

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

ЗАТВЕРДЖЕНО

Вченою радою Зварювального
факультету

протокол № 06 від « 03 » лютого 2020 р.

Голова вченої ради  С. К. Фомічов

ПРОГРАМА

комплексного фахового випробування

для вступу на освітню програму підготовки магістра
«Технології та інжиніринг у зварюванні»

за спеціальністю 131 Прикладна механіка

Програму рекомендовано кафедрою

Зварювального виробництва

Протокол № 6 від «29» січня 2020 р.

Завідувач кафедри  В. В. Квасницький

ВСТУП

Програма комплексного фахового випробування для вступу на освітню програму підготовки магістра «Технології та інжиніринг у зварюванні»

за спеціальністю 131 Прикладна механіка по спеціалізації «Технології та інжиніринг у зварюванні» складається із вступу, основної частини, прикінцевих положень та списку літератури.

Програма складена на базі навчальних програм фахових дисциплін: «Теорія процесів зварювання», «Технологія та устаткування для зварювання плавленням», «Виробництво зварних конструкцій – 2. Засоби механізації зварювального виробництва».

Комплексне фахове випробування проводиться у письмовій формі упродовж 2-х академічних годин (90 хв.) Екзаменаційний білет складається з трьох теоретичних питань однакової складності. Час для написання відповіді на одне питання – до 30 хвилин.

ОСНОВНИЙ ВИКЛАД

1. ФІЗИЧНА СУТЬ І ХАРАКТЕРИСТИКА ЗВАРЮВАННЯ

1.1. Фізична сутність зварювання. Утворення зварного з'єднання. Класифікація процесів зварювання плавленням та тиском.

1.2. Схема і сутність типових способів зварювання плавленням: дугового покритими електродами, в захисних газах плавким і неплавким електродами, під флюсом, електрошлакового, газового, плазмового, електронним і фотонним променями.

1.3. Параметри типових способів зварювання плавленням.

1.4. Вплив основних параметрів зварювання на розміри, форму і якість шва. Методи визначення параметрів зварювання.

1.5. Класифікація спеціальних способів зварювання та їх техніко-економічна характеристика.

1.6. Поняття зварювальної установки та її основні частини.

1.7. Напівавтомати та автомати для дугового зварювання, їх функції та основні частини. Класифікація та технічна характеристика напівавтоматів та автоматів для дугового зварювання.

2. ДЖЕРЕЛА ТЕПЛА ПРИ ЗВАРЮВАННІ

2.1. Енергія, що використовується при зварюванні. Класифікація і загальна характеристика джерел тепла.

2.2. Фізичні процеси зварювальної дуги. Загальна характеристика дуги та її областей.

2.2.1. Фізичні процеси в стовпі дуги. Іонізація газу і пари, ступінь іонізації, іонізація суміші газу. Перенос струму в стовпі дуги, щільність струму. Баланс енергії в стовпі дуги. Каналова модель дуги, вольтамперна характеристика стовпа вільної дуги. Принцип мінімуму, температура стовпа дуги. Принципи утворення стисненої дуги. Вольтамперна характеристика стисненої дуги.

2.2.2. Фізичні процеси в катодній області, холодний і гарячий катоди. Баланс енергії на катоді.

2.2.3. Фізичні процеси в анодній області. Баланс енергії на аноді.

2.3. Недугові джерела тепла. Контактний опір як джерело тепла. Джерела тепла та тепловий баланс при контактному точковому та стиковому зварюванні. Електронний промінь. Лазер. Газове полум'я, горючі гази.

3. ТЕХНОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ДУГИ

3.1. Ефективний коефіцієнт корисної дії дуги.

3.2. Нагрівання і плавлення електродного металу, продуктивність плавлення, швидкість плавлення. Коефіцієнт нерівномірності плавлення штучного електроду, гранична температура. Плавлення електродного дроту.

3.3. Зварювальний дріт, штучні електроди.

3.4. Перенос електродного металу. Сили, що діють на краплю електродного металу. Діаметр краплі, струменевий перенос. Особливості переносу електродного металу при зварюванні в CO_2 і під флюсом. Методи керування переносом електродного металу.

3.5. Коефіцієнти розплавлення, наплавлення та втрат при дуговому і електрошлаковому зварюванні.

3.6. Принцип саморегулювання дугового зварювання, коефіцієнт саморегулювання.

3.7. Принцип авторегулювання дугового зварювання. Налаштування на необхідний режим дугових апаратів з само- і авторегулюванням процесу зварювання.

3.8. Нагрівання і плавлення основного металу.

3.8.1. Температурне поле, диференційне рівняння теплопровідності, методи розв'язування. Схеми джерел тепла і твердих тіл.

3.8.2. Температурне поле напівобмеженого твердого тіла при безперервній дії точкового джерела тепла.

3.8.3. Основні розміри зварювальної ванни при наплавленні на масивний виріб. Об'єм і тепловміст зварювальної ванни. Середня температура металу зварювальної ванни.

3.8.4. Термічний коефіцієнт корисної дії.

3.8.5. Оцінка глибини проплавлення типових способів зварювання. Діапазон зварюваних товщин для типових способів зварювання.

3.8.6. Термічний цикл зварювання та його характерні точки. Швидкість охолодження металу зварного з'єднання. Методи регулювання термічного циклу зварювання.

4. ВЗАЄМОДІЯ ГАЗ-МЕТАЛ

4.1. Процеси утворення газової фази дуги: випаровування металів і сплавів, дисоціація карбонатів, оксидів, молекулярних газів.

4.2. Окислення металів і сплавів. Вплив кисню на властивості металу шва. Розкислення металу шва. Оксидні включення. Крихке руйнування, схема Йоффе.

4.3. Взаємодія металу шва з азотом.

4.4. Взаємодія металу шва з воднем.

4.5. Захист металу шва від повітря. Оцінка ефективності захисту. Газовий захист, захисні гази. Газошлаковий захист, будова та технологічні характеристики покриття електроду і порошкового дроту. Шлаковий захист. Флюси для дугового і електрошлакового зварювання.

5. ВЗАЄМОДІЯ ШЛАК-МЕТАЛ

5.1. Механізм взаємодії шлаку з металом.

5.2. Легування металу шва.

5.3. Рафінування металу шва.

6. ЗАСОБИ МЕХАНІЗАЦІЇ ЗВАРЮВАЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

6.1. Структура зварювального виробництва. Призначення засобів механізації. Склад та класифікація засобів механізації зварювального виробництва. Компонування зварювальних установок з механічного та зварювального устаткування.

6.2. Рівень механізації технологічних процесів.

6.3. Устаткування для заготівельних операцій.

6.4. Призначення та ефективність застосування складально-зварювальної оснастки.

6.5. Пристрої для обертання виробів, що зварюються.

6.6. Принципи побудови та розрахунок одностоякових зварювальних обертачів.

6.7. Універсальні зварювальні обертачі та позиціонери.

6.8. Принципи побудови та розрахунок двостоякових центрових кантувачів та обертачів.

6.9. Принципи побудови та розрахунок безцентрових кантувачів.

6.10. Принципи побудови та розрахунок важільно-домкратних кантувачів.

6.11. Принципи побудови та розрахунок роликів обертачів.

6.12. Принципи побудови та розрахунок пристроїв для закріплення і пересування зварювальних апаратів.

6.13. Міжопераційний транспорт. Підйомно-транспортне устаткування. Універсальні і спеціальні підйомно-транспортні засоби. Крани. Електровізки. Вантажозахватні пристосування. Конвеєри. Перевантажувальні механізми. Листоукладчики та порталні маніпулятори. Автоматичні транспортні системи та адресна доставка заготовок. Механізми транспортуючих конвеєрів та їх розрахунок

6.14. Допоміжні пристрої. Пристрої для формування швів та для подавання і збирання

флюсу. Флюсоутримуючі пристрої та підкладки. Струмopідвідні пристрої для зварювання виробів, що обертаються. Типи струмопідводів. Пристрої для прокатування швів, виправлення зварених виробів та обробки зварних з'єднань

7. ТЕХНОЛОГІЯ ЗВАРЮВАННЯ

- 7.1. Типи і класифікація зварних з'єднань.
- 7.2. Типи і класифікація підготовки крайок.
- 7.3. Класифікація положень зварювання.
- 7.4. Техніка зварювання тонко- і товстолистого металу у різних положеннях стиковими і круговими швами.
- 7.5. Техніка формування кореневого проходу або шва.
- 7.6. Зварювання низьковуглецевих і низьколегованих сталей ($\sigma_b < 600$ МПа).
 - 7.6.1. Склад, структура, властивості та використання згаданих сталей низьковуглецевих і низьколегованих сталей ($\sigma_b < 600$ МПа).
 - 7.6.2. Здатність до зварювання (пори, гарячі та холодні тріщини, крихкість, механічні властивості та ін.).
 - 7.6.3. Способи зварювання і зварювальні матеріали.
 - 7.6.4. Особливості техніки та режими зварювання.
 - 7.6.5. Термічна або термомеханічна обробки зварних з'єднань та їх механічні властивості.
- 7.7. Зварювання вуглецевих і легованих гартівних сталей ($\sigma_b < 600$ МПа)
- 7.8. Зварювання високолегованих сталей мартенситного, феритного та аустенітного класів.
- 7.9. Зварювання чавуну.
- 7.10. Зварювання нікелю та його сплавів.
- 7.11. Зварювання міді та її сплавів.
- 7.12. Зварювання алюмінію та його сплавів.
- 7.13. Зварювання титану та його сплавів.
- 7.14. Зварювання сталей та кольорових металів у різнорідних сполученнях.

ПРИКІНЦЕВІ ПОЛОЖЕННЯ

1. Користування допоміжними матеріалами заборонено.

2. Критерії оцінювання комплексних фахових випробувань.

Білет складається з трьох питань. Відповідь на кожне питання оцінюється за 100 бальною шкалою (PCO), з відповідним перерахунком оцінки рейтингової системи оцінювання в шкалу ЄВІ (таблиця відповідності оцінок PCO (60...100 балів) оцінкам ЄВІ (100... 200 балів).

RD	Критерії оцінювання
95...100	Відповідь повна, наведені необхідні схеми, пояснення, приклади і розрахунки, матеріал викладений у логічній послідовності, містить необхідні детальні викладки для формул.
85...94	Відповідь повна, але з незначними неточностями. Наведені визначення основних понять і величин, фізична суть процесів викладена вірно.
75...84	Відповідь повна, принципово вірна, але з несуттєвими неточностями. Наведений скорочений набір схем, пояснень, прикладів, розрахунків.
65...74	Відповідь повна і правильна, але теоретичний матеріал викладений з неточностями і містить окремі несистемні помилки. Наведений скорочений набір схем, пояснень, прикладів і розрахунків.
60...64	Відповідь не повна, але без системних помилок. Викладені базові поняття і наведені визначення основних принципів, фізична суть процесів. Представлені окремі схеми, пояснення, розрахунки містять помилки і неточності.
1...59	Відповідь неповна з принциповими (грубими) помилками.
0	Відповідь відсутня або її зміст не відповідає питанню.

Оцінка за комплексне фахове випробування обчислюється як середнє арифметичне значення балів трьох відповідей. Таким чином, за результатами комплексного фахового випробування вступник може набрати від 0 до 200 балів (ЄВІ).

Залежно від загальної суми набраних балів вступнику, згідно шкали ЄВІ, виставляється оцінка:

Таблиця відповідності оцінок РСО (60...100 балів) оцінкам ЄВІ (100... 200 балів)

Оцінка РСО	Оцінка ЄВІ	Оцінка РСО	Оцінка ЄВІ	Оцінка РСО	Оцінка ЄВІ	Оцінка РСО	Оцінка ЄВІ
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

3. Приклад типового екзаменаційного білету для складання вступного комплексного фахового випробування для вступу на освітню програму підготовки магістра «Технології та інжиніринг у зварюванні» за спеціальністю 131 Прикладна механіка.

Приклад екзаменаційного білету № **

1. Фізичні процеси в катодній області. Об'ємний електричний заряд катодної області. Робота і потенціал виходу.
2. Призначення та конструктивна побудова зварювальних роликів обертачів.
3. Зварюваність низьколегованих теплостійких сталей.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

для підготовки до комплексного фахового випробування

Основна

1. **Волченко В. Н.** Теория сварочных процессов [Текст]: учеб. для вузов по спец. «Оборудование и технология сварочн. пр-ва» / В. Н. Волченко, В. М. Ямпольский, В. А. Винокуров и др.; под ред. В. В. Фролова. – М.: Высш. шк., 1988. – 559 с.: ил.; 22 см. – Библиогр.: с. 550-551. – 24000 экз. – ISBN 5-06- 001473-8.
2. **Коперсак В. М.** Теорія процесів зварювання – 1. Джерела нагрівання та теплові процеси при зварюванні [Текст]: Текст лекцій. Ел. видання. / В. М. Коперсак К.: НТУУ «КПІ», 2011. – 384 с.
3. **Коперсак В. М.** Теорія процесів зварювання – 2. Фізико-хімічні та металургійні процеси при зварюванні [Текст]: Текст лекцій. Ел. видання. / В. М. Коперсак К.: НТУУ «КПІ», 2011. – 252 с.
4. **Котик В.Т.** "Металознавство і термічна обробка зварних з'єднань" К.. НТУУ "КПІ", 2011 - 184с.
5. **Сливінський О.А.** Здатність до зварювання конструкційних матеріалів. Навч. посібник. – Київ: НТУУ «КПІ», 2010. – 260 с.
6. **Технология электрической сварки металлов и сплавов плавлением. / Под ред. Б. Е. Патона.** – М.: Машиностроение, 1974. - 768 с.
7. **Севбо П.И.** Конструирование и расчет механического сварочного оборудования. - Киев: Наук. думка, 1978. - 400 с.
8. **Карпенко А.С.** Технологічна оснастка у зварювальному виробництві: Навч. посібник.-К.: Арістей, 2005.-268 с.
9. **Березін Л.Я., Хоменко М.М., Карпенко А.С.** Засоби технологічного оснащення зварювального виробництва. Навч. посібник. – Чернігів: ЧДТУ, 2003. – 142 с.
10. **Гитлевич А.Д., Этингоф Л.А.** Механизация и автоматизация сварочного производства. - М.: Машиностроение, 1979. - 280 с.
11. **В.В. Лисак.** Дистанційний курс «Засоби механізації зварювального виробництва» –<http://moodle.udek.ntu-kpi.kiev.ua>
12. «Засоби механізації зварювального виробництва» методичні вказівки до практичних занять кредитного модулю ЗП-12/2 з дисципліни «Виробництво зварних конструкцій» / Уклад. **В.В.Лисак, К. О. Зворикін.** – К.: 2012.
13. Виробництво зварних конструкцій: Методичні вказівки щодо засвоєння кредитного модуля М2 ЗП-12/2 „Засоби механізації зварювального виробництва” для студентів денної форми навчання за напрямом 050504 «Зварювання», спеціальності «Технологія та устаткування зварювального виробництва»./ Уклад.: **В.В.Лисак, К.О.Зворикін,** Київ, НТУУ „КПІ”, 2013–27 с.

Додаткова

14. **Петров Г. Л.** Теория сварочных процессов (с основами физической химии) [Текст]: учеб. для вузов / Г. Л. Петров, А. С. Тумарев. – Изд. 2-е, перераб. – М.: Высш. шк., 1977. – 392 с.: ил.; 22 см. – Библиогр.: с. 389-390. – 20000 экз.

15. **Гуляев А.П.** Металловедение. – М.: Металлургия, 1986. – 542 с.
16. **Бялік О.М., Черненко В.С., Писаренко В.М., Москаленко Ю.Н.** Металознавство. - К.: Політехніка, 2002. - 383 с.
17. **Єфіменко М.Г., Радзівілова Н.О.** Металознавство і термічна обробка зварних з'єднань. – Харків, - 2003. - 488 с.
18. **Попова Л.Е., Попов А.А.** Диаграммы превращения аустенита в сталях и бета-раствора в сплавах титана. Справочник термиста. - М.: Металлургия, 1991. - 502 с.
19. **Каховский Н.И., Фаргушный В.Г., Ющенко К.А.** Электродуговая сварка сталей. Справочник. – Киев: Наук. думка, 1975. – 480 с.
20. **Акулов А. И.** Сварка в машиностроении. Справочник. Т.2 / Под ред. А.И Акулова. – М.: Машиностроение, 1978. – 462 с.
21. **Гуревич С.М.** Справочник по сварке цветных металлов. / Отв. ред. В.Н.Замков. – 2-е изд., перераб. и доп. – Киев: Наук. думка, 1990. – 512 с.
22. **Сорокин В.Г.** Марочник сталей и сплавов. – М.: Машиностроение, 1989. – 640 с.
23. **Терещенко В.П., Лабанов А.В.** Выбор и применение способов сварки при изготовлении конструкций. – Киев: Наук. думка, 1987. – 192 с.
24. **Ольшанский Н.А.** Сварка в машиностроении. Справочник. Т.1 / Под ред. Н.А. Ольшанского. – М.: Машиностроение, 1978. – 502 с.
25. **Потапьевский А.Г.** Сварка в защитных газах плавящимся электродом. - М.: Машиностроение, 1974. - 240 с.
26. **Смирнов В.В.** Оборудование для дуговой сварки. Справочник. / Под ред. В.В. Смирнова. – Л.: Энергоиздат, 1986. – 656с.
27. **Акулов А.И., Бельчук А.К., Демянцевич В.П.** Технология и оборудование сварки плавлением: Учебник. – М.: Машиностроение, 1977. - 432 с.
28. **Горпенюк В.Н.** Сварочные материалы для сварки сталей и чугуна. Электроды, флюсы, проволоки. / Под ред. В.Н. Горпенюка. – Киев: Эксповелд, 1996. – 500 с.
29. **Николаев Г.А., Куркин С.А., Винокуров В.А.** Сварные конструкции. Технология изготовления. Автоматизация производства и проектирование сварных конструкций: Учеб. Пособие. – М.: Высш.школа, 1983. – 344 с.
30. **Гитлевич А.Д., Животинский Л.А., Клейнер А.И.** Альбом механического оборудования сварочного производства. - М.: Высш.шк., 1974. - 159 с.

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ

Квасницький Віктор Вячеславович, завідувач кафедри ЗВ, д.т.н., проф.

Сливінський Олексій Анатолійович, доцент кафедри ЗВ, к.т.н.

Лисак Володимир Валерійович, PhD, ст. викл. кафедри ЗВ,

Бойко Віталій Петрович, ст. викл. кафедри ЗВ.