці а також зазору між ними. Витягування еластичним середовищем (гумою, поліуретаном, рідиною), з місцевим підігрівом та охолодою.

ТЕМА 7. Виготовлення обшивок літаків та вертольотів обтяжкою. Виготовлення обшивок літаків та вертольотів з технологічних ознак. Існуючі способи виготовлення обшивок одинарної і подвійної кривизни з листових заготовок. Вимоги до конструкції обшивок. Виготовлення обшивок одинарної кривизни на КГЛ. Виготовлення монолітних обшивок одинарної і подвійної кривизни.

Отримання обшивок подвійної кривизни способами простого обтягування та обтягування з розтягненням. Методика розрахунку енергосилових параметрів цих процесів.

ТЕМА 8. Спеціальні способи виготовлення деталей літаків та вертольотів. Особливості виготовлення деталей АКТ з високоміцних сталей, титанових сплавів та інших матеріалів. Особливості роздільних та формозмінювальних операцій у разі виготовлення деталей з неметалічних матеріалів. Виготовлення деталей АКТ з листоштампувальному молоті. Сутність технологій «гідроформ». Динамічна штамповка поліуретаном на УДШГ.

ТЕМА 9. Основні питання технологічної підготовки виробництва. Існуючі проблеми та напрямки розвитку ЗШВ. Технологічна підготовка виробництва – сутність та основний склад робіт. Автоматизоване виготовлення шаблонів, технологічної оснастки та деталей. САПР проектування технологічних процесів, штампів. Доводочні роботи. Досконалість процесів ЗШВ – інтенсифікація операцій. Аналіз існуючих проблем ЗШВ та напрямки їх вирішення.

Модульний контроль

Змістовний модуль 2. Розмірна обробка

СЕМЕСТР 7

ТЕМА 1. Особливості структурної організації машинобудування та авіабудування, як галузі. Структура виробничого та технологічного процесів. Визначення поняття технологія.

ТЕМА 2. Основні поняття та визначення технології виготовлення деталей АКТ у механо-складальному виробництві. Класифікація механооброблюючих деталей літака та вертольоту.

ТЕМА 3. Поняття про технологічний процес. Структура технологічного процесу механічної обробки. Технологічна операція та її складові. Заготівки та напівфабрикати для виготовлення деталей планера літака та вертольоту, їхні порівняльні особливості.

ТЕМА 4. Операційні припуски та методика розрахунку розмірів заготівки. Операційний припуск при механічній обробці, його складові, методика розрахунку розміру заготівки.

ТЕМА 5. Точність процесів механічної обробки, категорії та види точності. Класифікація похибок при обробці різанням. Фактори, які впливають на похибки розмірів та форми деталей. Режими різання та нормування операцій розмірної обробки. Технологічні засоби підвищення продуктивності розмірної обробки.

ТЕМА 6. Режими різання при механічній обробці. Залежність висоти мікронерівностей від подачі. Методика вибору режимів різання. Нормування операцій механообробки, складові норми часу, штучно-калькуляційна норма часу.

ТЕМА 7. Підготовчі операції розмірної обробки. Обробка деталей на верстатах токарної групи. Технологічні особливості та види токарної обробки. Тенденції розвитку токарної обробки деталей. Технологічні особливості обробки отвору свердлінням, зенкеруванням, розгортанням. Засоби нарізання різьби.

ТЕМА 8. Компонування трьохкоординатних фрезерних верстатів. Елементи рухів в процесі різання при фрезеруванні. Технологічні особливості фрезерування авіаційних деталей. Особливості обробки фрезеруванням на багатокоординатних верстатах з числовим програмним управлінням. Технологічні особливості трьох- та чотирьохкоординатного об'ємного фрезерування деталей літака та вертольоту. Особливості об'ємного фрезерування поверхонь сотових конструкцій. Типові види п'ятикоординатної обробки. Високошвидкісне фрезерування.

ТЕМА 9. Чистові, оздоблюючі та контрольні засоби розмірної обробки. Технологічні особливості та засоби шліфування деталей літака та вертоліт. Види круглого шліфування. Технологічні особливості оздоблюючих засобів обробки деталей на прикладі хонінгування та суперфінішу. Контроль точності механічної обробки на базі координатно-вимірювальних машин (КВМ).

ТЕМА 10. Проектування технологічних процесів розмірної обробки. Базування заготівки при розмірній обробці. Структура спеціальних верстатних пристроїв. Базування деталей при механічній обробці, класифікація баз по призначенню, характеру прояви, числу зв'язків, що

накладаються. Похибки типових схем базування деталей.

ТЕМА 11. Структура спеціальних верстатних пристроїв. Методика проектування спеціальних верстатних пристроїв. Розрахунок зусилля закріплення заготовки для типових схем базування. Етапи проектування технології розмірної обробки. Вихідні дані для проектування технологічного процесу. Перелік питань, що вирішуються при проектуванні техпроцесу механічної обробки, особливості розробки плану механообробки.

ТЕМА 12. Етапи створення керуючої програми для обладнання з ЧПК. Системи автоматизації програмування механічної обробки. Схема переробки технологічної інформації при створенні керуючої програми.

ТЕМА 13. Особливості технологічних процесів: розрізання, свердлення, точіння, нарізання різьби, фрезерування деталей з композиційних матеріалів, титанових та високоміцних авіаційних сплавів.

ТЕМА 14. Технологія зміцнюючої обробки деталей літака, вертольоту засобами поверхнево-пластичного деформування. Засоби поверхнево-пластичного деформування деталей, їх принципові схеми та технологічні особливості. Технологія зміцнення довгомірних деталей літака та вертольоту.

Модульний контроль

Модуль 2.

Змістовний модуль: Особливості складально-монтажних робіт

СЕМЕСТР 8

ТЕМА 1. Технологічні процеси складання, монтажу, випробувань, як найважливіші складові технологічної системи характеристики цих процесів. Місце і значення операцій складання, монтажу, випробувань літаків (вертольотів), їх взаємний вплив в загальній технологічній системі виробництва виробів. Характеристика та зміст техпроцесів та окремих операцій складання, монтажу, випробувань, регулювання та фінішних доробок складальних виробів авіабудівництва. Вплив цих процесів і операцій на формування якості готових виробів та ефективність виробництва. Об'єкт складально-монтажних технологій, їх характеристика та місце в технологічній системі виробництва агрегатно-складальних цехів.

ТЕМА 2. Організаційна та технологічна структура авіапідприємства, його виробничо-складальний процес; вплив об'ємів і програм випуску виробів авіатехніки на типи і форми технологічної системи виробництва. Структура основного, допоміжного та обслуговального виробництва: характеристика цехів основного виробництва, допоміжного виробництва, цехів і підрозділів обслуговального виробництва. Значення та структура департаменту головного технолога підприємства. Взаємозв'язок технологічного і загального процесу виробництва; характеристика технологічного і загального виробничого циклів складальних робіт. Типи виробництв (одиничне, серійне, масове), їх порівняльні характеристики. Організаційні форми складально-монтажних робіт (бригадна, коопераційна, поточно-стендова). Характеристика агрегатно-складальних цехів (призначення, техпроцеси, обладнання, оснащення); предметний та функціональний признаки їх поділення; основні технічні та керівні підрозділи цих цехів.

ТЕМА 3. Технологічні методи забезпечення якості складально-монтажного виробництва. Значення регламентації якості авіавиробів, її зв'язок з льотно-тактичними характеристиками, надійністю та ресурсом літаків, вертольотів. Показники якості виробів та комплексна їх оцінка. Експлуатація – головне джерело інформації про якість виробів. Технологічна і випробувальна обробка конструкції в серійному виробництві – шлях підвищення якості. Технологічні засоби складального виробництва в загальній системі забезпечення якості виробів. Регулювання техпроцесів складально-монтажного циклу є умова одержання літаків найвищої якості. Типова схема регулювання. Виробничі відхилення параметрів якості об'єкта виробництва. Типи виробничих відхилень і причини їх появи. Процес накопичення виробничих відхилень. Початкові дані для оцінки якості виробів складальних техпроцесів. Поопераційний, вихідний і

вхідний контроль. Об'єктивні методи контролю виробничих відхилень параметрів якості. Методи та засоби проведення випробувань об'єктів складання.

ТЕМА 4. Економічна ефективність складальних техпроцесів і методи її підвищення. Критерії економічності техпроцесів складання продуктивність праці, технологічна вартість, термін окупаємості капіталовкладень. Область використання цих критеріїв. Продуктивність праці, її позначки та шляхи підвищення при складальному виробництві; автоматизація процесів з'єднань, контрольно-випробувальних робіт, засоби механізації окремих операцій; поточні методи організації складальних робіт. Шляхи скорочення основного та допоміжного часу на складальні операції, а також часу обслуговування робочого місця і підготувально-заключного терміна робіт.

ТЕМА 5. Сутність і зміст робіт при технологічній підготовці серійного складального виробництва. Структура процесу технічної підготовки виробництва: конструктивна, технологічна та організаційна підготовка; значення цих етапів підготовки виробництва. Основні принципи організації технологічної підготовки складального виробництва. Задачі та етапи підготовки виробництва. Об'єм, зміст і цикл робіт по підготовці к виробництву в складальному виробництві. Зміст діючої єдиної системи підготовки виробництва. Розробка типових і робочих техпроцесів; проектування та виготовлення стандартного і спеціального оснащення; впровадження технологій і оснащення в складальне виробництво. Методи і графіки послідовної та паралельно-послідовної підготовки виробництва.

ТЕМА 6. Технологічність конструкцій літаків та вертольотів. Зміст поняття технологічності конструкцій. Вплив технологічності виробів на їх якість, трудомісткість та цикл виробництва. Взаємозв'язок технологічності та ефективності виробів. Загальні технологічні вимоги до конструкції літаків: геометрії форм, роз'ємів, членуванню, конструктивним матеріалам, точності виготовлення та інші. Окремі вимоги до індивідуальних складових одиниць. Показники технологічності. Використання стандартизації, уніфікації, механізації та автоматизації для підвищення технологічності конструкцій. Якісна та кількісна оцінки технологічності.

ТЕМА 7. Схеми членування літаків та вертольотів на складові одиниці. Значення та різноманітність схем розчленування літаків. Вплив таких схем на технологію складання та монтажу. Вимоги конструкції, технології та експлуатації до оптимальності схем розчленування. Переваги раціонального розчленування конструкції: широкий фронт проектувальних та конструктивних робіт, прискорення технологічної підготовки виробництва, покращення умов складання та монтажу; забезпечення високої якості цих робіт, спрощення організації складальних та транспортних операцій. Розчленування планера літака (вертольота) на агрегати, відсіки, панелі, вузли. Критерії розділення об'єктів складання на окремі частини. Панелювання агрегатів та відсіків. Визначна роль панелювання для складальної технології.

ТЕМА 8. Схеми складання літаків (вертольотів) та їх складових одиниць. Суттєвість та значення схем складання для усього циклу виробництва авіа виробів. Місто схем складання у комплексі директивних технологічних матеріалів. Закладання технічних умов поставки складових одиниць і окремих деталей в схемі складання на всіх етапах складально-монтажних робіт. Диференціація схем складання: вузлова, секційна, відсікові, агрегатна, загальна схема складання літака або вертольота. Критерії використання послідовної, паралельної, та паралельно – послідовної схем складання.

ТЕМА 9. Методи складання та складальні бази в авіабудівництві. Суттєвість поняття метода складання та складальної бази. Класифікація методів складання по принципу базування і взаємозамінності. Взаємозв'язок методів складання та складальних баз. Складання по базовій деталі. Складання по розмітці. Складання по складальним отворах (СО). Особливості базування деталей, які створюють стикові поверхні агрегатів. Складання в пристроях з базуванням по поверхні каркаса або обшивки. Складання з базуванням на спеціальні технологічні отвори (УФО, КФО, БФО, ОСБ).

ТЕМА 10. Загальні принципи забезпечення заданої точності виготовлення, складання виробів та точності ув'язки розмірів між собою. Загальні поняття точності розмірів і точності ув'язки розмірів між собою. Виробничі погрішності виготовлення розміру та погрішності ув'язки розмірів при складанні. Вимоги до точності ув'язки суміжних розмірів складаних деталей конструкції. Структура відтворення розмірів. Первинне джерело виготовлення та ув'язки розмірів. Загальні та

індивідуальні етапи переносу розміру. Операції копіювання розміру та операції побудови поверхні. Взаємозв'язок розмірів та допусків на них. Конструктивні, технологічні та конструктивно-технологічні розмірні ланцюги; їх властивості. Приклад розрахунку погрішностей наданого розмірного ланцюга об'єкту складання. Структура погрішностей при складанні; систематичні і випадкові погрішності.

ТЕМА 11. Плазово-шаблонний та плазово-інструментальний методи забезпечення взаємозамінністю та ув'язки форм і розмірів виробів авіатехніки. Сутність плазово-шаблонного методу (ПШМ) та плазово-інструментального методу (ПІМ). Геометрична, фізична та функціональна взаємозамінність. Вплив жорсткості елементів конструкції на забезпечення взаємозамінності. Метод допусків і посадок, область його використання в авіабудівництві. Характерні особливості ПШМ та ПІМ. Жорсткі плоскі та об'ємні носії форм і розмірів. Використання плазів, шаблонів, еталонів, макетів стику складальних одиниць. Засоби інструментального методу забезпечення взаємозамінності (плаз-кондуктор, інструментальний стенд, верстаки з ЧПК, лазерні трекери та ін.). Умови перебільшення точності ув'язки двох розмірів над точністю виготовлення кожного із розмірів. Формулювання суттєвості принципу геометричної взаємності при ПШМ та ПІМ.

ТЕМА 12. Еталонно-шаблонний метод забезпечення взаємозамінності та ув'язки форм і розмірів в авіабудівництві. Основна сутність еталонно-шаблонного методу (ЕШМ). Використання еталона поверхні агрегату; його структура. Контрольно-вимірювальне оснащення при ЕШМ. Призначення еталонів поверхні, контр-еталонів, монтажних еталонів, еталонів вузлів; схеми їх конструкцій. Загальна схема ув'язки форм і розмірів при ЕШМ; її аналіз. Структура заготовчої та складальної оснастки при ЕШМ. Спрощені структурні схеми ув'язки при ЕШМ. Міжзаводська схема ув'язки геометрії об'єктів складання при ЕШМ. Ув'язка контрольно-вимірювальної та робочої складальної оснастки по базовим отворах еталона поверхні агрегату. Переваги і недоліки ЕШМ. Координатно-шаблонний метод забезпечення взаємозамінності та ув'язки форм і розмірів у авіабудівництві. Зміст та область використання координатно-шаблонного методу (КШМ). Первинні джерела ув'язки при КШМ. Особливості КШМ. Типова структурна схема взаємозамінності та ув'язки при КШМ. Її аналіз.

ТЕМА 13. Метод об'ємної ув'язки при виробництві літаків (вертольотів). Сутність та область призначення методу об'ємної ув'язки (МОУ). Базовий еталон і об'ємний плаз, їх призначення та конструктивні схеми. Еталонування елементів бортових систем літака в об'ємному плазі. Зразкові деталі та вузли. Ув'язка оснастки при МОУ. Порівняльна характеристика технологічної машини і об'ємного плазу. Принципова схема ув'язки та забезпечення взаємозамінності деталей каркасу та бортових систем літака (вертольота) при МОУ.

ТЕМА 14. Програмно-інструментальний метод забезпечення взаємозамінності та ув'язки форм і розмірів елементів конструкцій та оснастки. Зміст програмно-інструментального методу (ПРІМ) та область його використання. Принцип ПРІМ – незалежне виготовлення геометричних форм і розмірів деталей конструкції літака і елементів оснащення. Аналітична форма завдання геометрії планера та його частин. Носії електронно-цифрової інформації в ПРІМ. Використання в системі ПРІМ таблиць координатно-фіксуючих отворів, конструктивних плазів та деяких шаблонів. Програми для ЕОМ та обладнання з числовими системами керування при ПРІМ. Принципова схема ув'язки форм і розмірів деталей конструкції та оснастки при ПРІМ.

ТЕМА 15. Методика проектування схем ув'язки оснастки. Розрахунки точності складання авіа-конструкцій. Види і структура схем ув'язки. Вплив схем ув'язки оснастки на точність і взаємозамінність об'єктів складання, на об'єм робіт по ув'язки геометричних параметрів цих об'єктів, на цикл і собівартість підготовки виробництва. Приклади варіантів структурних схем ув'язки в залежності від взятого методу забезпечення взаємозамінності складових елементів конструкції. Якісна оцінка досконалості схеми ув'язки за допомогою коефіцієнта ув'язки, його розрахунки. Внутрішня та зовнішня ув'язка оснастки; приклади.

ТЕМА 16. Загальна методика проектування технологічних процесів складально-монтажних та випробувальних робіт. Вимоги до техпроцесів. Начальні дані для проектування складально-монтажних процесів: теоретичні та конструкційні креслення; технічні умови на складання, монтаж, випробування; схеми членування та складання; засоби взаємозамінності; об'єм

виробництва виробів та інші. Послідовність проектування техпроцесів: план операцій, оснащення їх, спеціальність та розряд робітників, нормування трудомісткості операцій. Технічні джерела інформації для вибору цих параметрів, методики їх розрахунків, приймаючи до уваги виробничі умови. Глибина розробки техпроцесів в залежності від масштабу виробництва. Вибір економічно-цілеспрямованого техпроцесу по мінімальній собівартості або по ефективності капіталовкладень.

ТЕМА 17. Характеристики технологій вузлового та панельного складання в літако- та вертольотобудуванні. Класифікація та конструктивно-технологічна характеристика типових технологічних вузлів та панелей літаків і вертольотів (нервюри, шпангоути, лонжерони, панелі різної конфігурації та інше). Технічні вимоги до складання цих об'єктів: аеродинамічні, міцкісні, геометричні, експлуатаційні та інші. Методи та засоби забезпечення точності і взаємозамінності вузлів та панелей планера. Використання обґрунтованих методів базування при формуванні установчих операцій. Структура плану операцій при складанні вузлів або панелей. Типові засоби оснащення, механізації і автоматизації складальних робіт при вузловому та панельному складанні. Вплив типу з'єднань на складальні процеси такого складання. Особливості складання герметичних вузлів і панелей. Типові структури і особливості процесів складання клепанних, зварних, паяних та клеєних вузлів та панелей; об'єкти складання з роз'ємними різьбовими з'єднаннями. Контрольні операції при складанні таких об'єктів. Особливості складальних робіт при складанні вузлів і панелей з неметалів, композиційних матеріалів, з сотовим наповненням. Типізація і уніфікація техпроцесів вузлового та панельного складання. Технології складання секцій, відсіків, агрегатів в літако- та вертольотобудуванні. Класифікація секцій, відсіків та агрегатів по конструктивно-технологічним властивостям. Технічні вимоги при складанні фюзеляжу, крила, хвостового оперення, елеронів, закрилків, мотогондол, лопатей несучих систем вертольотів та інших агрегатів і їх секцій, відсіків. Вимоги загальної та аеродинамічної взаємозамінності. Засоби базування при складанні агрегатів, відсіків, секцій; схеми складання та склад складального оснащення при цьому. Об'єм та зміст робіт при складанні агрегатів, відсіків. Техпроцес складання непанельованих відсіків та агрегатів. Принципова схема складання при цьому.

ТЕМА 18. Загальна класифікація і характеристика з'єднань. Заклепкові з'єднання. Види та загальна характеристика з'єднань. Технічні вимоги до з'єднань елементів планера і бортових систем. Класифікація з'єднань. Вплив виду з'єднань на технологічний процес, конструкцію оснастки і інструменти. Вплив з'єднань на надійність та ресурс виробів.

Модульний контроль

4. Структура навчальної дисципліни «Технологія виробництва літаків і вертольотів»

Прийняті скорочення (розрахунково-графічна робота – РГР, розрахункова робота – РР, контрольна робота – РК, реферат – Р, курсова робота – КР, курсовий проект – КП, лабораторна робота – ЛР, лабораторне заняття – ЛЗ, практичне заняття – ПЗ, семінар – С).

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	Усього го	У тому числі			
		л	п	лаб.	с. р.
1	2	3	4	5	6
Модуль 1 Заготівельно-штампувальне виробництво					
Змістовий модуль 1. Загальна характеристика ЗШВ.					
Тема 1. Визначення технології виготовлення деталей літаків та вертольотів у заготівельно-штампувальному виробництві (ЗШВ).	8	2	-	4	2
Тема 2. Класифікація деталей ЗШВ за конструктивно-технологічними ознаками	4	2	-	-	2
Тема 3. Методи та способи розподілу напівфабрикату на заготовки і деталі. Отримання плоских деталей з листа в інструментальних штампах. Прогресивні способи розподілу матеріалів.	53	6	8	4	35
Тема 4. Виготовлення деталей літаків та вертольотів гнуттям з листа.	12	2	-	4	6
Тема 5. Виготовлення деталей літаків та вертольотів з профілів та труб.	8	4	-	-	4
Разом за змістовим модулем 1	85	16	8	12	49
Змістовий модуль 2. Способи виготовлення деталей літаків та вертольотів					
Тема 6. Отримання деталей літаків та вертольотів витягуванням з листа в штампах. Прогресивні способи витягування.	14	4	-	4	6
Тема 7. Виготовлення обшивок літаків та вертольотів	12	4	-	4	4
Тема 8. Виготовлення деталей літаків та вертольотів штампуванням еластичним середовищем	12	4	-	4	4
Тема 9. Спеціальні способи виготовлення деталей літаків та вертольотів.	12	4	-	-	8
Разом за змістовим модулем 2	52	16	0	12	22
Усього за модуль 1	135	32	8	24	71
Модуль 2. Розмірна обробка					
Змістовий модуль 1. Загальні питання технології розмірної обробки					
Тема 1. Методи розмірної обробки у літакобудуванні. Тенденції розвитку розмірної обробки у літакобудуванні. Типові деталі літака, вертольоту, що виготовляються на металоріжучому обладнанні.	6	2	-	-	4
Тема 2. Сучасний стан та тенденції розвитку технології обробки різанням.	6	2	-	-	4

Тема 3. Поняття про технологічний процес. Структура технологічного процесу механічної обробки. Технологічна операція та її складові.	8	2	-	2	4
Тема 4. Операційний припуск при механічній обробці, його складові, методика розрахунку розміру заготівки.	16	2	-	2	12
Тема 5. Точність процесів механічної обробки, категорії та види точності. Класифікація похибок при обробці різанням.	4	2	-	-	4
Тема 6. Режими різання при механічній обробці. Залежність висоти мікронерівностей від подачі. Методика вибору режимів різання.	20	2	3	4	11
Разом за змістовим модулем 1	46	12	3	8	35
Змістовий модуль 2. Технологія розмірної обробки деталей літака, вертольоту					
Тема 7. Підготовчі операції розмірної обробки. Технологічні особливості та види токарної обробки. Технологічні особливості обробки отвору свердленням, зенкеруванням, розгортанням. Засоби нарізання різьби.	6	4	-	-	2
Тема 8. Компонування трьохкоординатних фрезерних верстатів. Технологічні особливості фрезерування авіаційних деталей. Особливості обробки фрезеруванням на багатокоординатних верстатах з числовим програмним управлінням. Типові види п'ятикоординатної обробки. Високошвидкісне фрезерування.	4	2	-	-	2
Тема 9. Технологічні особливості та засоби шліфування деталей літака та вертольоту. Види круглого шліфування. Технологічні особливості оздоблюючих засобів обробки деталей на прикладі хонінгування та суперфінішу.	4	2	-	-	2
Тема 10. Проектування технологічних процесів розмірної обробки. Базування заготівки при розмірній обробці. Похибки типових схем базування деталей.	22	4	2	4	12
Тема 11. Структура спеціальних верстатних пристроїв. Методика проектування спеціальних верстатних пристроїв.	20	2	2	4	12
Тема 12. Етапи створення керуючої програми для обладнання з ЧПК.	9	2	1	4	2
Тема 13. Особливості обробки деталей з композиційних матеріалів, титанових та високоміцних авіаційних сплавів.	4	2	-	-	2
Тема 14. Технологія зміцнюючої обробки деталей літака, вертольоту засобами поверхнево-пластичного деформування.	8	2		4	2
Разом за змістовим модулем 2	77	20	5	16	36
Усього за модуль 2	135	32	8	24	71
Модуль 3					
Змістовий модуль 1. Особливості складально-монтажних робіт					
Тема 1. Технологічні процеси складання, монтажу,	10	2	-	4	4

випробувань, як найважливіші складові технологічної системи характеристики цих процесів.					
Тема 2. Організаційна та технологічна структура авіапідприємства, його виробничо-складальний процес; вплив об'ємів і програм випуску виробів авіатехніки на типи і форми технологічної системи виробництва.	6	2	-	-	4
Тема 3. Технологічні методи забезпечення якості складально-монтажного виробництва.	6	2	-	-	4
Тема 4. Економічна ефективність складальних техпроцесів і методи її підвищення.	6	2	-	-	4
Тема 5. Сутність і зміст робіт при технологічній підготовці серійного складального виробництва.	8	4	-	-	4
Тема 6. Технологічність конструкції літаків та вертольотів.	8	4	-	-	4
Тема 7. Схеми членування літаків та вертольотів на складові одиниці.	8	4	-	-	4
Тема 8. Схеми складання літаків (вертольотів) та їх складових одиниць.	6	2	-	-	4
Тема 9. Методи складання та складальні бази в авіабудівництві.	14	4	-	6	4
Тема 10. Загальні принципи забезпечення заданої точності виготовлення, складання виробів та точності ув'язки розмірів між собою.	14	4	6	2	2
Тема 11. Плазово-шаблонний та плазово-інструментальний методи забезпечення взаємозамінністю та ув'язки форм і розмірів виробів авіатехніки.	6	2	-	2	2
Усього годин за змістовний модуль 1	82	32	6	14	40
Змістовий модуль 2. Сучасні методи ув'язки					
Тема 12. Еталонно-шаблонний метод забезпечення взаємозамінності та ув'язки форм і розмірів в авіабудівництві.	12	2	-	2	8
Тема 13. Метод об'ємної ув'язки при виробництві літаків (вертольотів).	7	2	-	-	5
Тема 14. Програмно-інструментальний метод забезпечення взаємозамінності та ув'язки форм і розмірів елементів конструкцій та оснастки.	12	4	-	4	4
Тема 15. Методика проектування схем ув'язки оснастки.	10	2	-	-	8
Тема 16. Загальна методика проектування технологічних процесів складально-монтажних та випробувальних робіт.	16	2	6	4	4
Тема 17. Характеристики технологій вузлового та панельного складання в літако- та вертольотобудуванні.	12	2	-	4	6
Тема 18. Загальна класифікація і характеристика з'єднань.	8	2	-	-	6
Усього годин за змістовий модуль 2	83	16	-	14	41

Усього годин за модуль 3	165	48		28	81
Разом з дисципліни	435	112	12	69	223

5. Теми семінарських занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1		
2		
	Разом	

6. Теми практичних занять. Модуль 1.

№ з/п	Назва теми	Кільк. годин
1	2	3
1	Аналіз конструкції деталі та її технологічності	1
2	Визначення розмірів заготовки	2
3	Вибір схеми штампування та технологічної схеми штампа	2
4	Визначення зусилля штампування	3
5	Визначення центра тиску штампа	2
6	Розрахунки конструктивних елементів штампа на міцність, стійкість, зминання тощо	2
7	Величини зазорів між пуансоном і матрицею, а також їх виконавчі розміри	2
8	Допуски та посадки в спряженнях елементів штампа	1
	Разом	8

Теми практичних занять. Модуль 2.

№ з/п	Назва теми	Кільк. годин
1	2	3
1	Проведення конструктивно-технологічного аналізу деталі, що оброблюється розмірною обробкою	1
2	Вибір заготовки та обґрунтування методу її виготовлення. Розрахунок операційних припусків і розмірів заготовки	2
3	Розробка технологічного маршруту обробки деталі. Вибір технологічних баз для всіх операцій обробки	2
4	Розрахунок режимів різання і норм часу (РТК)	1
5	Проектування спеціального верстатного пристрою для заданої викладачем операції. Розрахунок похибок базування, зусиль різання та закріплення	2
	Разом	8

7. Теми лабораторних занять. Модуль 1.

№ з/п	Назва теми	Кільк. годин
1	2	3
1	Виготовлення плоских деталей та заготовок з листового матеріалу в штампах	6

	на механічних пресах	
2	Штампкування-витягування в інструментальних штампах	4
3	Штампкування деталей з листового матеріалу еластичним середовищем	4
4	Виготовлення деталей обтягуванням листових заготовок	4
5	Гнуття листового матеріалу в інструментальних штампах	6
	Разом	24

Теми лабораторних занять. Модуль 2.

№ з/п	Назва теми	Кільк. годин
1	2	3
1	Вивчення геометрії інструменту для механічної обробки	4
2	Базування заготовок при обробці різанням та складання УЗП	2
3	Технологічні процеси електроерозійної та електрохімічної обробки металів	6
4	Визначення режимів різання при обробці монолітних заготовок на токарних верстатах з ЧПК	4
5	Складання програми керування при обробці деталей на верстатах с ЧПК	4
6	Дослідження точності обробки деталей на верстатах с ЧПК ймовірно-статистичним методом	4
	Разом	24

Теми лабораторних занять. Модуль 3.

№ з/п	Назва теми	Кільк. годин
1	2	3
1	Виготовлення складальних пристроїв з еталонно-шаблонним методом забезпечення взаємозамінності оснащення	4
2	Виготовлення складальних пристроїв з плазово-інструментальним методом забезпечення взаємозамінності оснащення	4
3	Монтаж і контроль складального оснащення з використанням оптико-механічних систем	4
4	Складання і контроль плоских технологічних вузлів у складальних пристроях та за допомогою СО	4
5	Навішення деталей стику	4
6	Складання бокової секції фюзеляжу в пристрої з базуванням по координатно-фіксуєчим отворам	4
	Разом	24

8. Самостійна робота

Модуль 1.

ТЕМА 1. Основні поняття та визначення технології виробництва АКТ. Загальна характеристика літака та вертольота, як об'єкта виготовлення АКТ у заготівельно-штампувальному виробництві (ЗШВ).

- Особливості літака та вертольота, як спеціального об'єкту виробництва машинобудування.
- Особливості деталей літаків та вертольотів, які отримуються у ЗШВ.

ТЕМА 2. Загальна характеристика ЗШВ. Основні методи та засоби забезпечення взаємозамінності у виробництві деталей каркасу та обшивок АКТ.

- Класифікація основних операцій ЗШВ та їх визначення згідно стандартів.
- Порівняльний аналіз методів забезпечення взаємозамінності у виробництві деталей каркасу та обшивок АКТ.

3. Основні характеристики матеріалів (металів та неметалів) та напівфабрикатів..
4. Схеми та технічні характеристики обладнання ЗШВ (механічних, гідравлічних пресів та спец обладнання).

ТЕМА 3. Методи та способи розподілу напівфабрикату на заготовки і деталі. Отримання плоских деталей з листа в інструментальних штампах. Прогресивні способи розкрою.

1. Системи розкрою. Показник ефективності розкрійних робіт - КВМ. Карти розкрою.
2. Існуюче обладнання для розподілу листа за прямолінійному та криволінійним контурам.
3. Конструкція та основні деталі штампа, їх класифікація. Виконавчі розміри матриці та пуансона. Класифікація інструментальних штамів. Проектування штамів.
4. Спрощені схеми обладнання для різки: абразивної, лазерної, плазмової, водонапірним струменем.
5. Спрощені схеми обладнання для розподілу профілів та трубчастих заготовок.

ТЕМА 4. Виготовлення деталей літаків та вертольотів гнуттям з листа.

1. Існуюче обладнання для гнуття деталей з листа.
2. Виготовлення профілів гнуттям з листових заготовок на обладнанні з ЧПК.
3. Основні конструктивні вимоги до деталей, які виготовляються гнуттям.

ТЕМА 5. Виготовлення деталей літаків і вертольотів з профілів та труб.

4. Існуючі способи малковки та підсічки у разі виготовлення деталей літаків з профілів.
5. Отримання деталей літаків з профілів за допомогою поліуретану.
6. Виготовлення арматурних деталей трубопровідних систем за допомогою поліуретану.
7. Спосіб виготовлення деталей з трубчастих заготовок на трубогнуттєвих станках з ЧПК.

ТЕМА 6. Отримання деталей літаків і вертольотів витягуванням з листа в штампах.

Прогресивні способи витягування.

1. Різновиди схем витягування в штампах: у конусну матрицю; реверсивне; витягування зі зменшенням товщини стінок; багатошарове витягування.
2. Глибоке витягування на пресах QAB-схема процесу та обладнання.
3. Витягування з глибоким місцевим охолодженням та нагрівом.
4. Особливості витягування гідравлікою та сутність процесу.

ТЕМА 7. Виготовлення обшивок літаків та вертольотів обтяжкою.

1. Отримання обшивок подвійної кривизни методами виколотки та послідовної місцевої деформації.
2. Спрощені схеми та характеристики обладнання для обтяжки листових заготовок.
3. Схеми обладнання для виготовлення монолітних обшивок подвійної кривизни ударним деформуванням за допомогою дробу.

ТЕМА 8. Спеціальні способи виготовлення деталей літаків та вертольотів.

1. Вібраційна штамповка.
2. Сутність технологій виготовлення деталей з титану за високоміцних сплавів.
3. Технологічні процеси виготовлення типових елементів літаків з КМ: шпангоута, панелі, складно профільних деталей.

ТЕМА 9. Основні питання технологічної підготовки виробництва. Існуючі проблеми та напрямки розвитку ЗШВ.

1. Доводочні роботи у разі виготовлення деталей літаків та вертольотів.
2. Показники економічної ефективності процесів ЗШВ. Методика розрахунку технологічної собівартості виготовлення деталей ЗШВ.
3. Основні положення проектування технологічних процесів.
4. Технологічна оснастка ЗШВ та методика її проектування.

Модуль 2.

ТЕМА 1. Методи розмірної обробки у літакобудуванні. Загальні питання технології розмірної обробки. Місто дисципліни у навчальному плані. Тенденції розвитку розмірної обробки у літакобудуванні. Типові деталі літака, вертольоту, що виготовляються на металорізючому обладнанні.

ТЕМА 2. Конструктивно-технологічні особливості літака, вертольоту як об'єкту виробництва.

Сучасний стан та тенденції розвитку технології обробки різанням. Класифікація механооброблюючих деталей літака та вертольоту.

ТЕМА 3. Поняття про технологічний процес. Структура технологічного процесу механічної обробки. Технологічна операція та її складові. Заготівки: напівфабрикати для виготовлення деталей планера літака та вертольоту, їхні порівняльні особливості.

ТЕМА 4. Операційні припуски та методика розрахунку розмірів заготівки. Операційний припуск при механічній обробці, його складові, методика розрахунку розміру заготівки.

ТЕМА 5. Точність процесів механічної обробки, категорії та види точності. Класифікація похибок при обробці різанням. Фактори, які впливають на похибки розмірів та форми деталей. Режими різання та нормування операцій розмірної обробки. Технологічні засоби підвищення продуктивності розмірної обробки.

ТЕМА 6. Режими різання при механічній обробці. Залежність висоти мікронерівностей від подачі. Методика вибору режимів різання. Нормування операцій механообробки, складові норми часу, штучно-калькуляційна норма часу.

ТЕМА 7. Підготовчі операції розмірної обробки. Обробка деталей на верстата токарної групи. Технологічні особливості та види токарної обробки. Тенденції розвитку токарної обробки деталей. Технологічні особливості обробки отвору свердлінням, зенкеруванням, розгортанням. Засоби нарізання різьби.

ТЕМА 8. Компонування трьохкоординатних фрезерних верстатів. Елементи рухів в процесі різання при фрезеруванні. Технологічні особливості фрезерування авіаційних деталей. Особливості обробки фрезеруванням на багатокоординатних верстатах з числовим програмним управлінням. Технологічні особливості трьох- та чотирьохкоординатного об'ємного фрезерування деталей літака та вертольоту. Особливості об'ємного фрезерування поверхонь сотових конструкцій. Типові види п'ятикоординатної обробки. Високошвидкісне фрезерування.

ТЕМА 9. Чистові, оздоблюючі та контрольні засоби розмірної обробки. Технологічні особливості та засоби шліфування деталей літака та вертольоту. Види круглого шліфування. Технологічні особливості оздоблюючих засобів обробки деталей на прикладі хонінгування та суперфінішу. Контроль точності механічної обробки на базі координатно-вимірювальних машин (КВМ).

ТЕМА 10. Проектування технологічних процесів розмірної обробки. Базування заготівки при розмірній обробці. Базування деталей при механічній обробці, класифікація баз по призначенню, характеру прояви, числу зв'язків, що накладаються. Похибки типових схем базування деталей.

ТЕМА 11. Структура спеціальних верстатних пристроїв. Методика проектування спеціальних верстатних пристроїв. Розрахунок зусилля закріплення заготовки для типових схем базування. Етапи проектування технології розмірної обробки. Вихідні дані для проектування технологічного процесу. Перелік питань, що вирішуються при проектуванні техпроцесу механічної обробки, особливості розробки плану механообробки.

ТЕМА 12. Етапи створення керуючої програми для обладнання з ЧПК. Системи автоматизації програмування механічної обробки. Схема переробки технологічної інформації при створенні керуючої програми.

ТЕМА 13. Особливості розрізання, свердлення, точіння, нарізання різьби, фрезерування деталей з композиційних матеріалів, титанових та високоміцних авіаційних сплавів.

ТЕМА 14. Технологія зміцнюючої обробки деталей літака, вертольоту засобами поверхнево-пластичного деформування. Засоби поверхнево-пластичного деформування деталей, їх принципові схеми та технологічні особливості. Технологія зміцнення довгомірних деталей літака та вертольоту.

Модуль 3.

ТЕМА 1. *Технологічні процеси складання, монтажу, випробувань, як найважливіші складові технологічної системи характеристики цих процесів.*

1. Особливості складальних одиниць авіатехніки: жорсткість; габарити; багатодетальність; геометрія обводів, контурів, стиків; вимоги до точності виготовлення.
2. Різниця конструкційних матеріалів в складі складальних одиниць.
3. Особливості засобів, які використовуються для надання взаємозамінності.

ТЕМА 2. *Організаційна та технологічна структура авіа підприємства.*

1. Характеристика агрегатно-складальних цехів (призначення, техпроцеси, обладнання, оснащення); предметний та функціональний признаки їх поділення; основні технічні та керівні підрозділи цих цехів.

2. Структура та призначення цехів і підрозділів допоміжного і обслуговального виробництва; їх типові технології і об'єкти виробництва.

3. Значення засобів механізації і автоматизації на всіх етапах виробництва літаків і вертольотів.

ТЕМА 3. Технологічні методи забезпечення якості складально-монтажного виробництва.

1. Технологічні методи забезпечення надійності літаків; нормалізація і стандартизація проектних і технологічних операцій.

2. Методи забезпечення експлуатаційної довговічності складених літаків і вертольотів.

3. Вплив на якість виробництв взаємозамінності елементів конструкції. Критерії взаємозамінності.

4. Значення методик аналізу та експериментальних досліджень технологій складання та забезпечення якості авіатехніки.

ТЕМА 4. Економічна ефективність складальних техпроцесів і методи її підвищення.

1. Зниження витрат на матеріали, заробітну платню робітників, експлуатацію обладнання, складальних пристроїв, та на спецінструменти.

2. Зниження об'ємів капітальних вкладів та термінів окупності капітальних витрат.

3. Вплив сучасних методів менеджменту в складальному виробництві на покращення техніко-економічних показників в агрегатно-складальних цехах і в цехах загального складання літаків.

ТЕМА 5. Сутність і зміст робіт при технологічній підготовці серійного складального виробництва.

1. Методи і графіки послідовної та паралельно-послідовної підготовки виробництва.

2. Шляхи удосконалення та скорочення термінів і витрат на технологічну підготовку виробництва у складальному секторі.

ТЕМА 6. Технологічність конструкції літаків та вертольотів.

1. Якісна та кількісна оцінки технологічності.

2. Вирішення задач технологічності на різних етапах проектування виробів, при підготовці виробництва та етапі складання виробів.

3. Вплив технологічності конструкції при різних типах виробництва на собівартість виробів.

ТЕМА 7. Схеми членування літаків та вертольотів на складові одиниці.

1. Методика визначення оптимальної чисельності панелей.

2. Вплив панелювання на техніко-економічні показники: відносна трудомісткість, відносна собівартість, зниження виробничої площі, виробничого циклу складання, зміни чисельності робітників.

3. Ув'язка схеми членування з силовою схемою конструкції літака (вертольота) та бортовими системами обладнання.

ТЕМА 8. Схеми складання літаків (вертольотів) та їх складових одиниць.

1. Критерії використання послідовної, паралельної, та паралельно – послідовної схем складання.

2. Вплив схем складання на організаційні форми складання і на показники ефективності технології складально-монтажних робіт.

3. Приклади розробки різних схем складання.

ТЕМА 9. Методи складання та складальні бази в авіабудівництві.

1. Порівняльні техніко-економічні характеристики методів складання по точності і рівню взаємозамінності, по продуктивності та умовам праці, по розмірам виробничої площі та термінам підготовки виробництва, по об'ємам капіталовкладень.

2. Методи складання з повною, обмеженою взаємозамінністю; селективний метод складання; складання по методу підгонки.

3. Область використання цих методів.

4. Принципи базування: єдності баз, постійності баз, збігу баз.

5. Схеми базування і послідовність установчих операцій при складанні конструкцій.

ТЕМА 10. Загальні принципи забезпечення заданої точності виготовлення, складання виробів та точності ув'язки розмірів між собою.

1. Характеристики поля розсіяння розміру та розрахунки випадкових погрешностей замикаючої ланки розмірного ланцюга.
2. Точність ув'язки розмірів при методах: зв'язаного створення форм і розмірів, незалежного створення форм і розмірів виробів, метода на основі принципу компенсації.

ТЕМА 11. Плазово-шаблонний та плазово-інструментальний методи забезпечення взаємозамінністю та ув'язки форм і розмірів виробів авіатехніки.

1. Групи геометричних параметрів літаків, що повинні бути взаємозв'язані з належною точністю: контури окремих плоских січень агрегатів планера; контури окремих деталей та вузлів, які входять до складу кожного плоского січення; параметри між агрегатних роз'єднань; параметри взаємного розміщення окремих плоских січень агрегату в просторі.
2. Єдині спеціальні еталони форм і розмірів для цих груп.
3. Структурна схема ув'язки геометричних параметрів при ПШМ та ПІМ.
4. Характеристики та конструктивні схеми інструментальних стендів та плаз-кондукторів. Їх призначення і технологічне оснащення.
5. Калібри стиків, стапельні плити, монтажні плити.
6. Використання для монтажу і контролю стапельів оптичної системи.
7. Переваги і недоліки схеми ПШМ та ПІМ.

ТЕМА 12. Еталонно-шаблонний метод забезпечення взаємозамінності та ув'язки форм і розмірів в авіабудівництві.

1. Склад контрольно-вимірювальної та робочої оснастки при ЕШМ.
2. Схема міжзаводської ув'язки оснастки при ЕШМ.
3. Переваги і недоліки ЕШМ.

ТЕМА 13. Метод об'ємної ув'язки при виробництві літаків (вертольотів).

1. Використання спеціальної контрольної оснастки для збільшення точності та широкого використання методу складання по СО при МОУ.
2. Переваги і недоліки МОУ.

ТЕМА 14. Програмно-інструментальний метод забезпечення взаємозамінності та ув'язки форм і розмірів елементів конструкцій та оснастки.

1. Номенклатура оснащення, яка виготовляється незалежно з використанням програм та автоматичного обладнання.
2. Використання координатних стендів при ПРІМ.
3. Переваги і недоліки ПРІМ, його вплив на якісні та техніко-економічні показники виробів складання.

ТЕМА 15. Методика проектування схем ув'язки оснастки.

1. Якісна оцінка досконалості схеми ув'язки за допомогою коефіцієнта ув'язки, його розрахунки.
2. Внутрішня та зовнішня ув'язка оснастки; приклади.
3. Кількісна оцінка точності ув'язки, та точності виготовлення оснасти або об'єктів конструкції.
4. Формули складання погрешностей на етапах переносу розмірів згідно структурної схеми ув'язки.
5. Прямі та зворотні задачі при розрахунках точності складання об'єктів. Їх умови рішення.
6. Методики рішення таких задач засобами метода max-min і теоретико-верогідністним методом. Варіанти таких рішень та їх особливості для авіабудування.

ТЕМА 16. Загальна методика проектування технологічних процесів складально-монтажних та випробувальних робіт.

1. Аналіз варіантів техпроцесів з точки зору забезпечення вимог по точності, взаємозамінності, ресурсу, надійності, ідентичності до експлуатаційних умов випробування виробів; вимог охорони праці та екології.
2. Типізація процесів і комплексна нормалізація елементів техпроцесів.
3. Запровадження ЕОМ та їх програмного забезпечення для розробки якісних техпроцесів.

4. Оформлення технологічної документації згідно з вимогами стандартів.
5. Виробниче удосконалення техпроцесів при впровадженні їх в складальне виробництво.

ТЕМА 17. Характеристики технологій вузлового та панельного складання в літако- та вертольотобудуванні.

1. Послідовність виконання складальних операцій та вимоги до оснащення.
2. Техпроцес складання панельованих конструкцій; схеми складання послідовність виконання складальних операцій.
3. Порівняльний аналіз цих схем за якістю, трудомісткістю, циклом складання та рівнем механізації робіт.
4. Організаційні форми агрегатного складання; поточне складання агрегатів, відсіків, секцій.
5. Розробка циклових графіків складання агрегатів; компонована стендових завдань, розрахунки такту та циклу складання.
6. Виконання робіт по взаємозамінності стиків агрегатів та відсіків в розділочних стендах.
7. Забезпечення герметичності при складанні агрегатів, відсіків.
8. Методи і засоби контролю аеродинамічних обводів, контурів, роз'ємів та загальної якості складальних робіт при складанні агрегатів, відсіків, секцій.

ТЕМА 18. Роз'ємні з'єднання і технологія їх виконання.

1. Складання вузлів і панелей зі застосуванням клею.
2. Вимоги до клейових з'єднань. Характеристики клеїв.
3. Використання теплостійких клеїв.
4. Виготовлення конструкцій з сотовими та пінопластовими наповнювачами.
5. Технологія виконання комбінованих з'єднань.
6. Особливості виготовлення клеєзаклепочних і клеєзварювальних з'єднань.
7. Обладнання і пристрої, які застосовуються при таких з'єднаннях; механізація і автоматизація операцій.
8. Типові процеси складання при операціях з використанням клеїв.
9. Охорона та безпека праці при операціях з використанням клеїв.
10. Порівняльна характеристика конструктивно-технологічних властивостей з'єднань в конструкціях літаків та вертольотів.

9. Індивідуальні завдання

Індивідуальна робота передбачає поглиблене вивчення студентом питань, що розглядаються на лекційних та практичних заняттях, виконання РГР.

Тематика РГР – Розробка технологічного процесу листового штампування деталі та проектування інструментального штампу.

Тематика РГР – Розробка технологічного процесу розмірної обробки і проектування спеціального верстатного пристрою.

10. Методи навчання

Лекції є інформаційно-словесними з використанням електронних дидактичних демонстраційних матеріалів (презентацій). Застосовуються на лекції такі методи, як бесіда та евристична бесіда, під час яких використовується чітка система, заздалегідь визначених запитань, які сприяють активному засвоєнню студентами системи фактів, нових понять та закономірностей.

Підготовка до лекції передбачає опрацювання матеріалу попередньої лекції за конспектом, підручником [1, 2], системою дистанційного навчання [9].

Практичні заняття починаються з пояснення з використанням електронних дидактичних демонстраційних матеріалів (презентацій). Далі виконуються тренувальні вправи за певним зразком. Обов'язковим елементом практичного заняття є графічна робота.

Підготовка до практичних занять передбачає опрацювання лекційного матеріалу та виконання тесту для самоконтролю в [9].

Розрахунково-графічна робота являє собою комплексну практичну роботу, яка складається із розрахунку параметрів технологічного процесу, вибору типу обладнання та виконання креслення пристосування. Для РГР використовуються методичні вказівки [6].

Опрацювання розділів програми, які не розглядаються під час лекцій, передбачає підготовку студентами конспекту відповідних тематичних питань. Для цього використовуються підручники [4, 5], мережеві інтернет-ресурси [7, 8, 10].

Підготовка до модульного контролю передбачає опрацювання теоретичних питань, перелік яких розміщений та виконання тестів для самоконтролю [9].

11. Методи контролю

Модульний контроль, іспит.

12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Робота на лекціях	0...0,5	8	0...4
Виконання і захист лабораторних (практичних) робіт	0...3	4	0...12
Модульний контроль	0...22	1	0...22
Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	0...0,5	8	0...4
Виконання і захист лабораторних (практичних) робіт	0...3	4	0...12
Модульний контроль	0...22	1	0...22
Виконання і захист РГР (РР, РК)	0...24	1	0...24
Усього за семестр			0...100

Семестровий контроль (іспит/залік) проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування й за наявності допуску до іспиту/заліку. Під час складання семестрового іспиту/заліку студент має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для іспиту/заліку складається з трьох питань, максимальна кількість балів за перше питання -30 балів, друге -30 балів, третє -20 балів (сума – 100 балів).

Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

Приклад 1

Задовільно (60-74). Мати мінімум знань та умінь. Відпрацювати та захистити всі лабораторні роботи та домашні завдання. Вміти самостійно давати характеристику основному складу операцій сучасних технологічних способів виготовлення деталей. Вміти складати технічну документацію на пристосування для обробки та збирання виробів.

Добре (75 - 89). Твердо знати мінімум знань, виконати усі завдання. Показати вміння виконувати та захищати всі лабораторні роботи в обумовлений викладачем строк з обґрунтуванням рішень та заходів, які запропоновано у роботах. Вміти проектувати засоби технологічного оснащення з урахуванням технічних вимог до деталі та виробничих умов. Вміти правильно вибирати способи вироблення заготовки в залежності від умов виробництва і конструкції деталі.

– **Відмінно (90 - 100).** Повно знати основний та додатковий матеріал. Знати усі теми. Орієнтуватися у підручниках та посібниках. Досконально знати усі технології, які використовуються при проектуванні АТ. Вміти використовувати склад стандартів, довідників і методичної літератури, що регламентують проектування техпроцесів, інструмента, штамів та підбір обладнання.

Безпомилково виконувати та захищати всі лабораторні роботи в обумовлений викладачем строк з докладним обґрунтуванням рішень та заходів, які запропоновано у роботах.

Шкала оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит, диференційований залік	Залік
90 – 100	Відмінно	Зараховано
75 – 89	Добре	
60 – 74	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	Не зараховано

13. Методичне забезпечення

1. Технологія виробництва літальних апаратів (складально-монтажні роботи) / Кривцов В.С., Вороб'єв Ю.А., Воронько В.В. та ін.// Навч. посібник до лабораторного практикуму. – Х.: Нац. аерокосм. ун-т «Харк. авіац. ін-т», 2009. – 80 с.
2. Проектування технологічних процесів обробки деталей на верстатах з ЧПК / В. П. Божко. Навч. посібник для студентів машинобудівних спеціальностей вищих навчальних закладів. – Х.: Харк. авіац. ін-т. – 1997 – 131 с.
3. Технологія виготовлення деталей літальних апаратів з видаленням припуску [Текст]: підручник/ В.С. Кривцов [та ін]. – Х.: ХАІ, 2010. – 224 с.
4. Технология производства деталей летательных аппаратов размерной обработкой [Текст] : учеб. пособие по лаб. практикуму / В. Т. Сиккульский, Ю. В. Дьяченко, В. П. Божко и др. – Харьков : Нац. аэрокосм. ун-т им. Н. Е. Жуковского «Харьков. авиац. ин-т», 2017. – 180 с.
5. Технология производства самолетов и вертолетов : учеб. пособие по курсовому и диплом. проектированию: в 2 ч. Сборочно-монтажные работы / В.С. Кривцов, Ю. М. Букин, Ю. А. Боборыкин, Ю. А. Вороб'єв. – Х. : Нац. Аэрокосмич. ун-т "ХАИ", 2006. – 258 с.
6. Технология производства летательных аппаратов / В.Г. Кононенко, П.Н. Кучер и др. Киев: Вища школа, 1974. – 222 с.
7. Технология изготовления деталей летательных аппаратов с удалением припуска. В.С. Кривцов, В.Т. Сиккульский, Ю.В. Дьяченко, А.П. Кириенко. – Учебное пособие. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т «ХАИ». 2004. – 182 с.
8. Разработка технологического процесса и инструмента импульсной клепки авиационных конструкций из углепластика / Кривцов В.С., Нечипорук Н.В., Вороб'єв Ю.А., Воронько В.В.// Монографія. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2012. – 122 с
9. Проектирование специальных станочных приспособлений. В.В. Воронько, Ю.В. Дьяченко, С.Д. Проскурин, В.Т. Сиккульский. – Учебное пособие по курсовому и дипломному проектированию. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т «ХАИ». 2006. – 66 с.
10. Программирование обработки на станках с ЧПУ / Ю.А. Боборыкин, Ю.В. Дьяченко, А.В. Пьянков. – Учеб. пособие для курсового и дипломного проектирования. – Х.: Гос. аэрокосм. ун-т "Харьк. авиац. ин-т. 2000. – 100 с.
11. Проектирование постпроцессоров для оборудования гибких производственных систем / Ю.В.

- Дьяченко, В. Е. Зайцев, А. А. Павленко, А.В. Пьянков. – Учеб. пособие по курсовому и дипломному проектированию. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2001. – 100 с.
12. Гибкие производственные системы в авиастроении / В.С. Кривцов, С.Г. Васильченко, Ю.В. Дьяченко, В.Е. Зайцев. – Учеб. пособие по курсовому и дипломному проектированию. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2001. – 98 с.
13. Технология изготовления лопастей вертолетов / Дьяченко Ю.В., Коллеров В.В., Мещеряков А.Н. – Учеб. пособие. – Х.: Харьк. авиац. ин-т, 1992. – 54 с.
14. Методы и оснащение для упрочнения элементов самолетных конструкций поверхностным пластическим деформированием / Кушнаренко С.Г., Цыганов В.П., Сикульский В.Т. – Х.: Харьк. авиац. ин-т, 1988. – 55 с.
15. Набатов А.С. Проектирование технологических процессов в производстве летательных аппаратов и двигателей: Учеб. пособие по курсовому и дипломному проектированию. – Х.: Харьк. авиац. ин-т, 1987. – 9 с.
16. Использование контрольно-измерительных систем в технологической подготовке авиационного производства. Учеб. пособие / Дьяченко Ю.В., Коллеров В.В. – Х.: Харьк. авиац. ин-т, 1988. – 58 с.
17. Електронні ресурси до дисципліни у електронній системі дистанційного навчання Ментор.

14. Рекомендована література

Базова

1. Чернышев А.В. Технология монтажа, отработки, испытаний и контроля бортовых систем летательных аппаратов. Учебное пособие для авиационных вузов. – М.: Машиностроение, 1977. – 366 с.
2. Крысин В.Н. Технологическая подготовка авиационного производства. – М.: Машиностроение, 1984. – 200 с.
3. Бирюков Н.М., Резниченко В.И., Ширяльщикова В.И. Технология вертолетостроения: Учебник. – М.: МАИ, 1986. – 265 с.
4. Современные технологии агрегатно-сборочного производства самолетов / Пекарш А.И., Тарасов Ю.М., Кривов Г.А., Воробьев Ю.А. и др. – М.: Аграф-пресс, 2006. – 304 с.
5. Кривов Г.А. Технология производства самолетов в СССР. – К.: КВЦ, 1998. – 261 с.
6. Справочник технолога-машиностроителя. / Под ред. Косиловой А.Г., Мещерякова Р.К. – М.: Машиностроение, 1986. Т.1 – 656 с.
7. Справочник технолога-машиностроителя. / Под ред. Косиловой А.Г., Мещерякова Р.К. – М.: Машиностроение, 1986. Т.2 – 496 с.
8. Белянин П.Н. Технология и оборудование для производства широкофюзеляжных самолетов в США. – М.: Машиностроение, 1979. – 225 с.
9. Григорьев В.П. Сборка клепаных агрегатов самолетов и вертолетов. – М.: Машиностроение, 1975. – 344 с.
10. Горбунов М.Н. Технология заготовительно-штамповочных работ в производстве самолетов. Учебник для авиационных вузов. – М.: Машиностроение. 1981. – 224 с.
11. Кривов Г.А. Технология самолетостроительного производства. Киев: КВЦ, 1997. – 459 с.
12. Современные технологии авиастроения. / Коллектив авторов. Под ред. А.Г. Братухина, Ю.Л. Иванова. – М.: Машиностроение, 1999. – 832 с.
13. Прогрессивные технологические процессы холодной штамповки. Ф.В. Гречешников и др. – М.: Машиностроение, 1985. – 282 с.

Допоміжна

1. Системы автоматизированного проектирования технологических процессов, приспособлений и режущих инструментов. / Под ред. Корчака С.Н. – М.: Машиностроение, 1988. – 352 с.
2. Технологическое обеспечение авиационного производства / Г.Б. Строганов, Ю.Г. Роик, В.И. Климентьев и др., под ред. Г.Б. Строганова, Машиностроение, 1991. – 368 с.
3. Дерябин А.Л., Эстерзон М.А. Технология изготовления деталей на станках с ЧПУ и в ГПС.

- М.: Машиностроение, 1989. – 288 с.
4. Лещенко В.А., Богданов Н.А. и др. Станки с числовым программным управлением (специализированные). – М.: Машиностроение, 1988. – 568 с.
 5. Гжиров Р.И., Серебrenицкий П.П. Программирование обработки на станках с ЧПУ. Справочник. – Л.: Машиностроение, 1990. – 588 с.
 6. Ярковец А.И. Основы механизации и автоматизации технологических процессов в самолетостроении. – М.: Машиностроение, 1981. – 240 с.

15.Інформаційні ресурси

- 1.Електронна бібліотека каф.104: //DOMIK/SHARED/Методические материалы
- 2.Система дистанционного обучения Ментор