



## ТЕХНОЛОГІЇ ТА УСТАТКУВАННЯ ЗВАРЮВАННЯ ПЛАВЛЕННЯМ, ЛАЗЕРНИХ ТА СПОРІДНЕНИХ ПРОЦЕСІВ. КУРСОВА РОБОТА Робоча програма кредитного модуля (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>13 Механічна інженерія</i>
Спеціальність	<i>131 Прикладна механіка</i>
Освітня програма	<i>Інжиніринг зварювання, лазерних та споріднених технологій</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>Денна, заочна / денна прискорена, заочна прискорена, змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>III курс, весняний семестр / III курс, осінній семестр (для студентів, що навчаються за інтегрованими планами)</i>
Обсяг дисципліни	<i>30 год/1 кредит ЄКТС</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік</i>
Розклад занять	<i>Самостійна робота студента</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Керівник і консультант: доц., к.т.н. Коваленко В.Л. vl.kovalenko@kpi.ua старший викладач Бойко В.П. <a href="mailto:vp_boiko@ukr.net">vp_boiko@ukr.net</a> , +38097-337-93-61 к.т.н., Блощицин М.С., <a href="mailto:m.bloshchytsyn@gmail.com">m.bloshchytsyn@gmail.com</a> , +38095-084-07-84
Розміщення курсу	<a href="https://classroom.google.com/c/NjM5NDM5NzQ0MTk3?cjc=hsbke4i">https://classroom.google.com/c/NjM5NDM5NzQ0MTk3?cjc=hsbke4i</a> <a href="https://classroom.google.com/c/NTk2MjA2MDk2NzI4?cjc=rpw22w2">https://classroom.google.com/c/NTk2MjA2MDk2NzI4?cjc=rpw22w2</a>

### Програма освітнього компонента

#### 1. Опис освітнього компонента, мета, предмет вивчання та результати навчання

Згідно освітньо-професійної програми бакалаврської підготовки за спеціальністю 131 – Прикладна механіка «Інжиніринг зварювання, лазерних та споріднених технологій» курсова робота з дисципліни «Технології та устаткування зварювання плавленням, лазерних та споріднених процесів» є обов'язковою формою самостійної позааудиторної роботи студентів усіх форм навчання.

**Метою кредитного модуля** є закріплення теоретичних знань та отримання практичних умінь і навичок самостійного творчого рішення технологічних завдань, а саме: проектування технологічних процесів зварювання, лазерної обробки або споріднених технологій для типових конструкцій.

**Предмет кредитного модуля.**

Курсова робота є заключним етапом засвоєння дисципліни «Технології та устаткування зварювання плавленням, лазерних та споріднених процесів». При рішенні поставлених в курсовій роботі завдань студенти в ролі інженера-технолога повинні максимально використати сучасні досягнення науки, техніки і технології в галузі зварювання, лазерних та споріднених технологій, сучасну методологію проектування. Розроблений технологічний процес повинен забезпечити задані експлуатаційні вимоги до конструкцій, а також бути орієнтованим на максимальні ступені комплексної механізації та автоматизації усього виробничого процесу виготовлення виробу.

Вивчення освітнього компонента передбачає формування та розвиток у студентів компетентностей, передбачених освітньою програмою «Інжиніринг зварювання, лазерних та споріднених технологій», яка розроблена з урахуванням Стандарту вищої освіти України: перший (бакалаврський) рівень, галузь знань 13 – Механічна інженерія, спеціальність 131 – Прикладна механіка. Затверджено і введено в дію наказом Міністерства освіти і науки України від 20.06.2019 р. № 865.

#### **Загальні компетентності:**

- ЗК 1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
- ЗК 2. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.
- ЗК 3. Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми.
- ЗК 4. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- ЗК 7. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
- ЗК 9. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.
- ЗК 12. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
- ЗК 13. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

#### **Фахові компетентності:**

- ФК 1. Здатність аналізу матеріалів, конструкцій та процесів на основі законів, теорій та методів математики, природничих наук і прикладної механіки.
- ФК 2. Здатність робити оцінки параметрів працездатності матеріалів, конструкцій і машин в експлуатаційних умовах та знаходити відповідні рішення для забезпечення заданого рівня надійності конструкцій і процесів, в тому числі і за наявності деякої невизначеності.
- ФК 3. Здатність проводити технологічну і техніко-економічну оцінку ефективності використання нових технологій і технічних засобів.
- ФК 4. Здатність здійснювати оптимальний вибір технологічного обладнання, комплектацію технічних комплексів, мати базові уявлення про правила їх експлуатації.
- ФК 6. Здатність виконувати технічні вимірювання, одержувати, аналізувати та критично оцінювати результати вимірювань.
- ФК 8. Здатність до просторового мислення і відтворення просторових об'єктів, конструкцій та механізмів у вигляді проекційних креслень та тривимірних геометричних моделей.
- ФК 9. Здатність представлення результатів своєї інженерної діяльності з дотриманням загальноприйнятих норм і стандартів.
- ФК 10. Здатність описувати та класифікувати широке коло технічних об'єктів та процесів, що ґрунтується на глибокому знанні та розумінні основних механічних теорій та практик, а також базових знаннях суміжних наук.
- ФК 14. Здатність використовувати знання в галузі фундаментальних наук для вирішення технічних задач зі зварювання та споріднених технологій.
- ФК 15. Здатність використовувати знання в галузі фундаментальних наук для вирішення технічних задач зі зварювання та споріднених технологій.
- ФК 16. Здатність обирати оптимальні та розробляти нові технології та обладнання для лазерних та фізико-технічних процесів з метою підвищення продуктивності та контрольованості цих процесів.
- ФК 17. Здатність впроваджувати та освоювати технологічні процеси виробництва нової продукції, перевіряти якість монтажу та налагодження при випробуваннях і здачі в експлуатацію нових зразків виробів, вузлів, деталей і конструкцій
- ФК 18. Здатність використовувати знання в галузі виробництва конструкцій для забезпечення виконання технологічного процесу виготовлення типових конструкцій за допомогою зварювання, лазерних та споріднених технологій.

## Результати навчання:

- ПРН 05. Виконувати геометричне моделювання деталей, механізмів і конструкцій у вигляді просторових моделей і проєкційних зображень та оформлювати результат у виді технічних і робочих креслень.
- ПРН 07. Застосовувати нормативні та довідкові дані для контролю відповідності технічної документації, виробів і технологій стандартам, технічним умовам та іншим нормативним документам.
- ПРН 08. Знати і розуміти основи інформаційних технологій, програмування, практично використовувати прикладне програмне забезпечення для виконання інженерних розрахунків, обробки інформації та результатів експериментальних досліджень.
- ПРН 11. Розуміти принципи роботи систем автоматизованого керування технологічним обладнанням, зокрема мікропроцесорних, вибирати та використовувати оптимальні засоби автоматизації.
- ПРН 12. Навички практичного використання комп'ютеризованих систем проєктування (CAD), підготовки виробництва (CAM) та інженерних досліджень (CAE).
- ПРН 13. Оцінювати техніко-економічну ефективність виробництва.
- ПРН 14. Здійснювати оптимальний вибір обладнання та комплектацію технічних комплексів.
- ПРН20. Знати і розуміти фізичні, теплові, термомеханічні та фізико-хімічні процеси при зварюванні та споріднених технологіях, причинно-наслідкові зв'язки між характером цих процесів та умовами отримання нерознімних з'єднань або функціональних поверхонь.
- ПРН 21 Знати та розуміти методи оцінки технологічної міцності, експлуатаційної надійності та контролю якості зварних конструкцій і вузлів, вміти обґрунтовано призначати металургійні, технологічні та конструкторські заходи з попередження зварювальних дефектів та мінімізації ступеню деградації конструкційних матеріалів під впливом зварювальних процесів.
- ПРН 22 Здійснювати оптимальний вибір способів зварювання та споріднених процесів і виконувати розрахунки параметрів режимів для отримання якісного зварного з'єднання або функціональних поверхонь з сучасних конструкційних матеріалів.
- ПРН 23 Оптимально обирати, застосовувати, компонувати і перевіряти технічний стан та ресурс технологічного обладнання для лазерних та фізико-технічних технологій.
- ПРН 24 Розробляти технологічні процеси та операції лазерних та фізико-технічних технологій з використанням їх переваг та особливостей.
- ПРН 25 Розраховувати режими електроіскрової, дугової, плазмової, електронно-променевої та лазерної обробки і визначати оптимальні технологічні, енергетичні, оптичні та газодинамічні параметри лазерних та фізико-технічних процесів.

### **Пререквізити та постреквізити освітнього компонента (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)**

**Для успішного виконання засвоєння знань з дисципліни «Технології та устаткування зварювання плавленням, лазерних та споріднених процесів. Курсова робота» студент повинен мати базові знання з дисциплін:**

- Загальна фізика;
- Теорія процесів зварювання;
- Матеріалознавство;
- Газотермічна обробка матеріалів;
- Теорія процесів зварювання;
- Технології та устаткування зварювання плавленням, лазерних та споріднених процесів.

**На результатах навчання з дисципліни «Технології та устаткування зварювання плавленням, лазерних та споріднених процесів. Курсова робота» базується виконання курсових робіт, проєктів, кваліфікаційних робіт бакалавра технологічного спрямування**

### **Зміст кредитного модуля**

Зміст та рекомендації до виконання курсової роботи детально представлені в опублікованих методичних рекомендаціях, а також у дистанційному курсі

### **Навчальні матеріали та ресурси**

#### **Базова література:**

1. Технологія та устаткування зварювання плавленням. Методичні вказівки до курсової роботи / Бойко В.П., Котик В.Т., Корінець І.П. – К.: НТУУ «КПІ», 2012. – 56 с.
2. Технологія та устаткування зварювання плавленням. Модуль М1 - «Процеси та обладнання зварювання плавленням». Методичні вказівки до практичних занять. Корінець І.П., Бойко В.П.- К.: НТУУ «КПІ», 2013.- 31с.
3. Биковський О.Г. Довідник зварника.- К.: Основа, 2014.- 448с.
4. Наплавлення та напилення. [Корж В.М., Квасницький В.В., Попіль Ю. С. та ін.]/ Методичні вказівки до виконання курсової роботи для студентів за напрямом підготовки 6.050504 "Зварювання" Електронний засіб навчального призначення, Свідоцтво ЗФ № 5/01-13 (дата отримання 28.01.2013), - Київ: КПІ, 2013. - 59с.
5. Технологія та обладнання для наплавлення. / Кузнецов В.Д., Степанов Д.В. Методичні вказівки до виконання курсового проєкту для студентів за напрямом підготовки 6.050504 "Зварювання" Свідоцтво ЗФ № 7/03-13; (дата отримання 18.03.2013) Київ: КПІ, 2013 – 35 с.
6. Головка Л.Ф., Блощицин М.С. електронна версія конспекту лекцій до дисципліни «Електрофізичні та електрохімічні методи обробки матеріалів»; гриф механіко-машинобудівного інституту; протокол Вченої Ради ММІ № 2; дата отримання грифу 25.09.2017.
7. Комп'ютерне моделювання у лазерних технологіях / Л.Ф. Головка, С.О. Лук'яненко, І.Ю. Михайлова, В.А. Третяк // Монографія, К.: ВПП «Текст». 2015. - 236 с.
8. Технологія лазерної обробки / Головка Л.Ф., Блощицин М.С. Методичні вказівки до виконання курсового проєкту для студентів за напрямом підготовки 5.05050206 "Обробка матеріалів по спецтехнологіям"; Київ: КПІ, 2012– 68 с.

#### **Додаткова література:**

1. Корж В.М., Кузнецов В.Д., Борисов Ю.С., Ющенко К.А. Нанесення покриття: навчальний посібник / За редакцією академіка НАН України К.А. Ющенко – К.: Арістей, 2006. – 204 с.
2. Ющенко К.А., Борисов Ю.С., Кузнецов В.Д., Корж В.М. Інженерія поверхні. підручник. – Київ: Наукова думка, 2007. – 558 с.
3. Власов А.Ф., Кузнецов В.Д., Макаренко Н.О., Богуцький О.А. Наплавлення: навчальний посібник / - Краматорськ, ДДМА, 2010. -332 с.
4. Пашенко В.М., Кузнецов В.Д. Технологія газотермічного і вакуумно-конденсаційного нанесення покриттів: навчальний посібник /-К.: НТУУ «КПІ», 2010. -270 с.
5. ДСТУ ISO 9692 – 1 : 2009 «Зварювання та споріднені процеси. Рекомендації щодо підготовки зварних з'єднань. Частина 1:Ручне дугове зварювання, зварювання в захисному газі, газове зварювання, ТІГ зварювання і променеве зварювання сталей».
6. ДСТУ ISO 9692 -2: 2009 «Зварювання та споріднені процеси. Підготовка зварних з'єднань. Частина 2: Дугове зварювання під флюсом сталей».
7. ДСТУ CEN ISO/TR 15608:2015 «Зварювання. Настанови щодо класифікації металевих матеріалів за групами».
8. ДСТУ EN 10020:2007 «Сталі. Визначення й класифікація».
9. ДСТУ EN 10027-1:2004 «Сталь. Системи позначання. Частина 1. Назви сталі. Основні символи».

10. ДСТУ ISO 14341:2015 «Матеріали зварювальні. Електродні дроти і наплавлений метал в захисному газі плавким електродом нелегованих і дрібнозернистих сталей. Класифікація».
11. Головка Л.Ф., Блощицин М.С. електронна версія конспекту лекцій до дисципліни «Технологія лазерної поверхневої обробки»; гриф механіко-машинобудівного інституту; протокол Вченої Ради MMI № 2; дата отримання грифу 25.09.2017.
12. Головка Л.Ф., Блощицин М.С. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт по курсу «Електрофізичні та електрохімічні методи обробки матеріалів»; гриф механіко-машинобудівного інституту; протокол Вченої Ради MMI № 11; дата отримання грифу 26.06.2017.

## Навчальний контент

### 2. Методика опанування освітнього компонента

Реалізація освітнього компонента (курсової роботи) здійснюється за рахунок організації самостійної роботи студентів. Загальний обсяг часу, що виділяється на опанування освітньої компоненти, складає 30 годин (1 кредит).

Кожен студент виконує свій варіант завдання на курсову роботу, в якому виріб відрізняється від інших конструкцією, розмірами і маркою матеріалу, з якого він виготовлений. Робота виконується під керівництвом викладача, який у встановленому порядку видає індивідуальне завдання на роботу, графік її виконання, надає студенту методичну допомогу в розробці окремих питань, рекомендує необхідну літературу, проводить систематичні консультації за розкладом і контролює хід виконання роботи.

Робота оформлюється відповідно до вимог, викладених в методичних вказівках. Її захист відбувається в установлений термін перед комісією у складі двох викладачів, у тому числі керівника роботи.

Під час опанування матеріалу застосовуються такі методи навчання: інтерактивний, практичний, комунікативний та методи самостійної роботи.

Графік виконання курсової роботи наведено в табл. 1.

**Табл. 1. Графік виконання освітнього компонента (курсової роботи)**

Тиждень семестру	Назва етапу роботи	Навчальний час СРС
1	Отримання завдання на курсову роботу	-
2-4	Вивчення методичних рекомендацій	4
5	Виконання конструкторсько-технологічного аналізу виробу	2
6-7	Вибір з обґрунтуванням способів зварювання, лазерних та споріднених процесів	4
8	Вибір з обґрунтуванням витратних матеріалів	2
9-10	Вибір стандартних типів з'єднань, підготовки крайок, підготовки до обробки	4
11-12	Визначення параметрів режимів зварювання, лазерних або споріднених процесів	4
13	Вибір типового обладнання	2
14-15	Розрахунок технологічної собівартості процесу і прийняття рішення по вибору оптимального варіанту технології	4
16-17	Оформлення курсової роботи	2
18	Підготовка до захисту курсової роботи	2
<b>Всього</b>		<b>30</b>

## Політика та контроль

### 3. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Курсова робота виконується студентом індивідуально із дотриманням усіх вимог **академічної доброчесності** (<https://kpi.ua/code>). Всі результати отримані в КР мають бути чітко задекларовані у висновках до роботи.

#### **Порушення термінів виконання завдань та заохочувальні бали:**

Подання курсової роботи на перевірку повинно бути здійснено до визначеної дати, після якої доповнення та внесення правок в текст пояснювальної записки не дозволяється. Захист курсової роботи проводиться в навчальній аудиторії шляхом заслуховування студента комісією у складі двох викладачів, у тому числі керівника роботи. Оцінювання проводиться згідно положення рейтингової системи з виставленням балів та оцінок у залікову відомість.

**Штрафні бали:** з курсової роботи студент отримує за порушення термінів здачі роботи на перевірку. -(1..4)

**В умовах воєнного стану штрафні бали не нараховуються.**

**Заохочувальні бали** студент отримує за поглиблене вивчення окремих питань курсової роботи або за підготовку тез доповіді на конференцію за темою курсової роботи. +(1..4)

#### **Відвідування консультацій:**

Відвідування консультацій з виконання курсової роботи є вільним, заохочувальних балів за присутність та штрафних балів за відсутність не передбачено.

#### **Пропущені контрольні заходи:**

Якщо курсова робота не подана до перевірки у визначений термін, студент не допускається до захисту та отримує можливість пройти захист протягом додаткової сесії.

#### **Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)**

Рейтингова оцінка з курсової роботи має дві складові. Перша (стартова) характеризує самостійну роботу студента над завданням з курсової роботи та формується за результатом перевірки пояснювальної записки. Друга складова характеризує якість захисту студентом курсової роботи.

Стартова складова:

- 1) правильність вибору технології та розрахунків: 14...24 бали; у разі повністю неправильного виконання студент отримує 0 балів
- 2) відповідність вимогам з оформлення: 14...24 бали; у разі повної невідповідності студент отримує 0 балів.

Якість захисту роботи:

- 1) ступінь засвоєння матеріалу: 16...26 балів; знання систематизовані — 24...26, знання частково структуровані — 20...23, відтворення — 16...19 балів, матеріал не засвоєно — 0 балів
- 2) презентація роботи та повнота відповідей на питання при захисті: 16...26 балів; у разі незадовільної якості захисту студент отримує 0 балів.

Критерієм допуску до захисту курсової роботи є кількість балів, нарахованих за якість виконання пояснювальної записки. Студенти, які набрали менше 28 балів, не допускаються до захисту курсової роботи та одержують нове завдання на КР.

**Таблиця 1. Розрахунок кількості балів за курсову роботу**

Складові стартового рейтингу	Вагові бали		Сума вагових балів	
	min	max	min	max
<b>Якість пояснювальної записки</b>	14	24	28	48
<b>Якість захисту курсової роботи</b>	16	26	32	52
Загальна сума:			60	100

Сума балів обох складових РСО переводиться до оцінки за курсову роботу згідно з таблицею:

**Таблиця 2. Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою**

Кількість балів	Оцінка
95...100	відмінно
85...94	дуже добре
75...84	добре
65...74	задовільно
60...64	достатньо
< 60	незадовільно
не виконані умови допуску	не допущено

**Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)**

Тематика завдань на курсову роботу наведена в Додатках 1, 2, 3.

**Робочу програму кредитного модуля (силабус):**

**Складено** доцентом кафедри зварювального виробництва, к.т.н. Коваленко В.Л., доцентом кафедри ЛТФТ к.т.н. Блощициним М.С.

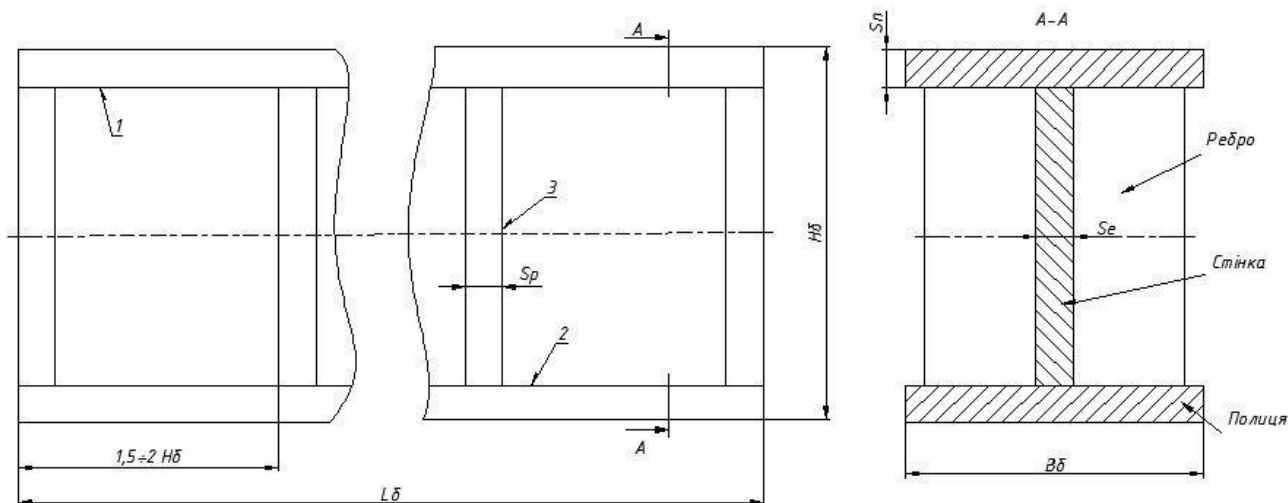
**Ухвалено** кафедрою зварювального виробництва (протокол № 19 від 28.06.2024)

**Ухвалено** кафедрою ЛТФТТ (протокол № 14 від 12.06.2024).

**Погоджено** Методичною комісією НН ІМЗ ім Є.О. Патона (протокол № \_\_ від \_\_.06.2024 )

Розробити технологію зварювання плавленням зварних з'єднань даних конструкцій

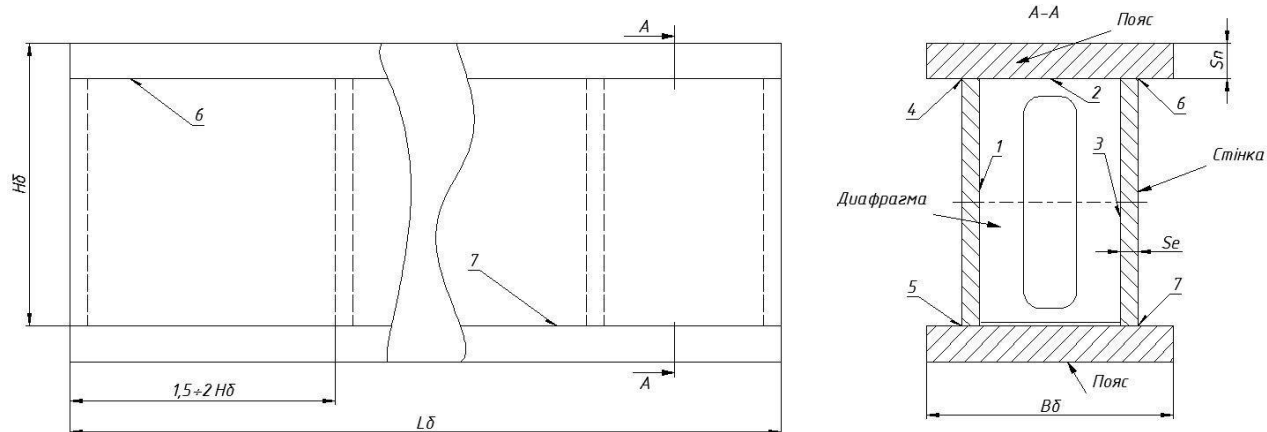
В1 – Балка двотаврова



Таблиця 1. Варіанти завдання В1

Варіант	Марка матеріалу	Hб,мм	Bб,мм	Se,мм	Sp,мм	Sn,мм	Lб,м	K,мм
1.1	Ст2сп ДСТУ 2651: 2005	800	240	8	5	12	6	8
1.2	Ст3сп ДСТУ 2651: 2005	1000	280	8	6	14	8	9
1.3	Сталь 20 ГОСТ 1050-88	1200	320	10	7	16	10	10
1.4	09Г2С ГОСТ 19282-73	1400	360	10	8	18	12	11
1.5	10Г2С1Д ГОСТ 19282-73	1600	400	12	9	20	16	12

В2 – Балка коробчата



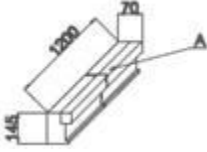
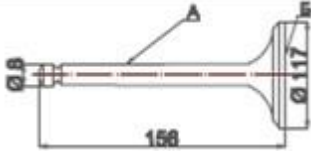
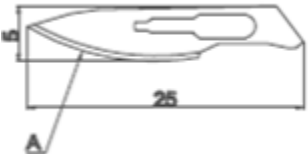
Таблиця 2. Варіанти завдання В2

Варіант	Марка матеріалу	Hб,мм	Bб,мм	Se,мм	Sn,мм	Lб,м	K,мм
2.1	Ст3кп ДСТУ 2651: 2005	800	200	6	10	6	4
2.2	10Г2С1 ГОСТ 19282-73	1000	240	8	12	6	5
2.3	Ст3сп ДСТУ 2651: 2005	1200	280	8	14	12	6
2.4	15ХСНД ГОСТ 19282-73	1400	320	10	16	12	7
2.5	10Г2С1Д ГОСТ 19282-73	1600	320	12	16	12	8



## Розробити технологічні процеси нанесення покриттів

Таблиця 3. Варіанти завдання СМ1

№п/п	Назва виробу (конструкції)	Ескіз	Опис технологічного процесу	Основний матеріал
1	Бил дробилки		Наплавити на поверхню А шар покриття товщиною 10 мм; покриття абразивно- та ударостійке	Сталь 45
2	Клапан двигуна внутрішнього згоряння		Напилити газотермічним способом на поверхню Б покриття товщиною 1 мм покриття ерозійностійке	Сталь 40Х
3	Лезо скальпеля		Нанести вакуумно-конденсаційним способом на поверхню А захисне покриття товщиною 0,05 мм покриття антифрикційне	Сталь У5

### Профілювання електрод-інструменту

Виконання конкретного варіанту завдання електрохімічної обробки матеріалів, що полягає в наступному:

по заданому профілю деталі (формується по рис. 1), його геометричним розмірам (таблиця 5), вимогам до точності, шорсткості обробки, матеріалу деталі спроектувати електрод-інструмент, вибрати необхідне електрохімічне устаткування й необхідні матеріали;

#### Визначити:

- режими обробки (напряга  $U$ , міжелектродний проміжок  $S_T$ , тиск електроліту на виході з міжелектродного проміжку  $P_B$ );
- виконати їх оптимізацію;
- розрахувати величину похибки ( $A$ );
- порівняти величину похибки ( $A$ ) з допуском на розмір ( $\delta$ ) та величиною міжелектродного проміжку  $S_T$ .

При необхідності розрахувати величину коректування профілю інструмента й побудувати скоректований профіль інструмента.

Якщо допускається обробка некоректованим інструментом, необхідно обґрунтувати це.

#### Вихідні данні для розрахунку:

1. варіант завдання (таблиця 4)
2. форма контуру електрод-інструменту (рисунок 1)
3. геометричні розміри контуру електрод-інструменту – друга та третя цифра варіанту завдання (таблиця 5).
4. матеріал заготовки – перша цифра варіанту завдання (таблиця 6)
5. допуск на розмір контуру електрод-інструменту  $\delta = 0,2; 0,4; 0,5; 0,6; 0,8$ ;
6. шорсткість поверхні електрод-інструменту  $R_a = 2,5; 1,25 \mu\text{м}$
7. розміри заготовки  $200 \times 100 \times 50 \text{мм}$
8. довжина міжелектродного проміжку  $l_{\pi} = 50 \text{мм}$
9. початкова температура електроліту  $T_0, \text{K}$  (таблиця 7).

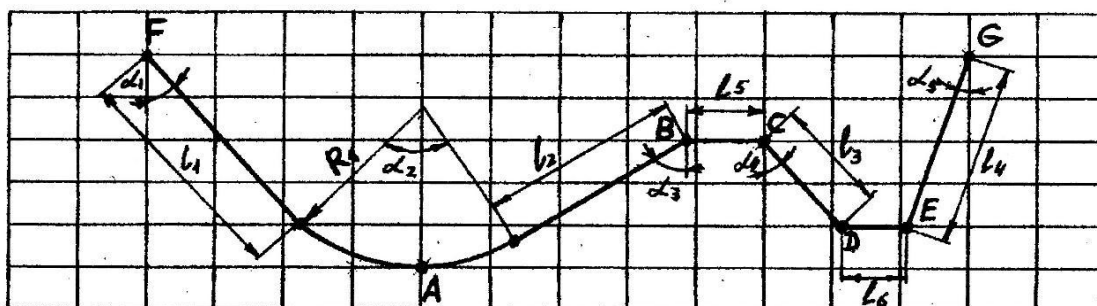


Рисунок 1 - геометричний профіль електрод-інструменту

Таблиця 4. Варіанти завдання Л1

	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15
0																
1																
2																
3																
4	-	-	-	-	-	-	406									
5																
6																
7																
8																
9																

Таблиця 5. Геометричні розміри контуру електрод-інструменту

	00	01	0 2	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15
<i>l1</i>	60	50	3 0	60	10	30	20	10	18	30	40	60	80	50	25	30
<i>l2</i>	40	0	2 0	40	60	0	0	30	40	40	30	20	25	30	40	50
<i>l3</i>	30	10	4 0	20	30	20	50	35	40	60	30	50	20	15	10	20
<i>l4</i>	40	60	3 0	50	60	40	30	0	25	0	40	0	44	0	40	0
<i>l5</i>	15	0	1 0	20	0	10	10	20	20	0	30	10	15	20	0	18
<i>l6</i>	20	10	1 5	20	0	0	30	15	25	10	5	10	20	25	30	0
<i>R 1</i>	10	10	1 5	20	30	10	30	0	18	0	25	20	15	10	0	15
<i>a1</i>	10	30	1 5	10	20	15	10	30	45	15	30	60	45	30	10	15
<i>a2</i>	10 5	10 5	9 0	12 0	12 0	12 0	10 5	10 5	10 5	12 0	12 0	10 5	10 5	0	0	12 0
<i>a3</i>	60	30	4 5	30	60	45	30	45	30	60	30	45	45	30	45	45
<i>a4</i>	30	45	3 0	60	45	30	30	60	60	60	30	45	45	45	60	30
<i>a5</i>	30	45	6 0	45	10	15	15	10	10	0	30	15	15	10	10	15

**Таблиця 6. Матеріал заготовки**

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Сталь 45	40X	7X3	20X13	X18H10X	5XНВА	40X13	ВК8	ВТ14	АЛ25

**Таблиця 7. Початкова температура електроліту**

	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15
0	29 3	29 8	30 3	30 8	31 3	31 8	29 3	29 8	30 3	30 8	31 3	31 8	29 3	29 8	30 3	30 8
1	31 8	29 3	29 8	30 3	30 8	31 3	31 8	29 3	29 8	30 3	30 8	31 3	31 8	29 3	29 8	30 3
2	31 3	31 8	29 3	29 8	30 3	30 8	31 3	31 8	29 3	29 8	30 3	30 8	31 3	31 8	29 3	29 8
3	30 8	31 3	31 8	29 3	29 8	30 3	30 8	31 3	31 8	29 3	29 8	30 3	30 8	31 3	31 8	29 3
4	30 3	30 8	31 3	31 8	29 3	29 8	30 3	30 8	31 3	31 8	29 3	29 8	30 3	30 8	31 3	31 8
5	29 8	30 3	30 8	31 3	31 8	29 3	29 8	30 3	30 8	31 3	31 8	29 3	29 8	30 3	30 8	31 3
6	29 3	29 8	30 3	30 8	31 3	31 8	29 3	29 8	30 3	30 8	31 3	31 8	29 3	29 8	30 3	30 8
7	31 8	29 3	29 8	30 3	30 8	31 3	31 8	29 3	29 8	30 3	30 8	31 3	31 8	29 3	29 8	30 3
8	31 3	31 8	29 3	29 8	30 3	30 8	31 3	31 8	29 3	29 8	30 3	30 8	31 3	31 8	29 3	29 8
9	30 8	31 3	31 8	29 3	29 8	30 3	30 8	31 3	31 8	29 3	29 8	30 3	30 8	31 3	31 8	29 3