

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ  
МЕХАНІКО-МАШИНОБУДІВНИЙ ІНСТИТУТ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова атестаційної комісії  
Навчально-науковий механіко-машинобудівний  
інституту, науковий керівник

Професор



Микола БОБИР

« \_\_\_\_\_ » 2022 р.

М.П.

## ПРОГРАМА

**комплексного фахового випробування**

для вступу на освітньо-професійну програму підготовки магістра  
«Технології виробництва літальних апаратів»

**за спеціальністю 131 Прикладна механіка**

Програму рекомендовано

кафедрою технології виробництва літальних апаратів

Протокол № 10 від 16 лютого 2022 р.

В.о. завідувача кафедри

Антон ЛАВРІНЕНКОВ

Київ – 2022

## ВСТУП

Програма вступних випробувань створена з метою конкурсного відбору на навчання за освітньо-професійною програмою підготовки магістра «**Технологія виробництва літальних апаратів**» за спеціальністю **131 Прикладна механіка**, виявлення у абітурієнтів систематизованих знань структури металів, сплавів і мінералів, поведінки матеріалу у випадках його навантаження, впливу різних факторів на процес пластичного деформування та наслідків цього впливу, конструкційних і технологічних властивостей матеріалів та методів їх обробки, вміння оцінювати технологічність виробів, навичок конструювання штампів для їх виготовлення, принципів побудови конструкцій ковальсько-штампувальних машин, технологічного призначення, проектування та розрахунків машин та їх головних вузлів і деталей.

Програма охоплює перелік питань з 5-ти компонентів циклу професійної та практичної підготовки: Технології конструкційних матеріалів (розділ матеріали та технології авіа- та ракетобудування), Деталі машин (розділи загального машинобудування та конструкції авіа- та ракетобудування), Технологія холодного штампування та конструювання штампів, Технологія гарячого штампування та конструювання штампів, Ковальсько-штампувальне обладнання.

Вступне комплексне фахове випробування проводиться у письмовій формі і полягає у розв'язанні вступником **2-х практичних задач** і відповіді на **1 теоретичне питання** з курсів Технології конструкційних матеріалів, Деталі машин, Технологія холодного/гарячого штампування та конструювання штампів, Ковальсько-штампувальне обладнання. На роботу відводиться 2 академічні години (90 хвилин). Оцінюються письмові відповіді за системою ECTS (100-бальною шкалою) згідно з Положенням про рейтингову систему оцінювання комплексного фахового випробування.

### ОСНОВНИЙ ВИКЛАД

Для успішного складання комплексного фахового випробування вступник має володіти теоретичними і практичними знаннями з наступних питань компонентів, що увійшли до складу програми:

#### **Технології конструкційних матеріалів**

1. Загальна характеристика та властивості матеріалів та технологій, що поширено застосовуються в машинобудуванні, зокрема в авіа- та ракетобудуванні.

2. Характеристика та властивості алюмінієвих сплавів і технологій їх обробки, що застосовуються в машинобудуванні, зокрема в авіа- та ракетобудуванні.

3. Характеристика та властивості порошкових матеріалів і технологій їх обробки, що застосовуються в машинобудуванні, зокрема в авіа- та ракетобудуванні.

4. Характеристика та властивості магнієвих сплавів і технологій їх обробки, що застосовуються в машинобудуванні, зокрема в авіа- та ракетобудуванні..

5. Характеристика та властивості неметалевих матеріалів і технологій їх обробки, що застосовуються в машинобудуванні, зокрема в авіа- та ракетобудуванні.

6. Характеристика та властивості титанових сплавів і технологій їх обробки, що застосовуються в машинобудуванні, зокрема в авіа- та ракетобудуванні.

7. Адитивні технології і матеріали, що мають застосовуються в машинобудуванні, зокрема в авіа- та ракетобудуванні.

8. Характеристика та властивості сплавів на основі міді і технологій їх обробки, що застосовуються в машинобудуванні, зокрема в авіа- та ракетобудуванні.

### **Деталі машин**

1. Класифікація механізмів та вимог до них.

2. Типи та особливості механічних передач в деталях машин

3. Сили, які діють в зачепленні та їх розрахунок

4. Матеріали для зубчастих коліс

5. Поняття про контактні напруження.

6. Вали та осі, призначення та класифікація валів та осей, конструкція та матеріали

7. Розрахунок валів та осей на міцність та жорсткість.

8. Опори, класифікація опор.

9. Підшипники ковзання, класифікація, переваги та недоліки, режими роботи.

10. Зварні з'єднання, характеристика та сфера застосування, основні види з'єднань.

11. Заклепувальні сполучення, характеристика та сфера застосування, види з'єднань, розрахунок на міцність, матеріал заклепок та допустимі напруження.

12. Різьбові з'єднання, характеристика та сфера застосування, типи різьблення, кріпильні деталі та типи з'єднань, матеріали кріпильних деталей.

13. Загальна конструкція і складові літального апарату. Призначення і функції основних (фюзеляж/крила/двигун/тощо) елементів конструкції.

14. Загальна конструкція фюзеляжу літака/гвинтокрилу. Епюри розподіленого і точкового навантаження на фюзеляж.

15. Особливості фермової, лонжеронної та стрингерової конструкції фюзеляжу літака/гвинтокрилу.

16. Загальна конструкція і призначення крила літака за кількістю, формою і складовими. Епюри розподіленого і точкового навантаження на крило.

### **Технологія гарячого штампування та конструювання штампів**

1. Матеріали для кування і об'ємного штампування та їх дроблення (розділення) на заготовки.

2. Термомеханічні режими кування та штампування. Допустимі інтервали температур кування та штампування. Температурно-швидкісні режими деформації. Швидкості нагрівання допустима і технологічна. Режими охолодження виковів. Особливості нагрівання кольорових металів і сплавів.

3. Особливості кування. Устаткування, технологічні операції та інструмент.

4. Розроблення технологічного процесу. Основні етапи. Спеціальні заходи техніки безпеки.

5. Особливості кування легованих сталей і не залізних сплавів.

6. Підготовчі операції, формування, викінчувальні операції. Відкрите, закрите об'ємне штампування та штампування витискуванням.

7. Штампувальні ухили, роз'єм штампів, радіуси заокруглення.

8. Формування порожнини. Облой та облойні канавки.

9. Чотири стадії заповнення чистового ручаю. "P-S" – діаграма. Особливості проектування чистового і чорнового ручаїв.

10. Проектування молотових штампів. Визначення параметрів штампів. Матеріали молотових штампів. Штампування на молотах у закритих штампах. Схеми оснащення.

11. Особливості штампування на кривошипних гарячештампувальних пресах, горизонтально-кувальних машинах, гвинтових та гідравлічних пресах.

12. Спеціалізовані процеси об'ємного деформування.

Періодичне прокатування в каліброваних валках, вальцювання формувальне та штампувальне, прокатування в валках з перемінним обтисненням, поперечне прокатування.

13. Особливості штампування на горизонтально-гнуттєвих машинах. Ротаційне штампування. Електровисадка. Розкатування кілець. Штампування на пресах-автоматах.

14. Штампи та їх стійкість.

### **Технологія холодного штампування та конструювання штампів**

1. Листові конструкційні матеріали (ЛКМ) на основі металів і сплавів. Їх технологічні властивості та застосування.

2. Неметалеві, комбіновані та композиційні ЛКМ. Їх технологічні властивості та застосування.

3. Методи контролю та випробування ЛКМ для визначення їх технологічних властивостей та придатності до штампування.

4. Розрізання листових матеріалів на заготовки.

5. Процеси деформування і руйнування впри розрізанні ЛКМ на ножицях та в штампах. Визначення виконавчих розмірів пуансонів і матриць, точність відштампованих плоских виробів.

6. Класифікація форм гнутих виробів із ЛКМ, методи та обладнання для їх виготовлення.

7. Напружено-деформований стан при пластичному згині; згинаючий момент та пружиніння після згину.

8. Згинання ЛКМ в штампах.

9. Технологічні процеси та елементи конструкцій штампів для гнуття.

10. Форми порожнистих виробів та процеси їх формоутворення із ЛКМ.

11. Розрахунок розмірів і визначення форми заготовок для витягування типових порожнистих виробів.

12. Розрахунок кількості переходів і визначення форми проміжних напівфабрикатів при витягуванні та елементи конструкції штампів.
13. Листове (рельєфне) формування та вирівнювання ЛКМ.
14. Відсорткування, обтискування та роздавання плоских та порожнистих виробів з ЛКМ.
15. Визначення структури технологічного процесу.
16. Основні етапи та послідовність проектування штампів.

### **Ковальсько-штампувальне обладнання**

1. Гідравлічні преси. Основні типи гідропресів. Основні деталі гідропресів та їх розрахунок на міцність.
2. Молоти. Елементарна теорія удару. Кінематика та енергетика технологічного удару. ККД ударного деформування. Принцип дії та класифікація машин ударної дії. Розрахунок основних параметрів. Основні деталі та їх розрахунок на міцність.
  - 2.1. Пароповітряні молоти.
  - 2.2. Пневматичний молот.
  - 2.3. Молоти з механічним приводом.
  - 2.4. Гвинтові фрикційні прес-молоти.
  - 2.5. Високошвидкісний газовий молот.
  - 2.6. Фундаменти пресів та молотів.

## ПРИКІНЦЕВІ ПОЛОЖЕННЯ

Користування допоміжним матеріалом забороняється – за змістом завдань в ньому немає потреби.

Оцінюються письмові відповіді за системою ECTS та PCO згідно з Положенням про рейтингову систему оцінювання комплексного фахового випробування. Рейтингова оцінка  $\Phi$  з вступного комплексного фахового випробування складається з суми балів отриманих за відповіді на питання білету.

Білет складається з трьох питань – 1 задача з дисципліни Технологія холодного штампування та конструювання штампів, 1 задача з дисципліни Ковальсько-штампувальне обладнання та 1 теоретичне питання з переліку наступних дисциплін: Технології конструкційних матеріалів, Деталі машин, Технологія гарячого штампування та конструювання штампів.

$$\Phi = \sum_{i=1}^3 r_i .$$

Якщо  $\Phi = \sum_{i=1}^3 r_i < 60$ , результати вступного випробування,

прирівнюються до 0 балів. Робота не зараховується.

Вступники, які отримали 0 балів, виключаються з конкурсного відбору і на навчання не зараховуються.

### Система рейтингових балів

1. Відповідь на теоретичне питання з переліку дисциплін: **Технології конструкційних матеріалів, Деталі машин, Технологія гарячого штампування та конструювання штампів:**

Ваговий бал - **40:**

- повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – **40** балів;
- повна відповідь з незначними неточностями (не менше 80% потрібної інформації), – **35** балів;
- достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), – **30** балів;
- неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – **25** бали;
- «незадовільно», незадовільна відповідь – **0** балів;

2. Відповідь на питання (розв'язання практичної задачі) з дисципліни **Технологія холодного штампування та конструювання штампів:**

Ваговий бал - **40:**

- повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – **40** балів;
- повна відповідь з незначними неточностями (не менше 80% потрібної інформації), – **35** балів;
- достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), – **30** балів;
- неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – **25** бали;
- «незадовільно», незадовільна відповідь – **0** балів;

3. Відповідь на питання (розв'язання практичної задачі) з дисципліни **Ковальсько-штампувальне обладнання:**

Ваговий бал - **20:**

- повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – **20** балів;
- повна відповідь з незначними неточностями (не менше 80% потрібної інформації), – **18** балів;
- достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), – **16** балів;
- неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – **14** бали;
- «незадовільно», незадовільна відповідь – **0** балів;

Максимальна сума балів складає **100**.

Залежно від суми отриманих балів, вступнику виставляється оцінка за рейтинговою системою оцінювання поданою в таблиці 1:

Таблиця 1

Бали	Традиційна оцінка
100..95	Відмінно
94..85	Дуже добре
84..75	Добре
74..65	Задовільно
64..60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно

Перерахунок оцінки рейтингової системи оцінювання за 200-бальною шкалою подано в таблиці 2.

Таблиця 2

Таблиця відповідності оцінок РСО (60...100 балів) оцінкам 200-бальної шкали (100...200 балів)

шкала РСО	шкала 100...200	шкала РСО	шкала 100...200	шкала РСО	шкала 100...200	шкала РСО	шкала 100...200
60	100,0	70	125,0	80	150,0	90	175,0
61	102,5	71	127,5	81	152,5	91	177,5
62	105,0	72	130,0	82	155,0	92	180,0
63	107,5	73	132,5	83	157,5	93	182,5
64	110,0	74	135,0	84	160,0	94	185,0
65	112,5	75	137,5	85	162,5	95	187,5
66	115,0	76	140,0	86	165,0	96	190,0
67	117,5	77	142,5	87	167,5	97	192,5
68	120,0	78	145,0	88	170,0	98	195,0
69	122,5	79	147,5	89	172,5	99	197,5
						100	200,0

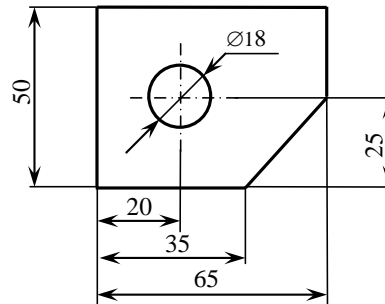
## ПРИКЛАД ТИПОВОГО ЗАВДАННЯ

### Вступне комплексне фахове випробування

#### ЗАВДАННЯ № 1

1. Вплив нагрівання на властивості металів. Допустимі та технологічні інтервали температур кування та штампування при виготовленні виробів авіаційного призначення. Методика призначення допустимого і розрахунок технологічного інтервалів під час розробки технологічного процесу.

2. Розрахувати зусилля вирубкиспробивання  $P_g$  деталі, зображеної на рисунку. Товщина матеріалу  $S = 2$  мм, опір зрізу  $\sigma_{зр} = 350$  МПа.



3. Знайти технологічне зусилля ( $P$ ), яке спроможний здолати гідропрес для кування заготовки деталі передньої стійки шасі літака, та вагу його рухомих частин ( $G$ ), якщо діаметр одного робочого гідроциліндру  $D = 640$  мм, діаметри двох однакових зворотних гідроциліндрів гідравлічного пресу  $d = 72$  мм, тиск у напірних магістралях  $p_n = 240$  кг/см<sup>2</sup>, у зливних  $p_{сл} \approx 0$  кг/см<sup>2</sup>. Всі гідроциліндри плунжерного типу. Силами тертя знехтувати.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. В.В. Хільчевський. Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів. Підручник. Київ "Либідь" 2002, 327 с.
2. Попович В.В. Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство. : підручник / В. В. Попович, В. В. Попович. - Львів : Світ, 2006. - 624 с. : іл.
3. Metal forming handbook / Schuler. – Berlin ; Heidelberg: Springer, 1998
4. А.М. Пашаєв, А.Х. Джанахмедов, Т.Г. Джаббаров. Авіаційне матеріалознавство. Баку, 2016. – 656 с.
1. А.Л. Абибов та ін. – Технологія самолетостроения / -М.: Машиностроение, 1982. – 551 с., ил.
2. Кривцов В.С. та ін. Інженерні основи функціонування і загальна будова аерокосмічної техніки, - Харків, ХАІ, - 2002.
3. М.В. Сторожев, Е.А. Попов. Теория обработки металлов давлением. М, Машиностроение, 1977, 423 с.
4. Е.И. Семенов. Ковка и штамповка. Справочник в 4-х томах под ред. Е.И. Семенова М., 1975.
5. Деталі машин. Навчальний посібник. -К: Алерта, 2005. – 368 с.
6. Ю.А. Аверкиев, А.Ю. Аверкиев. Технологія холодної штамповки. М.: Машиностроение, 1989.-304с.
7. М.Е. Зубцов. Листовая штамповка. Л.: Машиностроение, 1980.-432с.
8. А.И. Банкетов, Ю.А. Бочаров, и др. Кузнечно-штамповочное оборудование. М.: Машиностроение, 1982. –574с.



9. В.И. Залесский, Оборудование кузнечно-прессовых цехов.- М.: Машиностроение, 1973.-632с.
10. Л.И. Живов, А.Г. Овчинников Кузнечно-штамповочное оборудование. Прессы. Молоты. – Киев.: Вища школа, 1981 –371с.
11. В.Г. Воронин. Гидравлические прессы с безаккумуляторным маслонасосным приводом. – М.: Машиностроение.
12. Ю.А. Бочаров. Винтовые прессы. – М.: Машиностроение, 1976.-438 с.

#### РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

д.т.н., професор Гожій Сергій Петрович

\_\_\_\_\_

(підпис)

к.т.н., доцент Лавріненков Антон Дмитрович

\_\_\_\_\_

(підпис)

к.т.н., доцент Іващенко Віталій Вадимович

\_\_\_\_\_

(підпис)

к.т.н., доцент Орлюк Михайло Володимирович

\_\_\_\_\_

(підпис)